



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

---

**CAPACIDAD DE CARGA Y LÍMITES DE CAMBIO  
ACEPTABLES PARA EL BUCEO TURÍSTICO EN  
ALGUNAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL PAÍS**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTORA EN CIENCIAS

PRESENTA:

PATRICIA ALEXANDRA ÁLVAREZ DEL CASTILLO CÁRDENAS.

LA PAZ, B.C.S, 8 ENERO DE 2020.



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**  
**ACTA DE REVISIÓN DE TESIS**

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 22 del mes de Noviembre del 2019 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis titulada:

"CAPACIDAD DE CARGA Y LÍMITES DE CAMBIO ACEPTABLE PARA EL BUCEO TURÍSTICO EN ALGUNAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL PAÍS"

Presentada por el alumno:

ÁLVAREZ DEL CASTILLO  
Apellido paterno

CÁRDENAS  
materno

PATRICIA ALEXANDRA  
nombre(s)

Con registro: 

-B	1	5	0	2	0	3
----	---	---	---	---	---	---

Aspirante de:

DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA DEFENSA DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

**LA COMISION REVISORA**

Directores de Tesis

DRA. MARÍA DINORAH HERRERO PEREZRUL  
Directora de Tesis

DR. AMILCAR LEVI CUPUL MAGAÑA  
2º. Director de Tesis

DR. ERNESTO AARÓN CHÁVEZ ORTIZ

DR. JOSÉ MANUEL BORGES SOUZA

DR. FELIPE GALVÁN MAGAÑA

**PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES**

DR. SERGIO HERNÁNDEZ TRUJILLO



I.P.N.  
CICIMAR  
DIRECCIÓN



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESIÓN DE DERECHOS**

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 05 del mes de Diciembre del año 2019  
El (la) que suscribe M en C. PATRICIA ALEXANDRA ÁLVAREZ DEL CASTILLO CÁRDENAS Alumno (a) del Programa  
**DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS**

con número de registro B150203 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS  
manifiesta que es autor(a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:  
DRA. MARÍA DINORAH HERRERO PEREZRUL Y AMILCAR LEVI CUPUL MAGAÑA

y cede los derechos del trabajo titulado:  
"CAPACIDAD DE CARGA Y LÍMITES DE CAMBIO ACEPTABLE PARA EL BUCEO TURÍSTICO  
EN ALGUNAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL PAIS"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Éste, puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: alexandraalvarezdelcastillo@gmail.com - dainoper@hotmail.com - amilcar.cupul@gmail.com

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

**M en C. PATRICIA ALEXANDRA ÁLVAREZ DEL CASTILLO  
CÁRDENAS**

*Nombre y firma del alumno*

## **LISTADO FIGURAS Y TABLAS**

**Figura 1.** Ubicación geográfica de los Parques Nacionales Cabo Pulmo y Archipiélago de Revillagigedo.

**Figura 2.** Localidades de estudio en el PNCP

**Figura 3.** Parque Nacional Revillagigedo

**Figura 4** Sitios para el buceo turístico en la Isla San Benedicto

**Figura 5.** Sitios para el buceo turístico en isla Socorro

**Figura 6.** Abundancia relativa de la especies de peces en los 15 sitios de monitoreo en el PNCP (N=4295).

**Figura 7.** Abundancia relativa (%) de la especies de peces en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 8.** Comparación de riqueza de peces en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 9.** Comparación de abundancia de peces en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 10.** Comparación de equidad de peces en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 11.** Comparación de diversidad de peces en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 12.** Abundancia relativa de la especies de moluscos en los 15 sitios de monitoreo en el PNCP (N=335)

**Figura 13.** Abundancia relativa (%) de la especies de moluscos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 14.** Comparación de riqueza de moluscos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 15.** Comparación de abundancia de moluscos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 16.** Comparación de equidad de moluscos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 17.** Comparación de diversidad de moluscos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 18.** Abundancia relativa de la especies de equinodermos en los 15 sitios de monitoreo en el PNCP (N=48)

**Figura 19.** Abundancia relativa (%) de la especies de equinodermos en los 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 20.** Comparación de riqueza de equinodermos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 21.** Comparación de abundancia de equinodermos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 22.** Comparación de equidad de equinodermos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 23.** Comparación de diversidad de moluscos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 24.** Abundancia de especies de corales escleractínios y gorgonáceos en los sitio del PNCP (N=518)

**Figura 25.** Número de colonias de corales escleractínios y gorgonáceos contabilizadas en cada localidad

**Figura 26.** Porcentaje de formas de corales en el PNCP

**Figura 27.** Tipos de forma de corales por sitio en el PNCP

**Figura 28.** Comparación de riqueza de corales en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 29.** Comparación de abundancia de corales en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 30.** Comparación de equidad de corales en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 31.** Comparación de diversidad de corales en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

**Figura 32.** Afluencia turística por sitio en el PNCP.

**Figura. 33.** Porcentaje de abundancia relativa de peces óseos y rayas demersales en la PNR (N=18721; *P. colonus* (n=10281); *C. sexfaciatus* (n=2711); *X. mento* (n=1266); resto de las especies (n=4463)).

**Figura 34.** Comparación de abundancia de peces en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 35.** Comparación de la riqueza de peces en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 36.** Comparación de la equidad de peces en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 37.** Comparación de la equidad de peces en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 38.** . Porcentaje de abundancia Relativa de tiburones y mantas en la PNR (N=356; *T. obesus*. (n=179); *C. galapaguensis*. (n=58); *M. birrostris*. (n=46) y el resto de las especies (n=58)).

**Figura 39.** Comparación de abundancia de tiburones y mantas en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 40.** Comparación de riqueza de especies de tiburones y mantas en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 41.** Comparación de equidad de especies de tiburones y mantas en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 42.** Comparación de la diversidad de especies de tiburones y mantas en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 43.** Porcentaje de abundancia Relativa de invertebrados bentónicos en la PNR (N=1541; *D. mexicanum*. (n=766); *S. calcifer* (n=26), *P. inflatus* (n=57) y el resto de las especies(n=692)).

**Figura 44.** Comparación de abundancia de invertebrados bentónicos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 45.** Comparación de la riqueza de especies de invertebrados bentónicos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 46.** Comparación de la equidad de especies de invertebrados bentónicos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 47.** Comparación de la diversidad de especies de invertebrados bentónicos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 48.** Porcentaje de abundancia relativa de moluscos en la PNR (N=35); *S. calcifer* (n=26); *Octopus spp.* (n=4); *Conus spp.* (n=3); *H. princeps* y *P. mazatlanica*. (n=1).

**Figura 49.** Comparación de la abundancia de moluscos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 50.** Comparación de la riqueza de especies de moluscos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 51.** Comparación de la equidad de especies de moluscos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El

Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 52.** Comparación de la diversidad de especies de moluscos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 53.** Porcentaje de abundancia relativa de equinodermos en la PNR (N=1449; *D. mexicanum*(n=766); *T. depressus* (n=280); *C. coronatus* (n=191); *I. fuscus* (n=148); resto de las especies (n=64).

**Figura 54.** Comparación de la abundancia de equinodermos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 55.** Comparación de la riqueza de especies de equinodermos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 56.** Comparación de la equidad de especies de equinodermos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 57.** Comparación de la equidad de especies de equinodermos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

**Figura 58.** Porcentaje de cobertura promedio de fondo en el Parque Nacional Revillagigedo.

**Tabla I.** Seguimientos a buzos visitantes realizados durante el periodo de marzo a diciembre de 2015.

**Tabla II.** Medio de contacto, número de contactos y porcentaje de contactos determinado a partir de los seguimientos de buceo.

**Tabla III.** Estructuras arrecifales dañadas por el impacto de los turistas.

**Tabla IV.** Resumen de preguntas y respuestas de las 122 encuestas a visitantes del PNCP

**Tabla V.** Capacidad de carga por día por sitio para buceo diurno en las localidades de estudio del Parque Nacional Cabo Pulmo.

**Tabla VI.** Capacidad de carga por buceo nocturno para las localidades de estudio del Parque Nacional Cabo Pulmo.

**Tabla VII:** inquietudes del PNCP de los entornos biofísico, social y administrativo,

**Tabla VIII.** Oportunidades del PNCP de los entornos biofísico, social y administrativo,

**Tabla IX.** Clases de oportunidad en el PNCP. **BL** Buceo libre pero no el buceo autónomo. **BL-1** fondo mixto arenoso con parches de coral, mientras que el **BL-2** se compone de sitios con arrecife rocoso-coralino somero. **BAA** buceo autónomo para buzos avanzados. La clase **BAA-1** es posible realizar también el buceo libre y es una zona de arrecife rocoso y coralino. **BAA-2** fondo arenoso con parches rocosos-coralinos. **BAA-3** distintos tipos de fondo (arenoso, rocoso, coralino) y una zona profunda (cañón). **BAP** arrecife rocoso con o sin coral donde se permite el buceo autónomo para buzos principiantes.

**Tabla X.** Sub zonificación de los sitios marinos con condiciones deseables, actividades permitidas y experiencias probables para el visitante

**Tabla XI.** Indicadores biofísicos

**Tabla XII.** Indicadores de la experiencia del visitante

**Tabla XIII.** Indicadores de manejo del Parque

**Tabla XIV.** Protocolos de Monitoreo

**Tabla XV.** Ubicación geográfica y medidas de los senderos de buceo en los sitios de isla Socorro

**Tabla XVI.** Ubicación geográfica y medidas de los senderos de buceo en los sitios de isla San Benedicto.

**Tabla XVII.** Ubicación geográfica y medida del sendero de buceo en Roca Partida

**Tabla XVIII.** Medio de contacto, número de contactos y porcentaje de contactos determinado a partir de los seguimientos de buceo

**Tabla XIX.** Medios de contacto más comunes entre los visitantes que realizan buceo

**Tabla XX.** Porcentaje de impactos sobre organismos o sustratos arrecifales durante el buceo autónomo

**Tabla XXI.** Porcentaje de acciones dañinas más comunes durante el buceo autónomo

**Tabla XXII.** Porcentaje de reacciones más comunes observadas en organismos pelágicos y bentónicos, como consecuencia de las actividades de buceo autónomo en el PNR

**Tabla XXIII.** Resumen de preguntas y respuesta de la encuesta aplicada a visitantes de la PNR.

**Tabla XXIV.** Listado de embarcaciones, número de viajes por temporada, número de buzos abordo, número de buceos por viaje, total de inmersiones al día, por viaje y en toda la temporada

**Tabla XXV.** Valores calculados para determinar la capacidad de carga en 7 localidades donde se practica el buceo autónomo dentro del PNR

**Tabla XXVI:** inquietudes para los entornos biofísico, social y administrativo en el PNR

**Tabla XXVII.** Oportunidades de los entornos biofísico, social y administrativo en el PNR.

**Tabla XXVIII.** Clases de oportunidad para la PNR. **BAMA** = Buceo autónomo mar abierto; **BACR**= Buceo autónomo cordilleras rocosas; **BAD**= Buceo autónomo de deriva; **BAC**= Buceo autónomo chequeo. Habilidades; **BAEL**= Buceo autónomo estación de limpieza.

**Tabla XXIX.** Sub zonificación de los sitios de buceo autónomo con condiciones deseables, actividades permitidas y experiencias probables para el visitante

**Tabla XXX.** Indicadores biofísicos

**Tabla XXXI.** Indicadores de la experiencia del visitante

**Tabla XXXII.** Indicadores de manejo del Parque

**Tabla XXXIII.** Protocolos de Monitoreo

## **Glosario**

**Abundancia:** es el número de individuos que presenta una comunidad por unidad de superficie o de volumen (densidad de la población).

**Área Natural Protegida:** Una superficie de tierra o mar especialmente dedicada a la protección y mantenimiento de la Biodiversidad y de los recursos naturales y culturales asociados; manejada a través de medios legales, o de otros medios efectivos.

**Capacidad de Carga Efectiva (CCE):** es la CCR modificada por la Capacidad de Manejo (CM) del Parque.

**Capacidad de Carga Física (CCF):** estimación del número máximo de visitas que físicamente se podrían realizar en determinado tiempo al lugar.

**Capacidad de Manejo (CM):** Análisis sobre la capacidad de manejo. Se realiza a través de la aplicación de un cuestionario para evaluar 3 componentes básicos de la administración del ANP, estos son: Infraestructura, personal y equipo.

**Capacidad de Carga Real (CCR):** se obtiene al modificar la CCF por una serie de factores de corrección que incluyen aspectos como el tamaño del grupo de buceo, las características y el nivel de fragilidad del sustrato, interacciones con el fondo (daños) por los buzos, factores climáticos y accesibilidad en función del nivel de experiencia del visitante.

**Comunidad:** grupo de poblaciones de plantas, animales y microorganismos que viven dentro de un hábitat particular y se afectan recíprocamente mediante interacciones bióticas o a través de sus influencias en el ambiente físico.

**Diversidad:** se refiere a la variedad de especies que constituyen una comunidad.

**Dominancia:** se refiere a la especie que sobresale en una comunidad, ya sea por el número de organismos, el tamaño, su capacidad defensiva, etc.

**Equidad:** grado de igualdad de la distribución de la abundancia (número de individuos, cobertura o biomasa) de las especies; el valor máximo ocurre cuando todas las especies presentan la misma abundancia.

**Factor de corrección:** Son formulados desde el punto de vista de la probabilidad. El término (Mlx/Mtx) representa la probabilidad empírica del evento x, con base en las observaciones sobre las condiciones biológicas, meteorológicas y de la

interacción de los buzos con el sustrato, etc., de tal manera, el factor de corrección representa la probabilidad de no ocurrencia del evento analizado.

**Factor corrección por accesibilidad a los sitios:** Este factor toma en cuenta la accesibilidad a los sitios de buceo, considerando las limitaciones por profundidad y nivel de certificación del buzo.

**Factor de corrección por clima:** el número de días en los cuales no se pudo realizar la actividad debido a fenómenos meteorológicos durante el periodo de estudio.

**Factor de corrección por daños:** probabilidad de ocurrencia de daño como resultado de los contactos de los buzos, ya sea por descuido o intencional.

**Factor de corrección social:** Son los aspectos referentes a la calidad de la visita como: tamaño de los grupos, número de visitantes por guía, duración del tiempo de buceo y la distancia entre grupos para evitar aglomeración, facilitando la supervisión y control para seguridad y satisfacción del visitante.

**Hábitat:** Es un lugar que ocupa la especie dentro del espacio físico de la comunidad.

**Parque Nacional:** espacio de alto valor natural y cultural, poco alterado por la actividad humana que, debido a su carácter representativo, la singularidad de su flora, de su fauna o de sus formaciones geomorfológicas, merece su conservación una atención preferente y se declara de interés general de la Nación por ser representativo del patrimonio natural nacional.

**Riqueza:** número de especies de una comunidad, taxocenosis o área.

**Sucesión ecológica:** Es un cambio estructural de una comunidad en el que un conjunto de plantas y/o animales toman el lugar de otros, siguiendo orden predecible hasta cierto punto, aunque son tan variados como los ambientes en los que se lleva a cabo la sucesión.

**Turismo sostenible:** industria comprometida a hacer un bajo impacto sobre el medio ambiente y cultura local, al tiempo que contribuyen a generar ingresos y empleo para la población local.

## **Abreviaciones**

**CC:** *Capacidad de carga*

**CCT:** *Capacidad de carga Turística:*

**CCF:** *Capacidad de carga Física:*

**CCR:** *Capacidad de Carga Real:*

**FC:** *Factor de corrección*

**FCsoc:** *Factor de corrección social:*

**FCfrag:** *Factor de corrección fragilidad*

**FCdaño:** *Factor de corrección por daños:*

**FCclim:** *Factor de corrección por clima:*

**FCacc:** *Factor de corrección por accesibilidad*

**CM:** *Capacidad de manejo:*

**SCUBA:** *Self Contained Underwater Breathing Apparatus. (Equipo de respiración autónomo submarino)*

**CONANP:** *Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*

**ANP:** *Área Natural Protegida:*

**PNCP:** *Parque Nacional Cabo Pulmo:*

**N:** *Abundancia*

**S:** *Riqueza*

**J´:** *Equidad*

**H´:** *Diversidad*

**UPS:** *Unidades Prácticas de Salinidad*

**Fig:** *Figura*

**μ:** *Micra, micro o micrón x*

**m:** *Metro o metros*

**m2:** *Metros cuadrados*

**m3:** *Metros cúbicos*

**mg:** *Miligramos*

**GPS:** *Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)*

**PCyM:** *Plan de Conservación y Manejo*

## RESUMEN

El uso turístico en Áreas Naturales Protegidas (ANP), provoca la necesidad de evaluar los impactos ocasionados por visitantes y establecer cuotas que regulen la afluencia turística. Con este objetivo, se evaluó al turismo de buceo en el Parque Nacional Revillagigedo (PNR) y el Parque Nacional Cabo Pulmo (PNCP), utilizando como herramientas la Capacidad de Carga (CC) y Límite de Cambio Aceptable (LCA). Durante 2014 a 2016, se realizaron 47 visitas para recabar datos: 1) vida marina (363 censos visuales); 2) impactos antropogénicos *in situ* (461 seguimientos turistas); 3) perfil y opinión de visitantes (297 encuestas); 4) capacidad de manejo (2 encuestas manejadores). Los resultados muestran que la visita en ambas ANP se encuentra por debajo de su CC/anual (CC-PNCP 250,356.14/buzos/año vs. 5,948/buzos/2015; CC-PNR 77,600/buzos/año vs. 14,964/buzos/2015), sin embargo, el análisis mensual muestra que algunos sitios están muy cercanos o excedidos en su CC (CC-Bajo 465/buzos/mes vs 434/buzos/octubre 2015; CC-Roca Partida 240/buzos/mes vs. 600/buzos/enero 2016). Para evaluar los efectos del exceso de buzos, se proponen indicadores de LCA enfocados en tres rubros principales: 1) Biofísicos: (daño o modificación de hábitos en especies focales); 2) Satisfacción del visitante y 3) Capacidad de manejo (efectividad de manejo). Se recomienda no expedir más autorizaciones a tour operadores, así como establecer un monitoreo permanente de los indicadores de LCA que permita medir los cambios en cada sitio y establecer medidas de mitigación que eviten el daño del patrimonio natural en el PNR y el PNCP.

**Palabras clave:** Impacto de buceo, afluencia turística, programa de uso público.

## **ABSTRACT**

The touristic activities in Natural Protected Areas (NPA), causes the need to evaluate the impacts caused by visitors and establish quotas that regulate the tourist influx. With this objective, diving tourism was evaluated in the Revillagigedo National Park (RNP) and the Cabo Pulmo National Park (CPNP), using Carrying Capacity (CC) as a tool and Limit of Acceptable Change (LAC). During 2011 to 2017, 47 visits were made to collect data: 1) marine life (363 visual censuses); 2) anthropogenic impacts *in situ* (461 tourist follow-ups); 3) profile and opinion of visitors (294 surveys); 4) management capacity (2 handler surveys). The results show that both NPAs are being used below their CC / year (CC-CPNP 250,356/divers/year vs. 5,948/ divers/2015; CC-RNP 77,600/ divers/year vs. 14,964/ divers/2015); however, the monthly analysis shows very close or exceeded sites of your CC (CC-Low 465/divers/month vs 434/divers/October 2015, CC-Roca Partida 240/divers/month vs. 600/divers/January 2016). To assess the effects of excess divers, LAC indicators are proposed, focused on three main areas: 1) Biophysical: (damage or modification of habits in focal species); 2) Visitor satisfaction and 3) Management capacity (management effectiveness). It is recommended not to issue more authorizations to tour operators, as well as to establish a permanent monitoring of the LAC indicators that allows measuring the changes in each site and establishing mitigation measures that avoid the damage of the natural heritage in the RNP and the CPNP.

**Keywords:** Diving impact, tourist influx, public use program.

## **INDICE**

<i>Índice Tablas y Figuras</i>	1
<i>Glosario</i>	8
<i>Abreviaturas</i>	10
<i>Resumen</i>	11
<i>Abstract</i>	12
<i>Anexos</i>	246
<b>INTRODUCCIÓN</b>	14
<b>ANTECEDENTES</b>	18
<b>JUSTIFICACION</b>	24
<b>HIPOTESIS</b>	25
<b>OBJETIVOS</b>	25
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b>	26
<b>MÉTODO</b>	36
<b>RESULTADOS</b>	47
<b>DISCUSIÓN</b>	207
<b>CONCLUSIONES</b>	231
<b>REFERENCIAS</b>	236

## **Introducción**

El Parque Nacional Revillagigedo (PNR), y el Parque Nacional Cabo Pulmo (PNCP) son Áreas Naturales Protegidas (ANP's) relevantes desde el punto de vista biológico por su riqueza en comunidades marinas, y su elevado endemismo de fauna terrestre (Anónimo, 2004; Reyes Bonilla *et al.*, 2012) además de que presenta aceptables condiciones de conservación. Casualmente para ambas ANP's desde los 1990s las actividades turísticas han ido en aumento, en especial se ha visto un incremento en la cantidad de interesados en realizar buceo autónomo y libre dedicado a observación de grandes especies marinas, incluyendo tiburones de diversas especies (martillo, punta blanca, galápagos y otros), peces pelágicos como jureles y wahoos, mantas gigantes, y algunos mamíferos marinos como lobos, delfines y ballenas jorobadas. En estas ANP's la calidad de experiencia es de tan alto nivel durante la temporada de buceo (de noviembre a mayo o principios de junio, normalmente), que visitantes de todo el mundo llegan tanto al PNR como al PNCP con el fin exclusivo de observar y fotografiar especies de interés, su visita es tan gratificante que las personas llegan a repetir sus viajes en otras temporadas (CITA)

En la actualidad no hay una evaluación precisa del nivel de uso en el PNR ni en el PNCP para cuestiones de buceo (aunque se tienen aproximaciones por parte de la autoridad de cada ANP, y de los Consejos Asesores de las mismas). Por lo anterior, existe preocupación por parte del gobierno mexicano y los habitantes locales al respecto de que, quizá puede haber ya suficientes visitantes que ya están empezando a ejercer un efecto sobre el comportamiento de las especies carismáticas que son blanco de las observaciones, y en la condición general de las comunidades marinas. Si consideramos que el buceo actualmente es la labor productiva de mayor relevancia en ambas ANP's, se realza la importancia de analizar la situación de la actividad con el fin de poder tomar decisiones acertadas y encauzarla en el futuro, buscando el beneficio social y ecosistémico.

Nota: a lo largo del documento, los términos “capacidad de carga para buceo” y “capacidad de carga” se usarán como sinónimos y de forma intercambiable.

### ***Fundamento conceptual del estudio***

La capacidad de carga es un concepto que surge de los esfuerzos de manejo en comunidades terrestres y luego adaptado a sistemas marinos (Abernethy, 2001; Del Monte Luna *et al.*, 2004). Este pretende hacer una aproximación sobre la cantidad límite de usuarios que tienen acceso a uno o varios sitios de manera independiente (después en conjunto), normalmente dentro de áreas protegidas, de manera que la legislación permita instaurar reglas definidas (Anónimo, 2006). La limitante en el uso, tiene como fin el mantener la calidad ambiental de los sitios, pero además, se busca que la experiencia para los visitantes sea de alta calidad y de esa manera fomentar permanentemente el interés para seguir viajando a la zona (Hawkins y Roberts, 1993; Souza Melo *et al.*, 2006). También, es de gran relevancia tener en cuenta que la cifra arrojada por este tipo de estudios no se toma directamente por las autoridades como tal, sino que es valorada por los administradores con base en criterios sociales, económicos y de otro tipo, puede llegar a convertirse en una regla formal una vez que ha sido consultada y se tenga un consenso entre todos los interesados (Reyes Bonilla *et al.*, 2012).

Otra observación importante es que la capacidad de carga no representa un valor fijo, sino que es condicional a las circunstancias del momento en el que la evaluación se lleva a cabo (Hawkins y Roberts, 1997). Esto se debe a que para obtenerla se requiere de información biológica, ambiental, administrativa y turística, si alguno de los factores de cálculo cambia, el número potencialmente permisible de usuarios puede hacerlo en paralelo. Para ejemplificar, en un año dado puede determinarse un valor de capacidad en las Islas Revillagigedo con base en la condición del ecosistema, pero si eventualmente la región es impactada por un huracán de grandes proporciones, la condición de las comunidades de coral y de la ictiofauna se deterioran, y ello requiere un mayor cuidado del sitio. Lo anterior, lleva consecuentemente a una reducción temporal del número de usuarios, con el fin de ayudar a la recuperación.

Los primeros estudios de evaluación de la capacidad de carga para el buceo se desarrollaron en el Mar Caribe, el Mar Rojo, el Océano Índico y la Gran

Barrera de Arrecifes (Salm, 1986; Hawkins y Roberts, 1993, 1997; Chadwick Furman, 1997, Inglis *et al.*, 1999; Jameson *et al.*, 1999) y continuaron la siguiente década tanto en las regiones citadas, como en Brasil (Schleyer y Tomalin, 2000; Zakai y Chadwick Furman, 2002; Sousa Melo *et al.*, 2006). Sin embargo, no es sino hasta hace menos de una década cuando en México comenzaron a llevarse a cabo estos estudios de manera formal y con financiamiento federal (en este caso, de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas); se pueden citar trabajos efectuados en los parques nacionales de Puerto Morelos, Cozumel, Cabo Pulmo e Isla Espíritu Santo, y en el Área de Protección de Flora y Fauna Cabo San Lucas. Sin embargo, exceptuando un caso (Reyes Bonilla *et al.*, 2010), la información se obtuvo en proyectos de servicio y no ha sido publicada en canales académicos, aunque se ha empleado para la toma de decisiones. Además del trabajo citado, Santander y Propin (2009) y Ríos Jara *et al.* (2013) recientemente publicaron los resultados de estudios científicos de este tipo, efectuados en la Isla Cozumel, Q. Roo y en Isla Isabel, Nayarit.

El cálculo de la capacidad de carga para buceo implica tres pasos que se aplican progresivamente (Cifuentes Arias *et al.*, 1999; Anónimo, 2006). Primero debe llevarse a cabo la determinación de la capacidad de carga física del sitio (CCF; el espacio bi o tridimensional total donde se llevan a cabo las actividades, y que expresa el número máximo absoluto de personas que podrían estar simultáneamente en el agua). Luego, este valor debe ir reduciéndose gradualmente, con base en factores de corrección que persiguen la conservación de las condiciones ambientales y la satisfacción del usuario (por ejemplo, tomando en cuenta la Norma Oficial Mexicana sobre actividades de buceo) los que en conjunto delimitan la capacidad de carga real, CCR). Finalmente, todos los factores previos son ponderados con base en la capacidad de manejo (CM) que puede ejercer la autoridad, y de ahí se genera un estimador de la capacidad de carga efectiva (CCE), la cual se convierte en la recomendación final a la autoridad al respecto del número potencialmente máximo de usuarios. Cabe señalar que estos cálculos y determinaciones requieren información de campo y de encuestas a usuarios, prestadores de servicio y manejadores, ya que se realizan de manera

independiente para cada sitio donde se lleva a cabo la actividad (Reyes Bonilla *et al.*, 2010).

### ***El modelo límites de Cambio Aceptable (LCA)***

El proceso del Límite de Cambio Aceptable fue generado en los años 70. Este método surgió como resultado de las crecientes limitaciones para evaluar la efectividad del uso de la capacidad de carga turística y recreativa. Más específicamente, a la poca aceptabilidad de los planes de manejo de las áreas forestales de los Estados Unidos de Norteamérica por parte de los administradores y el público. Fue así como las autoridades decidieron que era necesaria una nueva estrategia de planeamiento, teniendo en cuenta el mejoramiento de los aspectos técnicos y la inclusión del público en el proceso. Fue entonces organizado un grupo de trabajo con diferentes actores del público, así como administradores y científicos.

La primera aplicación del Límite de Cambio Aceptable comenzó a mediados de 1980. Podemos decir que, en la actualidad, el método del LCA es uno de los más difundido como método de manejo y monitoreo para Áreas Naturales Protegidas (Pomeroy *et al.*, 2004).

El Límite de Cambio Aceptable hace mayor énfasis en la planificación de un monitoreo constante enfocado tanto a indicadores biológicos, como a los aspectos sociales, más que en los números que provienen de los cálculos de Capacidad de Carga.

El enfoque del Límite de Cambio Aceptable se concentra en establecer límites medibles a los cambios inducidos por el hombre en las condiciones naturales y sociales del área y en definir estrategias apropiadas de manejo para mantener y/o restaurar tales condiciones: establecer los límites de cambio aceptable.

Se lleva a cabo de una manera consensuada a través de la cooperación entre todos los actores involucrados en la actividad turística, tanto del sector público como privado. De esta manera el desarrollo del proceso es verdaderamente participativo y representativo de los diferentes sectores

implicados en la actividad turística del Área Natural Protegida (Pomeroy *et al.*, 2004).

En síntesis, el proceso del Límite de Cambio Aceptable es sistemático, explícito, defendible, racional, tiene en cuenta la participación pública y es pertinente a casos donde hay conflicto entre objetivos de manejo.

## **Antecedentes**

En el contexto del buceo recreativo dentro de AMPs, la Capacidad de Carga (CC) se mide en términos de número de buceos por sitio por año (Jameson *et al.*, 1999). Las investigaciones realizadas en los últimos 20 años sobre esta práctica muestran discrepancia con respecto de la máxima intensidad de uso que puede soportar cada sitio de buceo, basándose en que la CC depende de una serie de factores como la presencia de organismos frágiles (Rielg & Cook, 1995), la experiencia de los buzos (Rouphael & Inglis, 1997), la presencia de otras fuentes de estrés antropogénico (Hawkins & Roberts, 1997), y la capacidad de manejo de la AMP (Dixon *et al.*, 1993). Lo anterior impide generalizar los resultados de estudios previos y aplicarlos en otras áreas. En lo que sí que concuerdan la mayoría de los autores, es en que la CC no es un número fijo, sino un límite flexible que debe ser monitoreado y actualizado periódicamente conforme cambien los factores anteriores.

A nivel internacional se han hecho esfuerzos para determinar la máxima intensidad de uso que un arrecife puede mantener, como el análisis llevado a cabo en el Parque Marino Bonaire de las Antillas Holandesas. Dixon *et al.*, (1993) entrevistaron a 79 buzos para conocer sus percepciones con respecto de la salud del arrecife y la cantidad de usuarios; adicionalmente, usaron foto-cuadrantes para analizar la cobertura coralina y diversidad de especies. Observaron que la gran mayoría de los buzos consideraron las condiciones del arrecife como buenas, aunque algunos de los usuarios más experimentados detectaron una disminución de la cobertura coralina en los últimos años. Los resultados del foto análisis mostraron a una escala espacial y temporal, disminución en la cobertura coralina y mayor diversidad en áreas más frecuentadas. Basándose en sus hallazgos, estos autores concluyeron que existe un límite crítico de visitas entre los 4 y 6 mil buceos/sitio/año.

Hawkins y Roberts (1997), compararon el nivel de daño causado por el buceo en 3 regiones: la isla de Bonaire, Saba y Egipto, en términos de porcentaje de coral roto. Los sitios escogidos para el estudio tenían diferentes gradientes de afluencia turística conocidos y condiciones ambientales similares. Estos autores

concluyeron que existe un umbral aparente entre 5 mil y 6 mil buceos/sitio/año por debajo del cual el daño es mínimo, pero una vez superado, el daño se acumula rápidamente.

Schleyer y Tomalin (2000), mediante estimaciones visuales de coral dañado en tres sistemas arrecifales en la bahía de Sodwana en Sudáfrica, identificaron el origen del daño y lo categorizaron como (a) natural, (b) depredación por la estrella de mar *Acanthaster planci*, (c) pesca con línea, (d) buceo y (e) no identificable. Asimismo, determinaron que el daño más intenso correspondió a la depredación por *A. planci*, así como a la pesca con línea, dado que la línea se enreda en los corales y los rompe. Por otra parte, el daño atribuible al buceo fue mayor en áreas de uso intenso. Finalmente, estos autores mediante un análisis de regresión lineal determinaron que 9 mil buceos/sitio/año corresponderían a un 10% de daño imputable a dicha actividad recreativa. Por ello Schleyer y Tomalin (2000) propusieron como medida precautoria, una intensidad de uso de 7 mil buceos/sitio/año.

En otro estudio llevado a cabo en Sudáfrica (Walters & Samways, 2001) se observó el comportamiento de 89 buzos bajo el agua. Los buzos entraron en contacto con el sustrato en 222 ocasiones, sin embargo, solo el 1.63% condujeron a un daño visual aparente. Los investigadores estimaron que una intensidad de uso de 80 mil buceos al año equivaldría a que un 1m<sup>2</sup> recibe 2.3 contactos por año. En el tiempo en que se llevó a cabo la investigación, los arrecifes del área de estudio recibían alrededor de 28 mil buceos/sitio/año. La conclusión de estos investigadores fue que la intensidad de uso actual se encuentra dentro de un margen sustentable, es decir, el daño infringido por el buceo tiene un efecto mínimo o nulo en la salud del arrecife.

Por otro lado, Tratalos y Austin (2001) mediante video transectos, compararon sitios con alta cantidad de buzos y sitios con nula presencia de éstos; asimismo, analizaron la diferencia de cobertura cerca de la boya de buceo y los sitios más alejados de ésta. Encontraron más corales dañados y muertos en lugares donde la cantidad de buzos era mayor y demostraron que la cobertura de

corales masivos era menor cerca de la boya de descenso de buceo, y que esta aumentaba conforme las áreas de buceo se alejan de ésta.

Zakai y Chadwick-Furman (2002) investigaron en el Golfo de Aqaba, Israel, el comportamiento de 251 buzos y estimaron el daño causado por el buceo en 4 sitios con diferentes niveles de visitas. En tan solo 12 km de costa, los arrecifes de Eliat recibían alrededor de 250 mil buceos por año, con más de 30 mil buceos en los sitios más visitados. Estos autores concluyeron que, dada la alta frecuencia de comportamientos que potencialmente dañan el arrecife y la proporción de corales dañados en los distintos sitios, la intensidad actual de uso de los arrecifes de Eliat no era sustentable ecológicamente. Con base en sus resultados, los autores sugirieron una capacidad de carga entre 5 mil y 6 mil buceos/sitio/año.

Por su parte, Worachananant y colaboradores (2008), efectuaron un estudio en Tailandia, en el que se determinó el efecto del buceo autónomo según los contactos ejercidos por el buceador sobre el coral y otros sustratos. Mediante una técnica de observación de 10 minutos, se examinó que el 93% de los buceadores estuvo en contacto con sustratos y en promedio se obtuvo un total de 97 contactos por hora de buceo. Los fotógrafos submarinos causaron más daños por contacto que los no fotógrafos al igual que los buceadores hombres, en comparación con las mujeres.

Finalmente, Di franco y colaboradores (2013) evaluaron los impactos del buceo recreativo en los hábitats marinos y realizaron un análisis de la respuesta inmediata de diferentes especies de peces ante las actividades de los buzos. Se observó una disminución en la desconfianza natural de los peces hacia los buceadores, debido posiblemente a que los buceadores entraban en contacto un gran número de veces con el sustrato, moviendo rocas o sedimento, y con dichas acciones se liberaban pequeñas presas potenciales para algunas especies de peces, por lo que esta aparente facilitación del alimento favoreció la afinidad de los peces por el buzo.

En Latinoamérica, también se han hecho esfuerzos para estimar la capacidad de carga en sitios de buceo. Tal es el caso de la isla de San Andrés, Colombia, en donde Gallo *et al.*, (2001) seleccionaron 23 sitios de buceo de los

más usados y estimaron su capacidad de carga empleando un método originalmente propuesto para porciones terrestres de áreas naturales desarrollado por Cifuentes-Arias *et al.*, (1999). El método fue adaptado a las condiciones del arrecife. Los autores concluyeron que, en promedio, los sitios de buceo de la isla de San Andrés podían soportar 29 buceos/sitio/día, equivalente a 10 mil buceos/sitio/año. En Brasil, Sousa *et al.*, (2006) usando el método de Cifuentes-Arias *et al.*, (1999), determinaron la capacidad de carga de los arrecifes frente a la Playa Seixas en Paraíba. Sus resultados indicaron que las formaciones arrecifales de Playa Seixas podían soportar en promedio un nivel de uso de 26 buceos/sitio/día o 4,600 buceos/sitio/año como valor máximo (ya que sólo se puede bucear durante 180 días al año).

En el ámbito nacional, existen algunos estudios como el hecho en la Zona de Protección de Flora y Fauna Los Arcos y en el Parque Nacional Islas Marietas, ubicados en la Bahía de Banderas, Jalisco (Ramírez *et al.*, 2008). Los autores adaptaron el método de Cifuentes-Arias *et al.*, (1999) a las condiciones arrecifales locales. Basándose en sus resultados, los autores sugirieron una intensidad de uso promedio de 58 buceos/sitio/día equivalente a 21 mil trescientos buceos/sitio/año.

Para los arrecifes de la costa de Quintana Roo, se tiene registro de dos investigaciones, la primera realizada en el Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos (PNAPM) por Reyes Bonilla y colaboradores (2009), quienes utilizando la metodología de Cifuentes-Arias *et al.*, (1999) lograron determinar el nivel de uso dentro del ANP. Sus resultados mostraron que, en promedio, la CC en el PNAPM es 58.3 buceos/sitio/día y anualmente el número promedio de visitantes que pueden realizar actividades de buceo libre y autónomo es de 21,279.5 buceos, cantidad que es excedida en 6 veces por el promedio anual de visitantes al PNAPM durante el período 2002-2007. En el mismo año (2009), solo que, en el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel (PNAC), Cupul Magaña *et al.*, (2009) evaluaron el impacto de buceo turístico con la finalidad de calcular el umbral máximo de visitas dentro de 20 localidades del Parque Marino. De acuerdo con sus resultados, el número promedio de buzos que pueden soportar los arrecifes

del PNAC es de 31,061.5 buzos/sitio/año y remarcaron que esta cantidad es 5 veces superior a lo propuesto para otras AMPs alrededor del mundo, es posible que el aparente amplio margen de la CC obtenida en el estudio se deba a que el reglamento del Parque prohíbe explícitamente el anclaje de las embarcaciones, medida clave en el control de la actividad ya que disminuye en gran medida el daño físico causado por el ancla e incrementa la Capacidad de Carga.

Para el caso particular de Baja California Sur encontramos las evaluaciones de Silva (1997), quien, presentó una tesis donde se hacen propuestas para mitigar los efectos del buceo recreativo en la Bahía de La Paz. En este estudio se resaltaron aspectos como los malos hábitos de los buzos y se revisaron las normas existentes para dicha actividad, concluyendo que es mínimo o nulo el efecto causado por los buzos en el área de estudio.

Durante el 2012, Álvarez-del Castillo estimó el impacto causado por el buceo en el Parque Nacional Cabo Pulmo, con el fin de determinar la capacidad de carga en esta ANP. La autora menciona que las aletas fueron el medio de contacto más frecuente sobre los organismos bentónicos, principalmente en corales. A su vez se encontró que un mayor número de contactos se vio influenciado por factores como deficiente control en la flotabilidad, sin embargo, el daño que causan los buceadores dentro del Parque Nacional Cabo Pulmo es mínimo.

Por su parte, Reyes-Bonilla y colaboradores (2012) presentaron estimaciones del número actual y máximo de buzos que realizan actividades en dos ANP: El Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos y el Área de Protección de Flora y Fauna de Cabo San Lucas (APFFCSL). Parte importante del cálculo de estas cuotas contempló el comportamiento de los buceadores en ambas ANP's, exponiendo que en estas áreas no había un nivel considerable de afectación causado por el buceo.

### **Impacto del buceo sobre organismos pelágicos**

El avistamiento de tiburones surge como una alternativa para generar una mejora en la toma de decisiones referentes a la conservación de estos pelágicos, ya que con los avistamientos y el buceo en algunos sitios, pretende ser una

alternativa de aprovechamiento para las comunidades pesqueras, con el objetivo de evitar una disminución de las especies por efectos de la pesca; sin embargo, son pocos los trabajos que evalúan el efecto de las actividades turísticas sobre los organismos pelágicos, esto considerando, que esta industria turística ha crecido aproximadamente 30% en los últimos veinte años. Por ejemplo, en Centro América se estima que la observación de tiburones genera alrededor de 37,000 dólares anuales (Cisneros-Montemayor *et al.*, 2013). Algunas de las investigaciones más representativas se describen a continuación:

Laroche y colaboradores (2007) presentaron los resultados de un estudio experimental, que examinó los efectos de la provisión de alimento, en la práctica de ecoturismo, sobre el comportamiento de tiburones blancos que estaban alrededor de una colonia de lobos marinos en Sudáfrica. Se advirtió que, aunque la actividad de ecoturismo tenía un efecto sobre el comportamiento de algunos tiburones, este fue relativamente menor, la mayoría de los tiburones mostró poco interés en los beneficios de los alimentos que se ofrecen.

González y Cubero-Pardo (2010) realizaron un estudio relacionado con el efecto de actividades turísticas sobre el comportamiento de fauna representativa en 16 sitios turísticos de las Islas Galápagos en Ecuador, la fauna marina estuvo representada por diferentes especies de animales, entre los que se encontró el tiburón puntas blancas (*Triaenodon obesus*). El objetivo de este trabajo fue analizar las reacciones, a corto plazo, ante actividades de buceo apnea y buceo autónomo, entre otras actividades turísticas en la zona. Para cada especie se registró su comportamiento al momento del encuentro con los turistas y su reacción ante dicha situación, se llevó a cabo un análisis de correspondencias. Particularmente para este tiburón, la evaluación reveló que no presentó reacción alguna ante las actividades ecoturísticas en la zona. Las autoras concluyen que se debe tomar en cuenta la sensibilidad de algunas especies consideradas en esta investigación para mejorar los planes de manejo en las Islas Galápagos.

Entre las publicaciones más importantes relacionadas con los impactos causados por los buceadores, se encuentra la de Cubero-Pardo y colaboradores (2011), en la que se observaron las reacciones de cinco especies de tiburones

ante el comportamiento de los buzos. Dicha investigación se llevó a cabo en las islas Galápagos y Malpelo, en la cual se tomaron en cuenta cuatro categorías discretas de reacción del tiburón (evasión, aproximación espontánea, alerta y ninguna reacción), dos categorías de estrategia de observación (estático y movimiento), así como la distancia del grupo de buceadores a los tiburones. Los autores concluyen que las reacciones de los tiburones variaron entre las especies, lugares y buzos, donde, la reacción de alerta fue la más frecuente cuando los buceadores usaron flash.

### **Justificación**

Los beneficios del turismo en las Áreas Naturales Protegidas pueden ser significativos, incluyendo el potencial para generar ingresos para el manejo. Sin embargo, como cualquier otra actividad humana en estas áreas, el turismo lleva implícitos impactos ambientales; como ejemplo de estos impactos, se han documentado daños a los corales provocados por turistas inexpertos o descuidados, contaminación provocada por las embarcaciones turísticas, daños a las poblaciones de peces que son objeto de la pesca deportiva, modificación de la conducta de organismos marinos, entre otros.

El control de estos impactos puede ser un elemento tan importante del manejo de un área Natural Protegida como cualquier otro, de tal forma que una clave potencial para tal manejo recae en la evaluación del número de turistas que un área Natural Protegida puede sostener sustentablemente.

Por estas razones, proponemos la realización de un estudio que evalúe la capacidad de carga y el establecimiento de los límites de cambio aceptable en dos Áreas Naturales Protegidas de gran relevancia para México, por su riqueza y abundancia de especies y por su creciente afluencia turística de buceo autónomo, y lo justificamos mediante:

... la necesidad de evaluar y controlar los efectos derivados de la actividad turística, determinando el nivel de fragilidad de los elementos atractores.

... la necesidad de orientar el desarrollo turístico con base en criterios e instrumentos de ordenación y gestión, desde una perspectiva estratégica, integrada y preventiva.

... la necesidad de consolidar la actividad turística en términos de calidad y favoreciendo la integración de los factores económicos, culturales y ambientales.

## **Hipótesis**

Aunque el nivel de uso de practicantes del buceo autónomo dentro de las áreas naturales protegidas de México ha incrementado en la última década, se considera que la intensidad de buceo se mantiene relativamente baja, comparada con otros importantes destinos de buceo alrededor del mundo, e.g., Mar rojo, Australia o Indonesia. La intensidad de buceo dentro de las Áreas Naturales Protegidas de México se encuentra por debajo de su capacidad de carga y es el momento óptimo para llevar a cabo la generación de los indicadores de cambio aceptable, que apoye el establecimiento de las regulaciones para el manejo de cada ANP.

## **Objetivos**

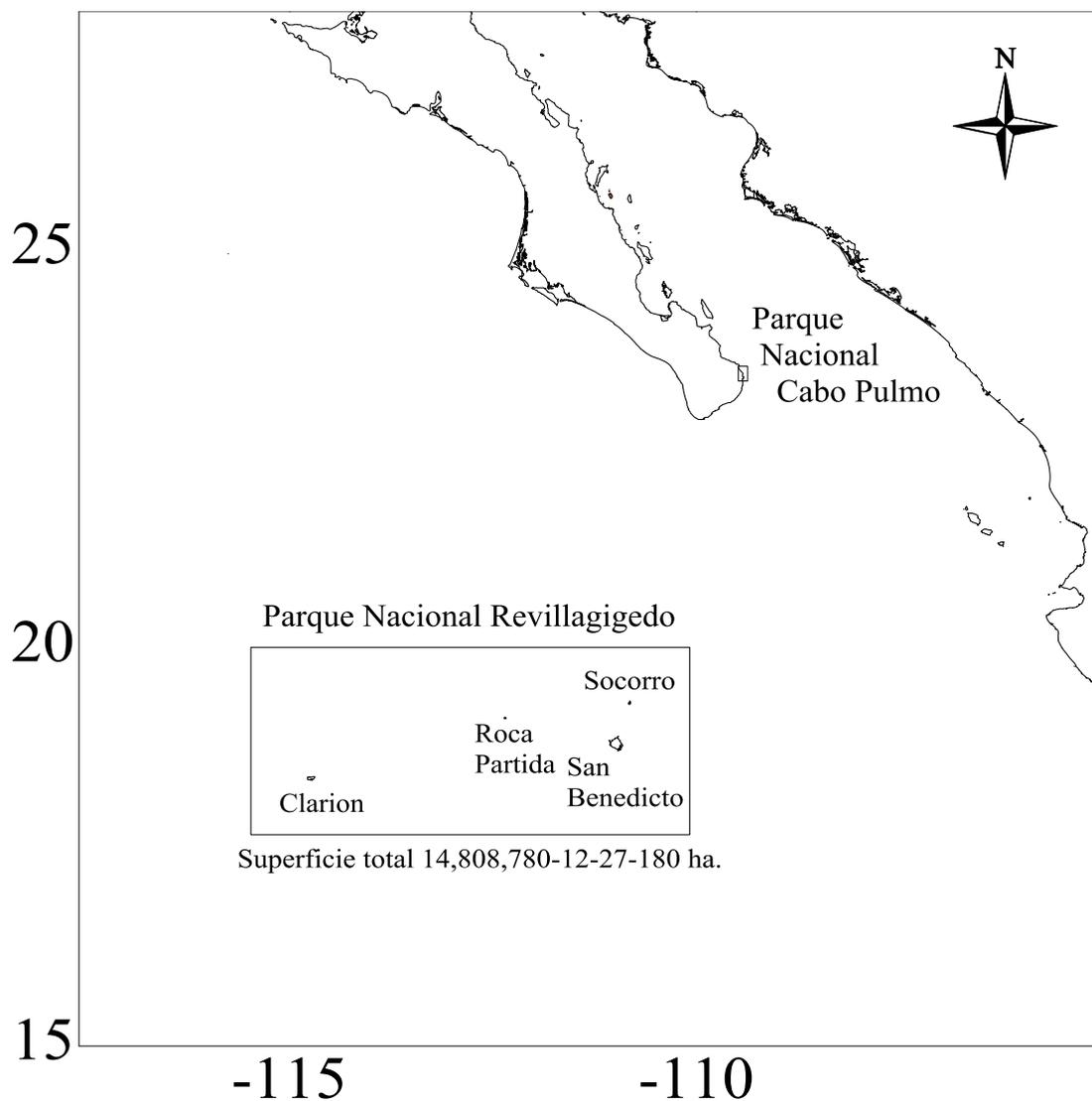
Establecer la Capacidad de Carga para buceo autónomo y los Límites de Cambio Aceptable en los Parques Nacionales de Revillagigedo y Cabo Pulmo.

### **Particulares:**

1. Caracterizar la estructura comunitaria de cada ANP mediante índices ecológicos con la finalidad de establecer los valores de fragilidad por sitio e identificar las especies claves para la conservación.
2. Establecer una primera estimación cuantitativa del número y tipología de los visitantes de cada ANP;
3. Análisis temporal de las tendencias del turismo dentro de cada ANP y sus posibles efectos sobre el componente ambiental;
4. Definir carencias de gestión, tales como impactos ambientales más allá de sus límites ecológicos, físicos y preceptuales de capacidad de carga;
5. Proponer medidas de gestión de su potencial ecológico y recreacional con el objeto de hacer sostenible su uso, compatibles con los objetivos y categoría de manejo de cada ANP en particular.

### Áreas de estudio

Las áreas de estudio de este proyecto fueron el Parque Nacional Cabo Pulmo Y el Parque Nacional Revillagigedo, la ubicación geográfica de ambas ANP puede ser observada en la figura 1



**Figura 1.** Ubicación geográfica de los Parques Nacionales Cabo Pulmo y Archipiélago de Revillagigedo.

## Parque Nacional Cabo Pulmo

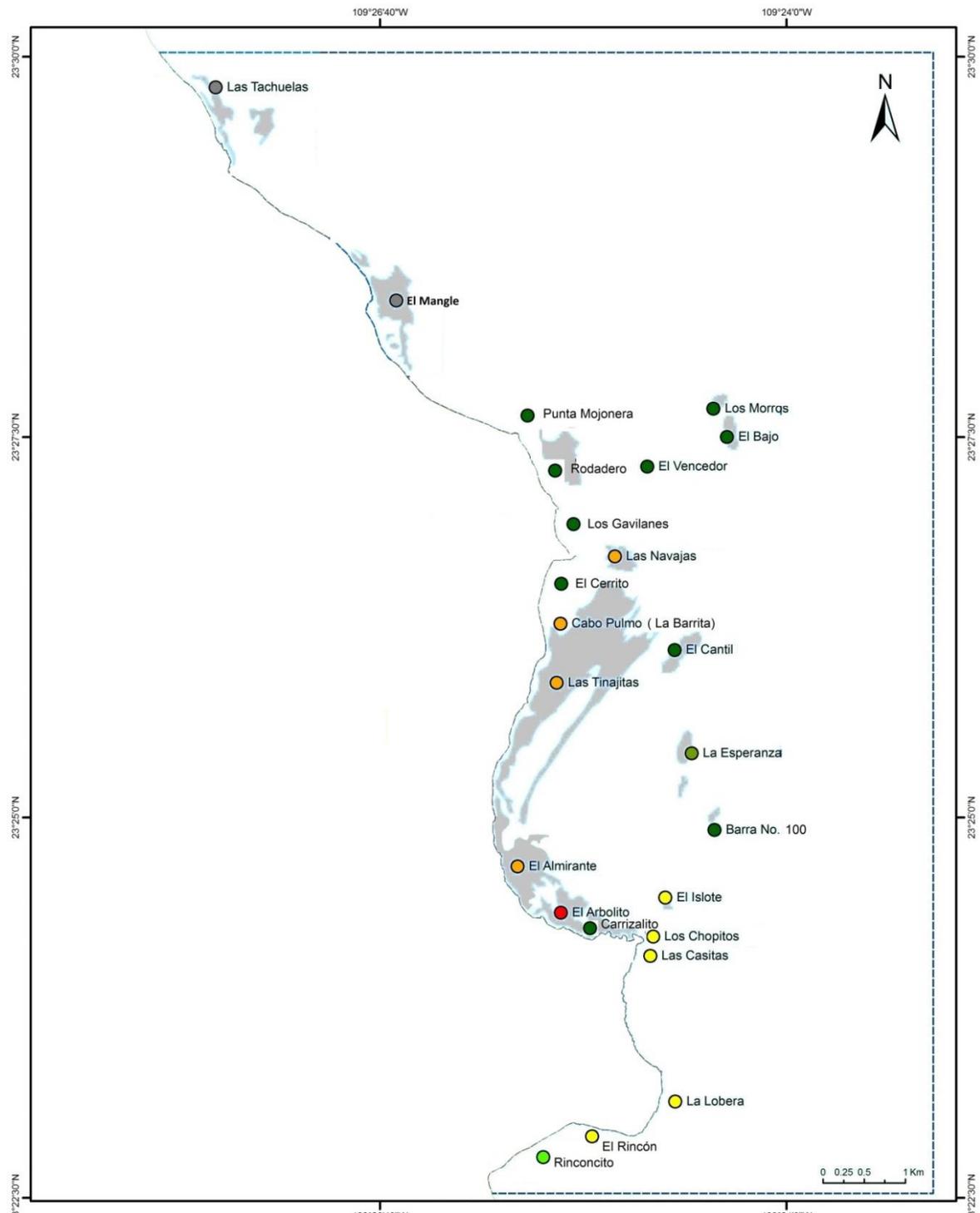


Figura 2. Localidades de estudio en el PNCP

El arrecife de Cabo Pulmo está ubicado en el Municipio de Los Cabos, Baja California Sur, entre las ciudades de La Paz y San José del Cabo, en los 23°22'30" y 23°30'00" N y los 109°28'03" y los 109°28'00" W (Fig. 2) (Anaya Reyna, 1993). Se localiza cerca de la entrada del Golfo de California, en una zona de transición entre el Pacífico tropical y templado (Álvarez-Filip *et al.*, 2006).

La superficie cubierta por el parque es de 7,111 hectáreas, correspondiendo solo el 1% de ese espacio a la Zona Federal Marítimo Terrestre. El arrecife está formado por barreras de conglomerados coralinos que se encuentran orientados en forma paralela a la costa, llegando a alcanzar los 15 m de profundidad (CONANP, 2006).

#### *Oceanografía*

La bahía está influenciada por agua fría y de baja salinidad (34.6 UPS) de la Corriente de California; agua más cálida y de salinidad media (34.65-34.85 UPS) proveniente del sur-este y acarreada por la corriente costera de Costa Rica; y agua cálida de alta salinidad (>34.9 UPS) proveniente del Golfo de California (Álvarez Borrego & Lara Lara, 1991), con una temperatura promedio anual de 24.97°C. Los nutrientes presentan valores de fosfatos (0.465 µM), silicatos (3.536 µM), nitratos (0.218 µM) y clorofila promedio anual de 0.2871mg/m<sup>3</sup>.

El patrón de corrientes del área sigue presumiblemente al que se conoce para la boca del Golfo de California. Durante el verano y el otoño las corrientes predominantes presentan una dirección norte, mientras que en el invierno y la primavera la dirección es hacia el sur (Álvarez Borrego y Lara Lara, 1991). Las corrientes de marea son fuertes y muy importantes en el transporte de materiales dentro del arrecife. Estas corrientes siguen un patrón particular; las más fuertes se presentan durante el verano y el invierno, en tanto que las de primavera y otoño son menos amplias (Reyes Bonilla, 1993a; Reyes Bonilla, 1993b).

Sobre la turbidez, se puede decir que las aguas de la bahía son claras. La región con mayores tasas de sedimentación corresponden a la zona sur, mientras que el efecto es menor en las zonas centro y norte (Martínez Olguín *et al.*, 1992).

#### *Geomorfología arrecifal*

La bahía está dividida en tres secciones: (1) la norte, caracterizada por suelo arenoso, poca cobertura de coral y una fuerte influencia de agua dulce en verano y otoño (Squires, 1959); (2) la sección sur, donde el movimiento del agua es poco, debido a la protección de la Punta de Los Frailes; (3) la sección central, con grandes áreas de sustrato duro (granito, arenisca y conglomerado) y una pendiente suave que soporta una gran densidad de coral, por lo que constituye el núcleo del arrecife. El arrecife está orientado en dirección noreste-suroeste y es una sola unidad intercomunicada (Fig. 2). Sin embargo, se distinguen tres barras o secciones alargadas del cuerpo del arrecife, separadas entre sí por franjas de arena de distinta anchura (Squires, 1959; Robinson & Thomson, 1992). Estas barras se extienden a una profundidad máxima de 20 m (en su sección norte), hasta la exposición de la parte superior de las colonias de coral durante la bajamar en algunas porciones de la barra más cercana a la costa (Anaya Reyna, 1993; Reyes Bonilla, 1993b).

#### *Fauna marina*

La fauna de Cabo Pulmo está conformada por especies provenientes de las provincias biogeográficas Panámica, Californiana y Cartesiana, así como algunas especies de la región del Indo Pacífico (Reyes Bonilla, 1993b). La comunidad coralina del arrecife presenta casi todas las especies de corales zooxantelados registrados en el Golfo de California: *Porites panamensis* Verrill, 1966; *Pavona clavus* (Dana, 1846); *Pavona gigantea* Verrill, 1869; *Pocillopora capitata* Verrill, 1864; *Pocillopora damicornis* (Linneo, 1758); *Pocillopora meandrina* Dana, 1846; *Pocillopora verrucosa* (Ellis & Solander, 1786); *Psammocora stellata* (Verrill, 1866); *Psammocora brigham* (Vaughan, 1907) y *Fungia spp.* (Reyes Bonilla et al., 1997;

Reyes Bonilla & Calderón Aguilera, 1999). Asociados a esta comunidad coralina hay una gran riqueza de organismos, lo que corrobora la alta productividad del sistema. Entre los inventarios publicados se encuentran los de poliquetos (Bastida Zavala, 1991), macro algas (Anaya Reyna & Ríosmena Rodríguez, 1996), gorgonias y corales pétreos (Reyes Bonilla et al., 1999), equinodermos (Cintra Buenrostro et al., 1998), anomuros (García Madrigal, 1999), Braquiuros (García

Madrigal & Bastida Zavala, 1999) micro moluscos (Vicencio Aguilar, 1998) y Peces (Saldivar, 2010)

La importancia ictiológica del arrecife de Cabo Pulmo radica en la existencia de un alto número de especies, tanto residentes como visitantes, que se benefician de la biomasa producida por el arrecife. Se han registrado 236 especies de peces, pertenecientes a 155 géneros y 60 familias (Villarreal Cavazos *et al.*, 2000). La mayoría de ellas pertenece a la Provincia Panámica, aunque también hay una proporción considerable de taxa del Indo Pacífico y endémicos del Golfo de California y, en menor grado, especies circuntropicales, Atlánticas y Cosmopolitas. Esta riqueza íctica excede las cifras registradas para muchos arrecifes rocosos o coralinos del Pacífico mexicano, lo cual es relevante, ya que el arrecife de Cabo Pulmo cubre un área relativamente pequeña (Villarreal Cavazos *et al.*, 2000).

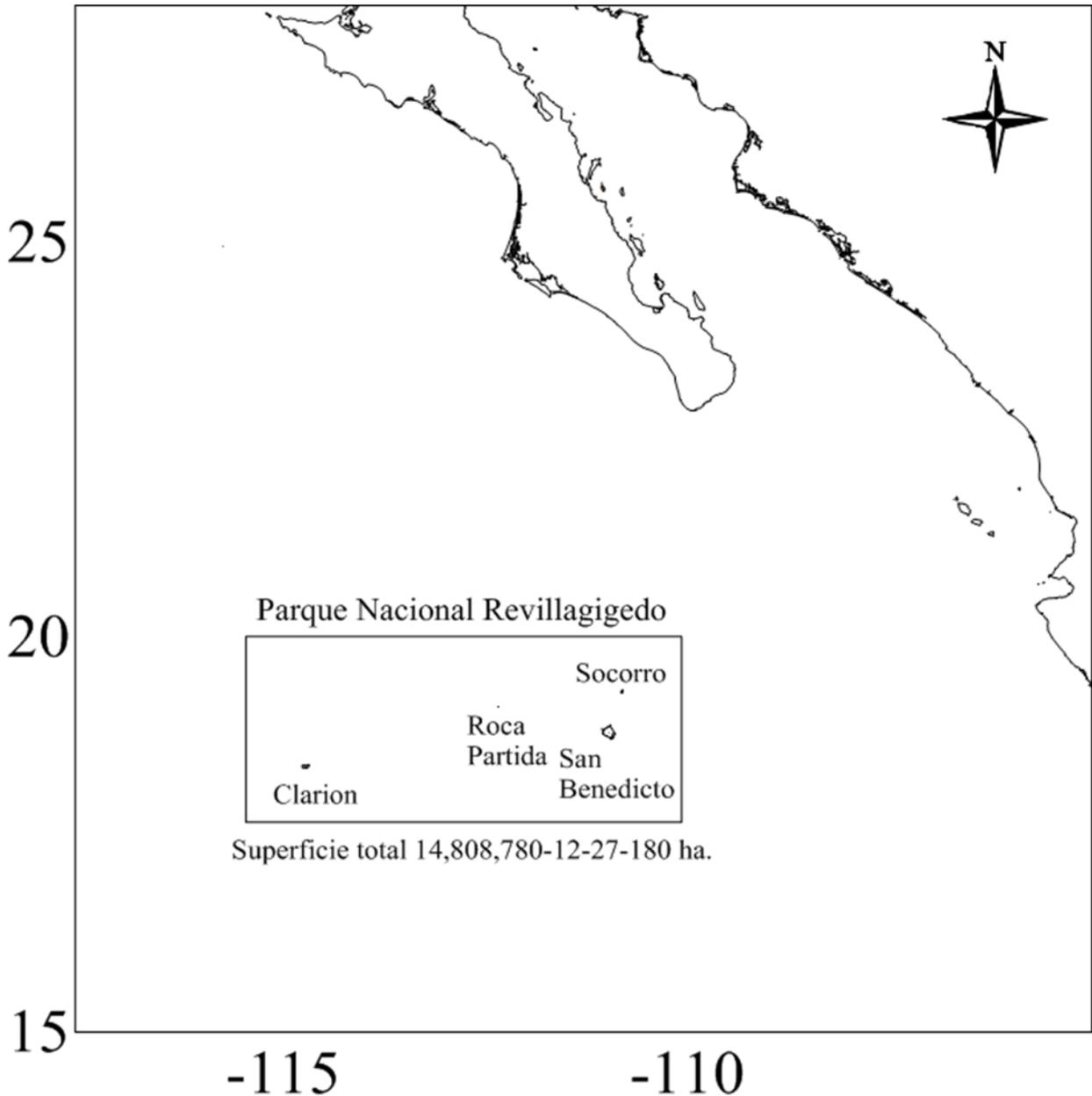
#### *Uso turístico*

En la zona de Cabo Pulmo las actividades turísticas comenzaron a mediados de los 90's antes de que el área fuera decretada como Parque Nacional por la CONANP; en ese entonces eran muy pocos los prestadores de servicios que operaban en la localidad brindando visitas guiadas de buceo y snorkel; sin embargo, han transcurrido ya más de 20 años y el número de prestadores de servicios no se ha incrementado significativamente, siendo tan solo 4 compañías locales las que ofrecen servicios de buceo dentro del Parque Nacional.

Existen 21 sitios que son utilizados para la realización de las actividades de buceo autónomo (Fig. 2), Las Tachuelas, El Mangle, Punta Mojonera, Los Morros, El Bajo, El Vencedor, El Rodadero, Los Gavilanes, El Cerrito, La Barrita, El Cantil, Las Tinajitas, Barra No. 100, El Arbolito, El Carrizalito, El Islote, Los Chopitos, Las Casitas, La Lobera, El Rincón, El Rinconcito.

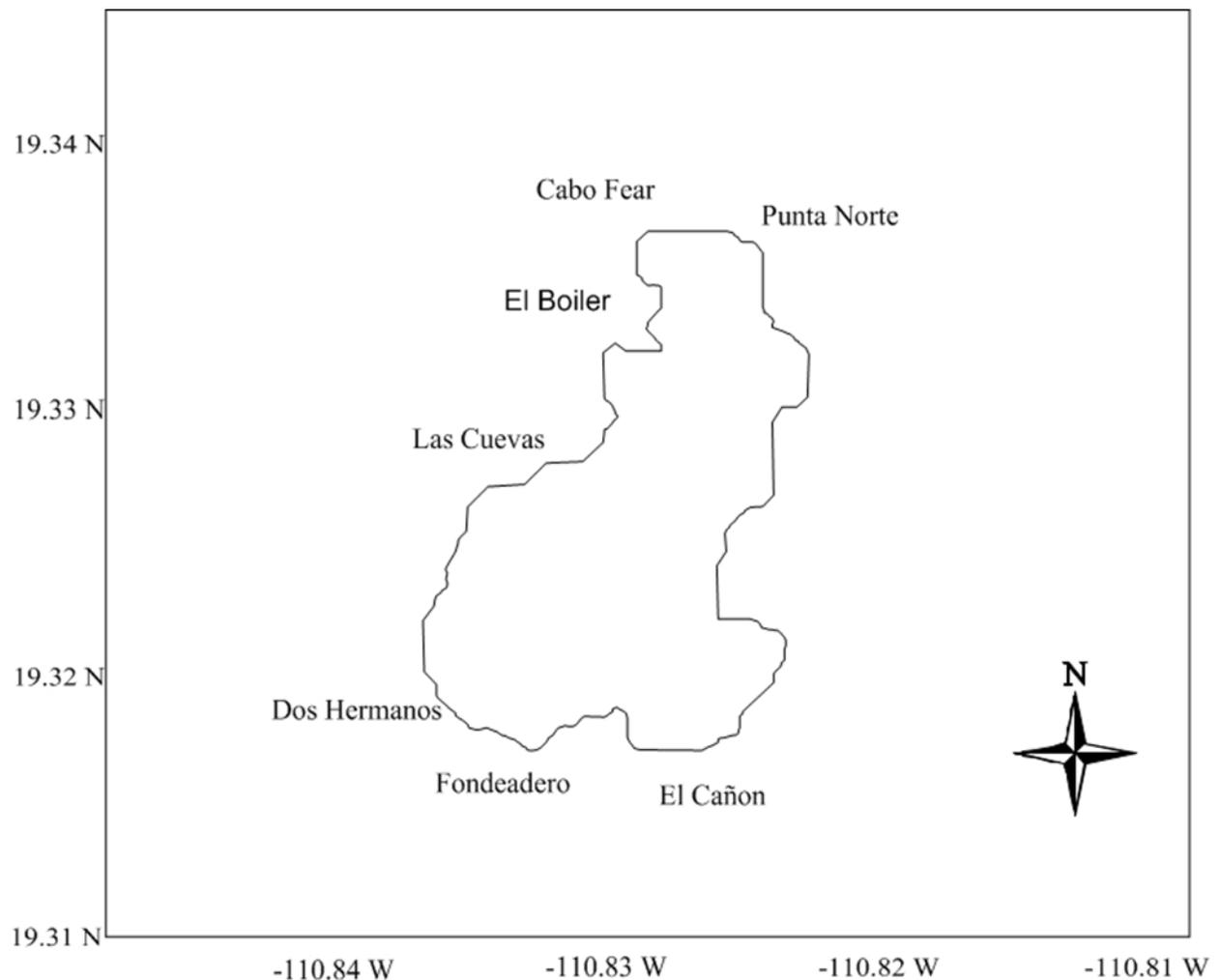
Parque Nacional Revillagigedo

El Archipiélago de Revillagigedo está situado frente a la costa occidental de México. Lo conforman 3 islas volcánicas (Socorro, San Benedicto, Clarión) y un islote (Roca Partida), de los cuales Isla Socorro es la isla más grande (Fig. 3), con un área aproximada de 14,400 hectáreas (Ketchum y Reyes- Bonilla, 1997).

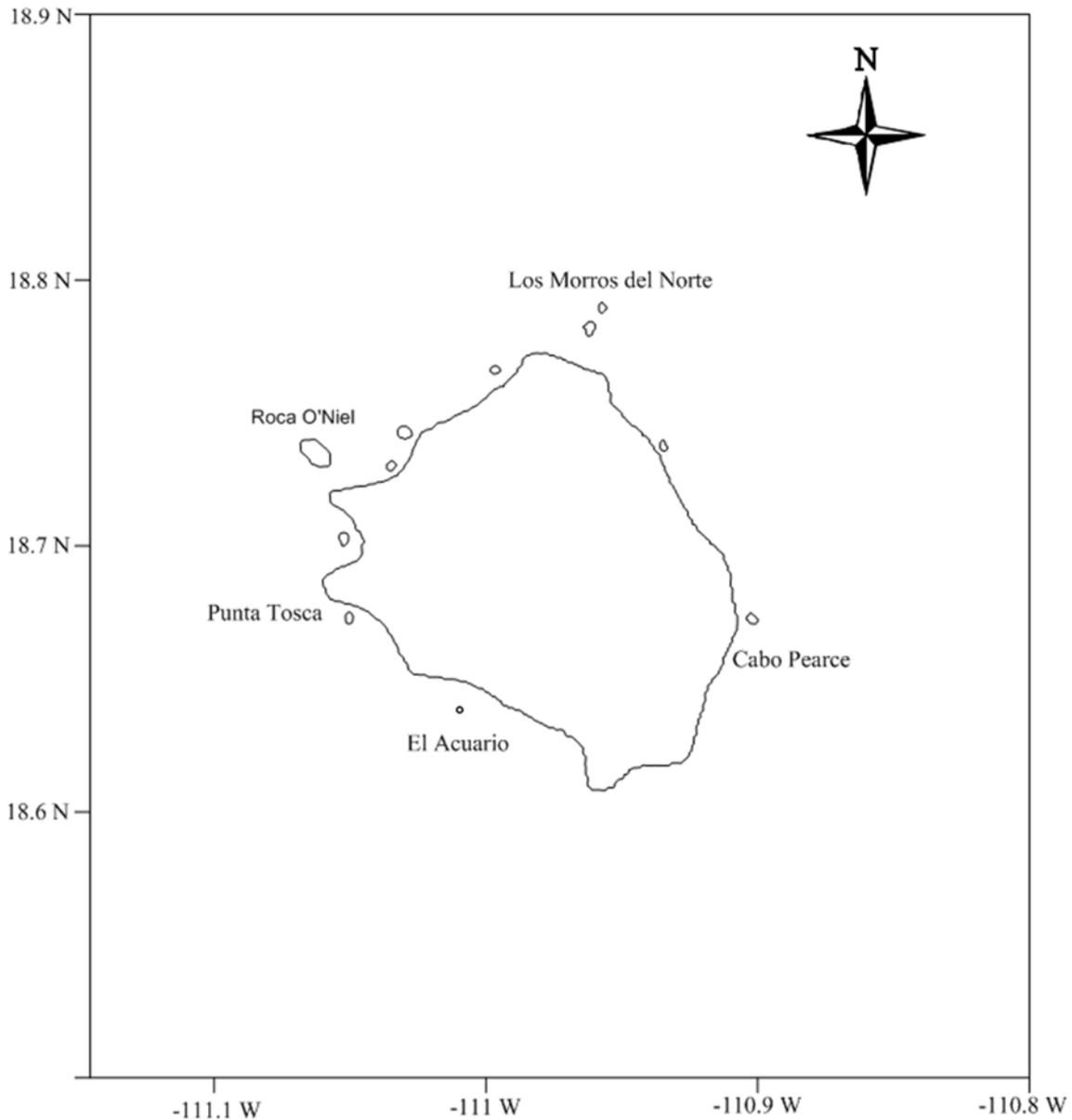


**Figura 3.** Parque Nacional Revillagigedo

Revillagigedo es un sitio de suma importancia ya que tiene numerosas especies de flora y fauna que son endémicas de este sitio. La fauna marina que habita el archipiélago es única y diversa puesto que al ubicarse esta zona en una región donde confluyen organismos del Indo-Pacífico, Golfo de California y Pacífico Mexicano le confiere gran relevancia zoo geográfica, ya que en ella hay sitios de alimentación y desove de especies comerciales, por lo que se le considera sitio clave para el manejo sustentable de las pesquerías de la región (CONANP, 2004).



**Figura 4** Sitios para el buceo turístico en la Isla San Benedicto



**Figura 5.** Sitios para el buceo turístico en isla Socorro

#### Oceanografía

Los registros oceanográficos muestran una variabilidad térmica poco marcada para la zona del archipiélago, con 3.5 °C de diferencia entre el mes más cálido y el mes más frío. En abril convergen las masas de agua superficiales y susuoerficiales de la corriente de California (CONANP, 2004).

La isla Socorro se encuentra ubicada en los límites del giro del Pacífico Nororiental, al sureste y del Pacífico oriental tropical. El primero está formado por el sistema de la corriente de California y la corriente Norecuatorial, cada uno de

estos sistemas posee características propias, y al estar esta isla situada en la frontera entre ambas corrientes, experimenta los procesos propios de cada uno de estos sistemas, pero con diferente intensidad. Las corrientes superficiales en la Isla Socorro están determinadas en gran medida por los patrones de circulación eólica. La circulación superficial del mar en el Archipiélago, se caracteriza por corrientes estables y variables. En cuanto a la salinidad se tienen registros de que en verano los mares presentan valores que oscilan entre 34.5 y 34.6 ppm, en cambio, en invierno varían entre 34.1 y 34.8ppm (CONANP, 2004; NOAA, 2011).

### *Geología*

La constitución geológica de las islas Revillagigedo es de origen volcánico, abundan los basaltos, traquitas y riolitas (Ortega y Castellanos, 1994), los fosfatos y nitratos mantienen concentraciones relativamente constantes a lo largo del archipiélago presentando promedios de  $0.314 \pm 0.008$  y  $0.138 \pm 0.004$   $\mu\text{mol/L}$ , respectivamente (NOAA, 2011). La Isla Socorro está integrada por derrames de lava y piroclastos asociados al Volcán Evermann. De la geología submarina se conoce poco, aunque se piensa que está compuesta por basaltos, a juzgar por las rocas más antiguas que se ven en la isla como basaltos, toleítas, y riolitas sódicas (Ortega y Castellanos, 1994; CONANP, 2004).

En la Isla San Benedicto el Volcán Bárcena emerge como parte fundamental de la cordillera submarina, tiene una altitud máxima de 374m y una pendiente de  $33^\circ$ , cuenta con piroclastos que se localizan al sur de la isla (CONANP, 2004). Finalmente Roca Partida es la cima de un volcán submarino, las rocas del islote Roca Partida tienen el dominio de anfíboles y piróxenos sódicos, donde domina el sodio sobre el potasio, así como la escasez de plagioclasa (CONANP, 2004).

### *Fauna marina*

La estructura arrecifal es similar entre las islas, aunque Isla Clarión presenta la mayor cobertura de todo el grupo, por su parte San Benedicto tiene una menor cobertura que las islas Socorro y Clarión (CONANP, 2004). Sin embargo cabe mencionar que las islas que conforman Revillagigedo se ven expuestas al paso de huracanes cada año, por lo que es de suponerse que la

composición y abundancia coralina ha cambiado, ya que son doce años desde esta última evaluación publicada y no se cuenta con una referencia más actualizada.

En cuanto a los organismos pelágicos Robertson y Allen (2003) reportan veinticinco especies de elasmobranquios para las islas, de las cuales 20 son tiburones, entre ellos destacan por su abundancia, en algunas islas: el tiburón martillo (*S. lewini*), el tiburón piloto (*C. falciformis*), el tiburón punta plateada (*C. albimarginatus*), el galápagos (*C. galapagensis*), el punta blanca de arrecife (*T. obesus*) y el tiburón ballena (*R. typus*). Dentro del grupo de las rayas destaca la manta gigante (*M. birostris*) por su abundancia (CONANP, 2004).

#### *Uso turístico del área*

Las actividades económicas más importantes del archipiélago son el buceo recreativo y la pesca deportiva. La creciente afluencia turística en Revillagigedo atrae en promedio 1900 buceadores al año (37% USA, 33% Europa, 30% otros), entre 70 y 80 embarcaciones de turismo de buceo, generando un aporte económico de 14 millones de dólares/año, teniendo que cada buceador paga aproximadamente cerca de 3000 dólares por pasajero (Ruiz, 2015). Dentro del Archipiélago hay algunos puntos de buceo frecuentados por turistas en la isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pierce), San Benedicto (Punta Norte, El Cañón, El Boiler y Las Cuevitas) y Roca partida debido a sus dimensiones todo el islote se usa para buceo (Bedolla 2007). Los sitios de buceo en los que se llevó a cabo el estudio fueron: Aquí debes mencionar los sitios y hacer referencia a las figuras 4 y 5, que deben aparecer aquí abajo, no 2 páginas antes.

## **Metodología**

### **Georreferencia y medidas de los senderos de buceo autónomo**

La primera fase consistió en la toma de coordenadas iniciales y finales en las rutas a seguir por los visitantes a lo largo de cada sitio de buceo en ambas ANP con la finalidad de poder generar los polígonos de uso para cada localidad. Como se describe a continuación.

Los sitios de buceo fueron localizados con ayuda de los capitanes de las compañías turísticas que laboran en ambas ANP mediante el uso de marcas en tierra. La posición de las marcas en tierra utilizadas para referenciar el inicio o fin de cada sitio, se corroboraron mediante observaciones *in situ* haciendo uso de buceo autónomo. El buzo verificaba que la posición fuera correcta y posterior a esta verificación se hacía la toma de coordenadas, con ayuda de boyas submarinas que emergían hasta la superficie para indicar el punto exacto en cada sitio. Todos los sitios donde se practica buceo autónomo en ambos Parques Nacionales fueron georreferenciado usando un GPS (precisión 3m) tomando dos marcas, una que indicaba el inicio del arrecife y una segunda donde se encontró el final de este. Con ambas coordenadas se calcularon las distancias lineales en metros a la que equivale la sección del arrecife que recorren los turistas durante las actividades de buceo, obteniendo de esta manera una medida total del sendero de buceo para cada localidad en ambas ANP.

### **Caracterización biológica de las ANP**

#### *Parque Nacional Cabo Pulmo*

##### Toma de datos biológicos

Durante los meses de octubre y noviembre 2015 se visitaron 15 sitios donde se practica el buceo autónomo y se realizó un monitoreo biológico, con la finalidad de obtener conteos de especies que permitan tener un estimado sobre la abundancia, riqueza, equidad y diversidad de organismos bentónicos (corales, moluscos, equinodermos) y de la ictiofauna.

Las localidades visitadas fueron: El Mangle, Punta Mojonera, Los Morros, El Bajo, El Vencedor, El Rodadero, Los Gavilanes, El Cerrito, La Barrita, Carrizalito, El Islote, Las Casitas, La Lobera, El Rincón, El Rinconcito.

Se realizaron 4 transectos de 25 metros en 15 sitios (N=120), para el caso de los componentes bentónicos el ancho de banda que se cuantificó fue de 1 x 25 m y para la ictiofauna se realizaron ventanas de 2 x 25 m.

De manera paralela un buzo monitor realizó conteos de colonias de corales escleractinios y octocorales presentes en 21 sitios del ANP, aumentándose para este análisis los sitios de: Las Tachuelas, El Cantil, Las Tinajitas, Barra No. 100, El Arbolito, Los Chopitos. Los conteos se realizaron mediante buceo errante (N=63), por periodos de 5 min, durante los cuales el buzo contabilizaba todas las colonias de coral que encontrara en su trayectoria en un ancho de banda de 2m este método se repitió tres veces en cada sitio (10 min total/sitio).

#### Análisis de datos biológicos

Con los registros de peces e invertebrados bentónicos se calcularon los promedios de abundancia, riqueza, diversidad y equidad por sitios, (para el caso de los invertebrados la información fue sub dividida previamente por grupo taxonómico); también se realizó el cálculo de las abundancias relativas por especies. De manera previa a la aplicación de las pruebas estadísticas (para ambos grupos), se realizaron pruebas de normalidad y homogeneidad, en los casos donde los supuestos fueron aprobados se aplicaron ANOVAS 1 vía y en los casos donde los supuestos no se cumplieron, se aplicó un estadístico no paramétrico Kruskal-wallis. En cualquiera de los casos, cuando la prueba estadística reflejó diferencias significativas entre las localidades, se aplicaron pruebas *a posteriori* de TUKEY para identificar el origen de las diferencias.

De igual manera se calcularon los índices ecológicos para el grupo de corales, así como abundancia promedio de especies en cada sitio. Los datos referentes a los índices ecológicos se les aplico una prueba *T-student* para muestras simples con la finalidad de identificar si existen diferencias entre los valores calculados para cada sitio.

Un análisis secundario de la información sobre los corales fue la tipificación de las formas presentes en cada sitio (ramificadas, masivas, incrustantes), con ello se calculó el valor de fragilidad para cada localidad que se incluye en la fórmula de capacidad de carga para el Parque Nacional Cabo Pulmo.

## *Parque Nacional Revillagigedo*

### Toma de datos biológicos

Debido a la dificultad para la instalación física de transectos para la toma de datos biológicos durante las visitas al Archipiélago de Revillagigedo, los registros se obtuvieron mediante censos visuales. Para el caso de los invertebrados bentónicos se simuló la técnica utilizada para realizar transectos de banda. La medida que se utilizó fue 2m ancho x 25m largo. Los censos se realizaron a profundidades de 30, 20, 10m (+/-2m), nadando a velocidad constante. El procedimiento consistió en identificar y cuantificar el total de individuos de diversas especies de corales, moluscos, equinodermos y crustáceos, presentes en el área por periodos de 5 minutos, durante los 50 minutos que duran las inmersiones. Al finalizar cada censo se continuó nadando en la misma dirección por unos 5m antes de iniciar el siguiente censo (número total de censos para cada grupo de invertebrados bentónicos N= 136).

Al igual que para los invertebrados bentónicos, la ictiofauna fue contabilizada a través de ventanas de observación de 5m ancho x 5m de alto x 25m largo. Cada observador realizó el censo nadando en paralelo al arrecife o pared, ubicándose lo más cercano posible al mismo (5m de la pared o al borde del arrecife según fue el caso), a una profundidad de 30, 20, 10m (+/-2m), nadando a velocidad constante y empleando un tiempo máximo de 6 minutos para estandarizar a los monitores. Al finalizar cada censo se continuó nadando en la misma dirección por unos 5m antes de iniciar el siguiente censo. El número total de censos para peces óseos, rayas demersales y pelágicos fue de N=44

### Análisis de datos biológicos

El grupo de los peces se dividió para su análisis en dos grupos (peces óseos y rayas demersales y tiburones y mantas. Por su parte los invertebrados bentónicos fueron divididos por grupo taxonómico (moluscos, equinodermos y crustáceos), para cada una de estas agrupaciones se determinó la abundancia relativa con el fin de conocer las especies más abundantes en el Archipiélago. Luego con base en los conteos del número de individuos en cada sitio se

determinaron los indicadores ecológicos de riqueza [S]; diversidad [H'] y equidad [J'].

Posteriormente y con el objetivo de detectar si existen diferencias entre los atributos ecológicos de los distintos sitios de buceo, se realizaron pruebas estadísticas de normalidad empleando la prueba de Kolmogorov- Smirnov. Al no cumplir los datos con esta condición y considerando que el número de censos realizados varió entre los sitios de muestreo, se trabajó con la prueba estadística no paramétrica por rangos de Kruskal- Wallis ( $\alpha=0.05$ ). En los casos donde se presentaron diferencias significativas se aplicó la prueba *a posteriori* de Dunn.

### **Estimación del impacto del Buceo**

Con el objetivo de identificar los posibles impactos relacionados con el buceo autónomo sobre la fauna, se realizaron seguimientos a buzos visitantes de las dos ANP. Para cuantificar los efectos de los buceadores sobre el entorno, se empleó el método de Cifuentes Arias *et al.* (1999), adaptado al entorno marino por Sousa Melo *et al.* (2006). Además, el método de cuantificación del impacto de los buzos sobre las especies benthicas se tomó de Roupheal e Inglis (1997), y para el caso de especies pelágicas y de gran tamaño, se tomaron en cuenta las recomendaciones de Chasqui Velasco (2008)

En total para el PNCP durante el período de marzo a diciembre de 2015 se realizaron 136 seguimientos a buzos visitantes. Para el PNR durante el periodo de febrero de 2014 a junio 2015 se llevaron a cabo un total de 325 seguimientos a buzos visitantes. Los detalles de estas metodologías se presentan adelante en la descripción metodológica de la capacidad de carga.

### ***Uso turístico***

#### ***Parque Nacional Cabo Pulmo***

Para evaluar la afluencia turística de visitantes que practicaron actividades de buceo autónomo para el año 2015 en el PNCP, los datos se obtuvieron de las bitácoras de los prestadores de servicios turísticos locales y de la información otorgada por la Dirección del Parque, proveniente de su sistema de avisos que llevan a cabo en la torre de vigilancia. Para realizar el análisis, los datos fueron capturados y ordenados en una hoja de cálculo tomando en cuenta la fecha, el

número diario de visitantes y los sitios donde realizaron las inmersiones, de esta manera, se pudo calcular el número de visitantes por mes y sitio de arrecife.

#### *Parque Nacional Revillagigedo*

Para el PNR no se cuenta con un registro de los visitantes del ANP por sitio de buceo, ni ningún tipo de registro mensual del flujo de visitantes generado por la administración del ANP; por lo tanto con el fin conocer cuál sería el escenario de afluencia turística en el PNR, se consultaron en Internet las páginas de las compañías que desarrollan las actividades de buceo en el archipiélago. Los datos que se obtuvieron fueron los calendarios de visita para el año 2015, con estos calendarios se estimó el número de viajes por temporada que realizó cada compañía. De igual manera se buscó información sobre el número de buzos por barco durante los viajes, para con ello estimar el número total de inmersiones que se podrían realizar durante cada día, durante cada viaje y el total de buceos realizados durante la temporada.

#### ***Perfil y Percepción de visitante***

Durante el periodo de 2014 a 2015 se aplicaron un total de 170 encuestas a buzos en el PNR y 122 encuestas a buzos en el PNCP, con el fin de conocer diversos datos de su actividad como el tiempo de buceo, número de inmersiones al día, profundidad, número de días de visita, el tamaño del grupo y su grado de satisfacción en la experiencia. Además se cuestionó al turista sobre el estado de salud del arrecife (excelente, bueno, malo, deteriorado) y cuáles son los indicadores que considera para evaluarlo de tal modo (cantidad de peces, presencia de corales rotos, organismos dañados, etc). Otra serie de datos importantes que se obtuvieron en las encuestas fue saber cuál fue el grupo de organismos que le pareció más destacable a los usuarios (peces, corales, tiburones, mantas, delfines), el tamaño deseable de los grupos de buceo, la distancia mínima ideal entre buceadores. Finalmente, se preguntó a los usuarios su opinión sobre aspectos que deberían ser cubiertos por las autoridades del Parque Nacional o por los prestadores de servicios; por ejemplo, se incluyeron cuestionamientos sobre si la información proporcionada por los guías fue adecuada y correcta, si sabían que tour y qué tipo de productos serían

recomendables de poner a disposición de los visitantes (guías de especies, mapas de la localidad, etc.). El formato de la encuesta se presenta en el anexo 1

### ***Capacidad de Carga para actividades de buceo autónomo (CC)***

La Capacidad de Carga para actividades de buceo autónomo en el Parque Nacional Cabo Pulmo fue calculada para 21 sitios dentro del ANP (Las Tachuelas, El Mangle, Punta Mojonera, Los Morros, El Bajo, El Vencedor, El Rodadero, Los Gavilanes, El Cerrito, La Barrita, El Cantil, Las Tinajitas, Barra No. 100, El Arbolito, El Carrizalito, El Islote, Los Chopitos, Las Casitas, La Lobera, El Rincón, El rinconcito).

Para el Parque Nacional Revillagigedo el cálculo se realizó únicamente en Isla San Benedicto (3 sitios: El Boiler, El Cañón, Las Cuevas, Punta Norte), Isla Socorro (2 sitios: Cabo Pearce y Punta Tosca) y el islote Roca Partida, la Isla Clarión no fue contemplada en esta evaluación, debido a que por su lejanía del núcleo del Parque nacional los viajes a Isla Clarión son raramente realizados

Para lograr calcular las cuotas de CC, se requiere conocer tres factores para poder tener un estimado de la capacidad de carga para buceo en cualquier ANP: la capacidad de carga física, la real y la efectiva.

La determinación de la capacidad de carga física requiere una evaluación de la superficie en metros cuadrados donde se lleva a cabo la actividad. En sistemas arrecifales este valor se estima con base en mapeos o batimetrías en los sitios de buceo, y en demarcaciones de las rutas de los buzos. Además de lo anterior, para la valoración de la CCF es necesario conocer lo siguiente: el horario que está abierta el área protegida para los usuarios (diurna y nocturna), el tiempo que toma cada grupo en el agua (desde que salen hasta que regresan a tierra o al barco, según sea el caso), el área que ocupa cada persona para desplazarse libremente sin entrar en contacto físico con otros buzos, así como, la distancia a mantenerse entre grupos si estos están en un lugar de manera simultánea.

A continuación, deben aplicarse diversos factores de corrección que reduzcan la CCF con el fin de conservar el sistema en buen estado, y asegurar la satisfacción del turista. Estos factores se adaptan dependiendo de las circunstancias particulares del lugar donde se lleva a cabo la actividad, y en este

caso se sugiere el empleo de cinco de ellos: factor de corrección social (*Fsoc*), factor de corrección por fragilidad (*Ffrag*) de las comunidades marinas, factor de corrección por condiciones climáticas (*Fclim*), factor de corrección por daños (*Fdañ*), que incluye el impacto de los buceadores sobre las especies blanco de la observación o sobre el sistema biofísico en general.

Factor de corrección Social (*Fsoc*): son los aspectos referentes a la calidad de la visita, en función a lo establecido por las reglas administrativas del Plan de Conservación y Manejo (PCyM) de cada ANP referentes al tamaño de los grupos, número máximo de buzos por grupo de buceo (incluido el guía), duración máxima del tiempo durante las inmersiones de buceo y la distancia entre grupos para evitar aglomeración, facilitando la supervisión y control para seguridad y satisfacción del visitante.

Factor de corrección por fragilidad (*Ffrag*): toma en cuenta el porcentaje y tipo de especies que viven en la zona y su susceptibilidad natural a ser afectadas por acciones humanas o climáticas. En este caso, se evalúa la abundancia de los componentes del fondo que pueden ser dañados potencialmente por el contacto de los buzos (corales, gorgonáceos, esponjas, etc.), y para peces, también se valora el nivel de interés que tienen para la conservación (especies insertas en la NOM-ECOL-059, en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, y otras). Estos datos deberán obtenerse a partir de censos de los organismos en el campo y esta información, además, será la empleada como línea base para medir la efectividad de las acciones de manejo actuales y servirá para establecerse las estrategias para el uso sustentable de los recursos a seguir en el futuro.

El factor de corrección por condiciones climáticas (*Fclim*): se refiere al número de días en que la reserva está cerrada durante la temporada alta por efectos del mal tiempo, información proveniente de la Capitanía de Puerto y de las bitácoras de prestadores de servicios turísticos.

Finalmente, el Factor de corrección por daños (*Fdañ*): mediante el cual se estima la probabilidad de ocurrencia de daño como resultado de los impactos de los buzos, ya sea por descuido o de manera intencional sobre los componentes

del sustrato béntico o las especies pelágicas que son blanco de las observaciones. Este factor se determinará de dos maneras: i) en los sitios donde el buzo puede tener interacción con el fondo, se utilizara el método propuesto por Rouphael e Inglis (1997), un observador llevará a cabo seguimientos de las personas dentro de los grupos y cuantificará en un tiempo determinado (10 min por buzo) el número de contactos con el piso y con las especies residentes del bentos; dichos contactos pueden ser con las aletas, mangueras, consolas, cámaras fotográficas, y demás accesorios, también se considera el caso en que el buzo perturbe el fondo y levante arena o si llega a mover rocas; ii) en segundo lugar, para los sitios donde el buzo está flotando en el agua y las interacciones se den con organismos de mega fauna, se usará la metodología propuesta por Chasqui y Velasco (2008), la cual nos fue recomendada por las autoridades del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica, sitio en donde este tipo de actividades también se lleva a cabo. El método consiste en cuantificar las reacciones negativas y positivas que los organismos tienen ante los observadores. En el primer caso, se consideran los movimientos de evasión al buzo, de alerta y las reacciones defensivas, mientras que en, el segundo, se toma en cuenta el acercamiento o cuando el individuo no se ve perturbado en su comportamiento por la presencia de las personas.

La última parte del cálculo requiere el conocer el potencial para aplicar las reglamentaciones de manejo con las que cuentan las autoridades de la reserva. Este análisis se realizará mediante la aplicación de un cuestionario para evaluar tres componentes básicos de la administración de cada ANP: Infraestructura, personal y equipo.

Los criterios a evaluar son:

Estado, Localización y funcionalidad, los cuales se calificarán de acuerdo con la siguiente escala:

Porcentaje de valoración	Valor	Calificación
≤35%	0	No satisfactorio
36 – 50%	1	Poco satisfactorio
51 – 75%	2	Medianamente satisfactorio
76 – 89%	3	Satisfactorio

≥90%	4	Muy satisfactorio
------	---	-------------------

Para cada componente se obtendrá un promedio de la calificación y posteriormente la Capacidad de Manejo se calculará a partir del promedio de los valores correspondientes a Infraestructura, Equipo y personal.

$$\text{CM} = (\text{Capacidad en infraestructura} + \text{Capacidad equipo} + \text{Capacidad en personal}) / 3$$

Una vez con toda la información, el cálculo final de la capacidad de carga efectiva se realiza multiplicando la capacidad de carga física (en unidades de número de buceos) por la capacidad de carga real (cifra entre 0 y 1, la cual representa un porcentaje de reducción de la capacidad física, derivado del uso y aplicación de los factores de corrección social, daño, clima y fragilidad presente en cada uno de los sitios), y luego por la capacidad de manejo (otro porcentaje que vuelve a reducir el nivel potencial de uso de cada sitio).

### ***Límite de Cambio Aceptable (LCA) para el PNCP y el PNR***

Durante el año 2016, mediante la participación en las reuniones de los consejos asesores del Parque Nacional Cabo Pulmo y del Parque Nacional Revillagigedo, se realizaron dos talleres participativos (que incluyeron representantes de gobierno, operadores turísticos y científicos), con el objetivo de determinar los indicadores de Límite de Cambio Aceptable para cada una de las ANP, como se describe a continuación:

Para el planteamiento de los indicadores de Límite de cambio Aceptable, se tomó como base el procedimiento descrito por Stankey *et al.*, (1985), con algunas modificaciones, las cuales se detallan a continuación.

#### **Paso 1: Identificar amenazas y oportunidades**

Se definieron las amenazas y oportunidades del PNCP y del PNR enfocándonos en los entornos biofísico, social y administrativo, definiendo ambos conceptos como:

**Amenazas:** *Cualquier situación que pueda ser considerada como una amenaza relacionada con la eficiencia en el manejo actual o futuro, derivado de las actividades de buceo autónomo en el ANP.*

**Oportunidad:** *Puntos positivos presentes que se pueden aprovechar para la construcción de la estrategia de manejo.*

#### **Paso 2: Definir las condiciones deseadas para cada sitio**

A partir de las amenazas y oportunidades identificadas para el PNCP y el PNR se elaboraron las condiciones deseadas para ambos Parques Nacionales en cuanto a 1) los recursos naturales de cada ANP, 2) la calidad y experiencia del visitante, 3) la eficiencia en la administración del ANP.

#### **Paso 3: Definir las clases de oportunidad y la zonificación para las actividades de buceo autónomo**

- La zonificación debe representar el rango de experiencias que se desea ofrecer a los visitantes
- Los criterios técnicos que definen cada zona son el grado de naturalidad, la soledad o aglomeración de visitantes, la accesibilidad, el equipamiento, la interpretación, la señalización aceptable, entre otros.

- Una vez definidas las condiciones deseadas para cada sitio se podrán agrupar sitios para generar zonas con diferentes clases de oportunidad.

Pasos 4 y 5: Definir los indicadores de LCA y estándares de esos indicadores

- Los indicadores de LCA se establecieron a partir de las inquietudes y oportunidades reveladas por los diferentes actores que tiene influencia en el ANP.
- Sirven para medir las condiciones actuales o futuras respecto a las condiciones deseadas.
- Se especifican estándares para comparar los valores medidos a partir de las condiciones deseables.

Pasos 6 y 7: Plantear diferentes escenarios para cada indicador de LCA y diseñar la estrategia de manejo

Para cada indicador de LCA se plantearon diferentes escenarios (estándares), el actual (línea base), un escenario deseado (Estándar Mínimo Aceptable “EMA”) que llevaría a cada uno de los indicadores a la condición deseada y uno o dos escenarios favorable y/o desfavorable (estándares mayores o menores al EMA). Se decidió no eliminar ninguno de estos estándares con el fin de elaborar una estrategia de manejo para cada uno de estos escenarios previstos y contar con las herramientas de manejo, es el mismo documento para actuar en caso de que el indicador rebase o disminuya respecto al EMA.

Pasos 8: Diseño del protocolo de monitoreo para medir el impacto de las actividades de los visitantes en el ANP.

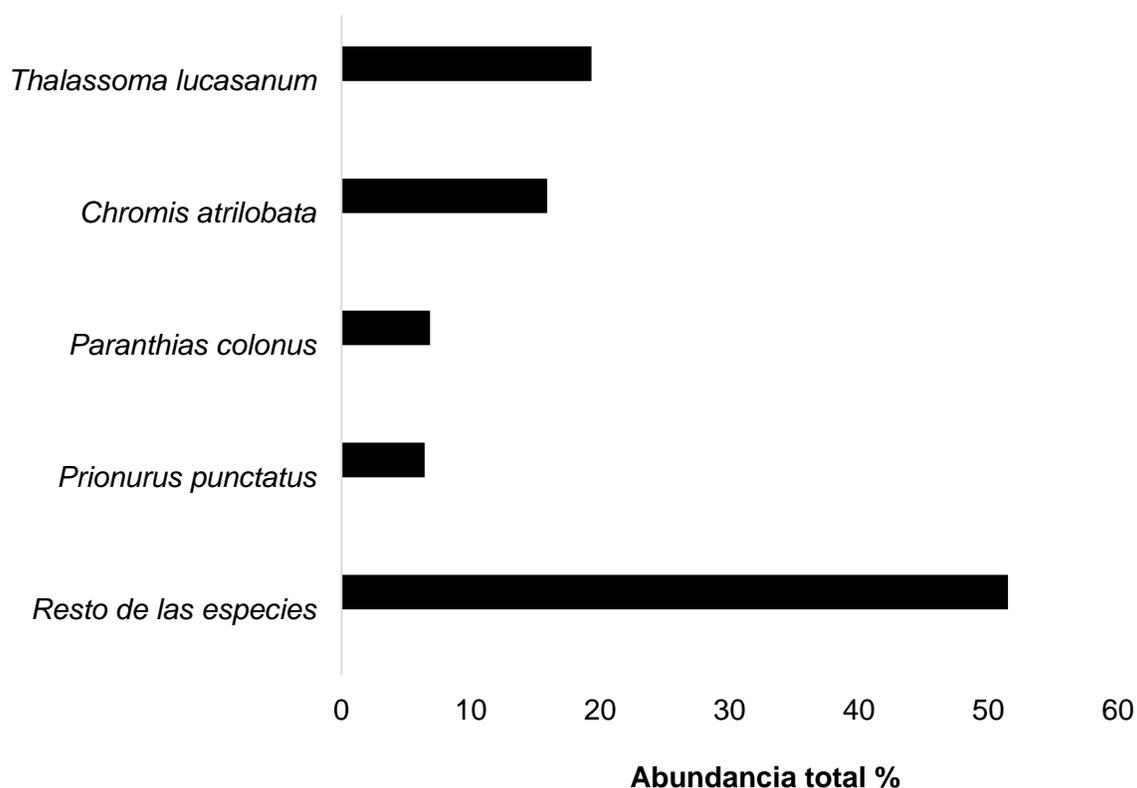
Para cada indicador de LCA se diseñó una estrategia de monitoreo, mediante la cual se establece la metodología que deberá ser aplicada así como la periodicidad con la que deberá de ser recabada la información para monitorear el indicador.

## Resultados

### Parque Nacional Cabo Pulmo

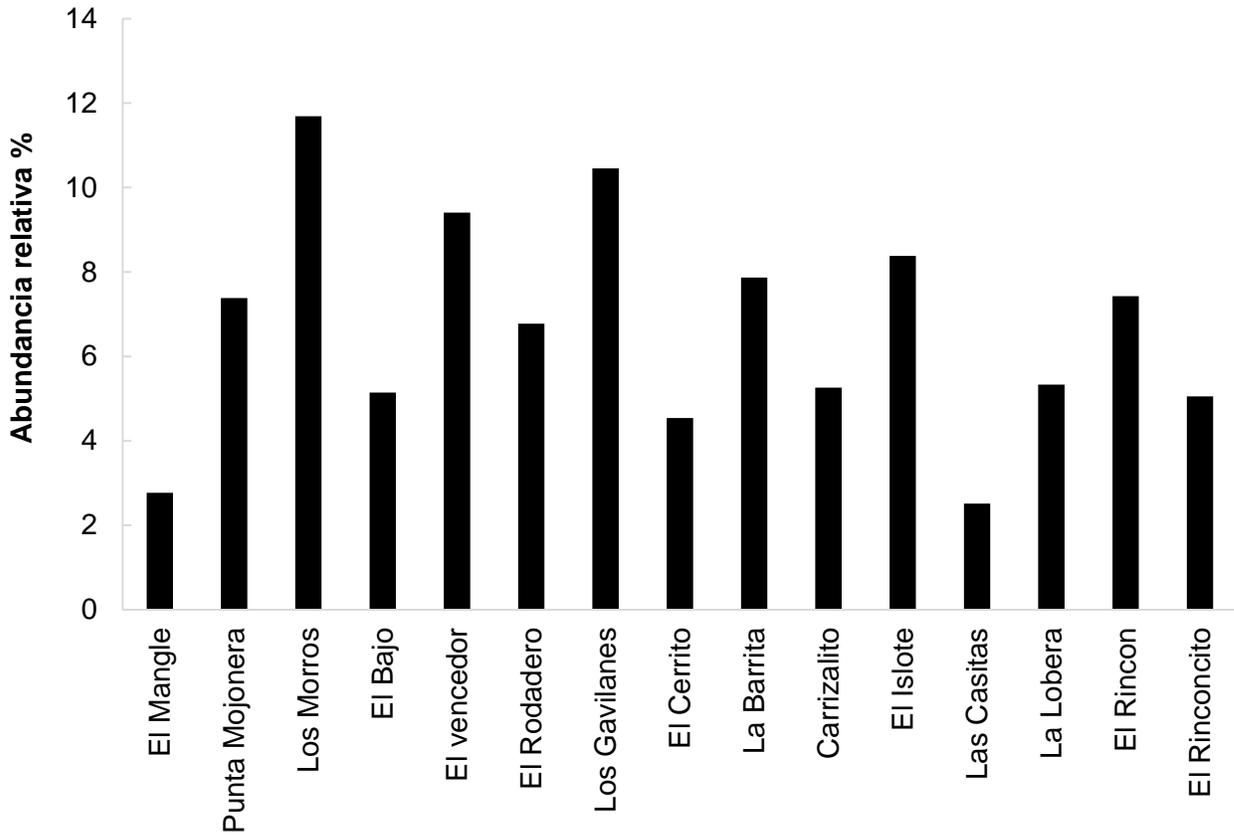
#### PECES

En los 60 censos realizados en el PNCP se contabilizaron un total de 4295 individuos, pertenecientes a 53 especies, XX géneros y XX familias. *Thalassoma lucasanum* (Gill, 1862) y *Chromis atrilobata* Gill 1862 contribuyen en conjunto con 35.22% de la abundancia total (19.32% y 15.90%) mientras que *Paranthias colonus* (Valenciennes, 1846) y *Prionurus punctatus* Gil 1862, representaron menos del 13.26% del total (6.84% y 6.42%). El resto de las especies (49) contribuyeron al 51.52% de la abundancia total de peces registrados (Fig.6).



**Figura 6.** Abundancia relativa de las especies de peces en los 15 sitios de monitoreo en el PNCP (N=4295). *T. Lucasanum* (19.32%); *C. atrilobata* (15.90%); *P. colonus* (6.84%); *P. punctatus* (6.42%), resto de las especies (49 spp/ 51.52%)

La abundancia relativa de peces en cada sitio durante los 60 censos realizados muestra que Los Morros y los Gavilanes aportaron los mayores porcentajes con el 12% y el 10% respectivamente. Mientras que, El Vencedor ocupó el tercer lugar en el porcentaje de contribución de la abundancia de peces con un (9.40%) (Fig. 7).

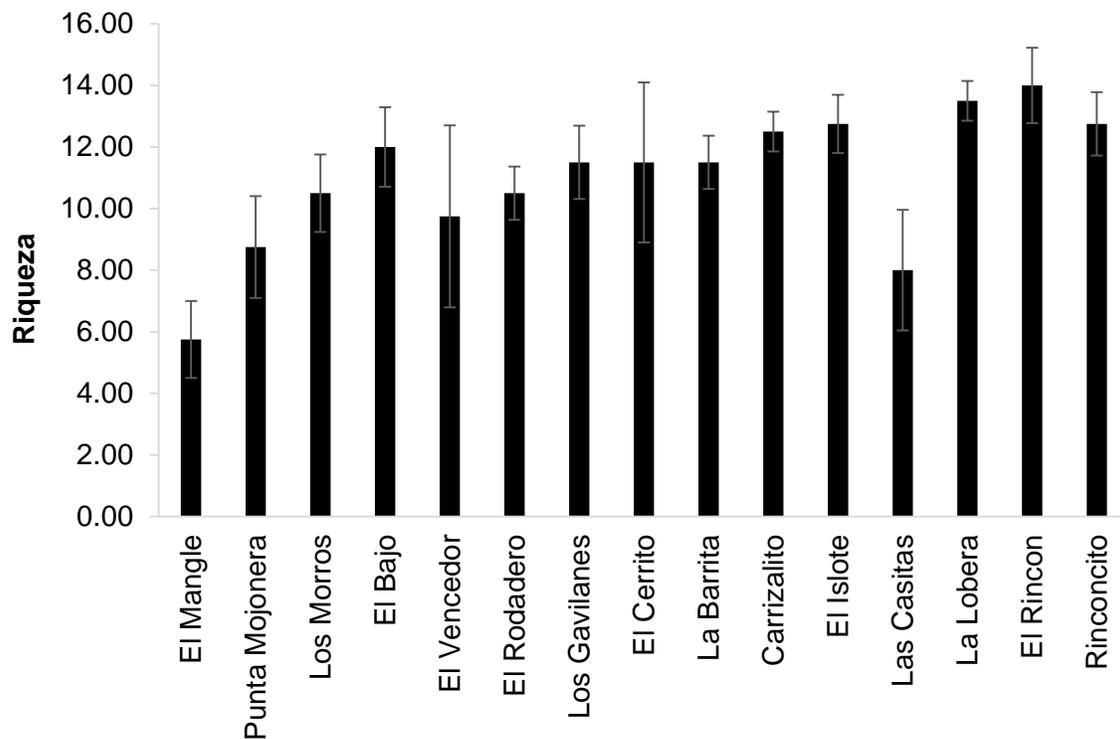


**Figura 7.** Abundancia relativa (%) de la especies de peces en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

## ÍNDICES ECOLÓGICOS

### Riqueza (S)

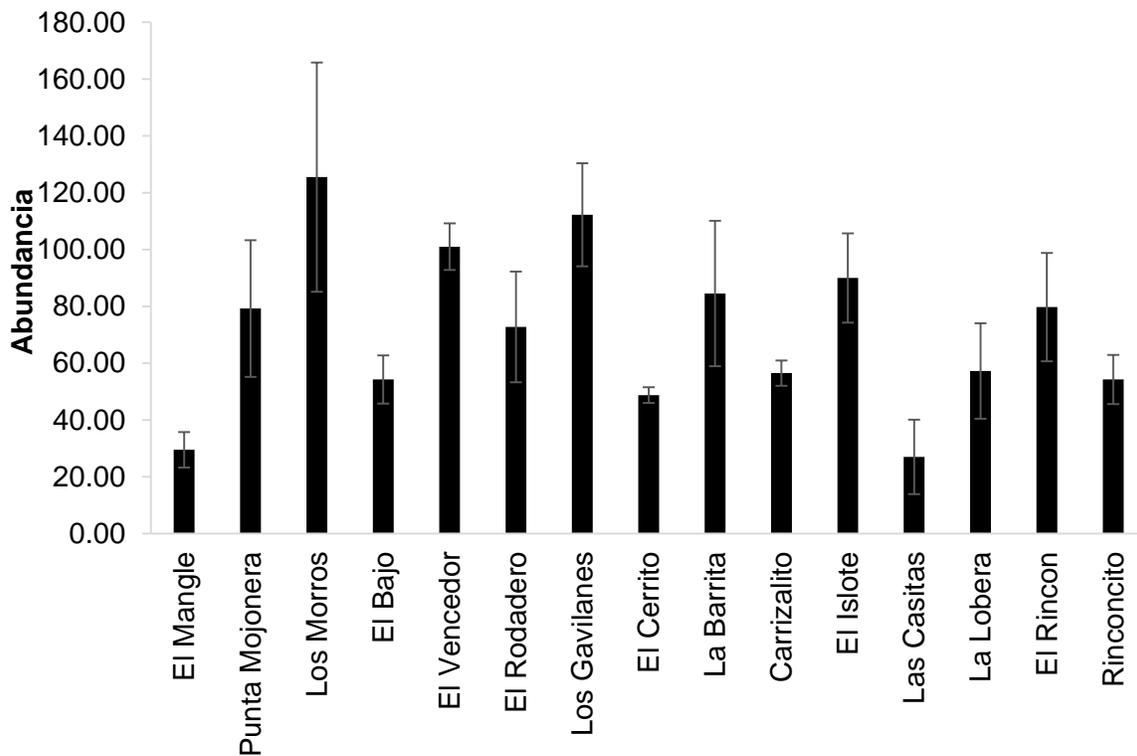
La riqueza promedio de peces en el PNCP fue de  $11.01 \pm 0.439$  spp/censo (promedio  $\pm$  error típico) (Fig.8). Los sitios que presentaron los valores más altos de riqueza promedio fueron El Rincón ( $14.00 \pm 1.22$  spp/censo) y La Lobera ( $13.50 \pm 0.64$  spp/censo). Mientras que los sitios con menor riqueza promedio fueron Las Casitas ( $8.00 \pm 1.95$  spp/censo) y El Mangle ( $5.75 \pm 1.25$  spp/censo). Los resultados del análisis estadístico mostraron diferencias significativas entre medias ( $F_{(14, 45)}=2.1722$ ,  $p= 0.025017$ ). La prueba de Tukey muestra al sitio de Las Casitas como el diferente del resto.



**Figura 8.** Comparación de riqueza de peces en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

### Abundancia (N)

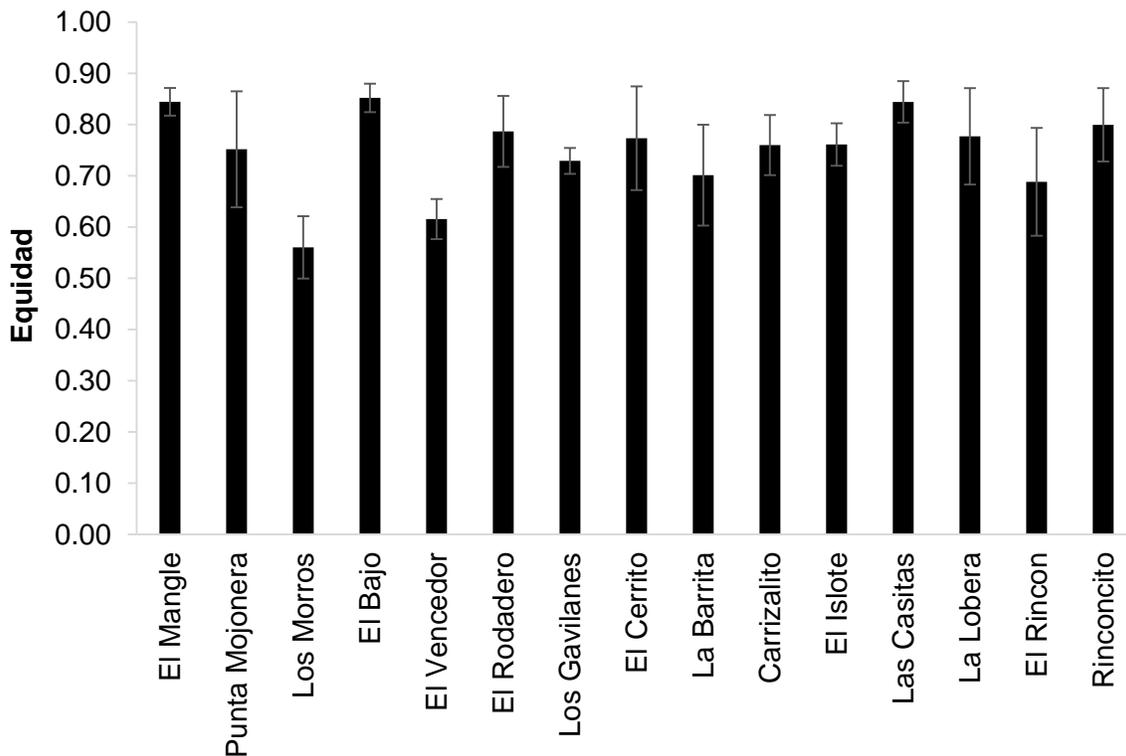
La abundancia promedio de peces de  $71.50 \pm 5.43$  spp/censo (promedio  $\pm$  error típico) (Fig. 9). Los valores promedio más altos se observaron en Los Morros ( $125.50 \pm 40.34$  spp/censo) y Los Gavilanes ( $112.25 \pm 18.12$  spp/censo). Por otra parte, los sitios que presentaron los valores más bajos fueron El Mangle ( $29.50 \pm 6.23$  spp/censo) y Las Casitas ( $27.00 \pm 13.08$  spp/ censo). Los resultados del análisis estadístico mostraron diferencias significativas entre medias ( $F_{(14, 45)} = 2.4805$ ,  $p = 0.010726$ ). La prueba de Tukey determinó al sitio Las Casitas como el diferente al resto de los sitios.



**Figura 9.** Comparación de abundancia de peces en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

### Equidad de Pielou (J)

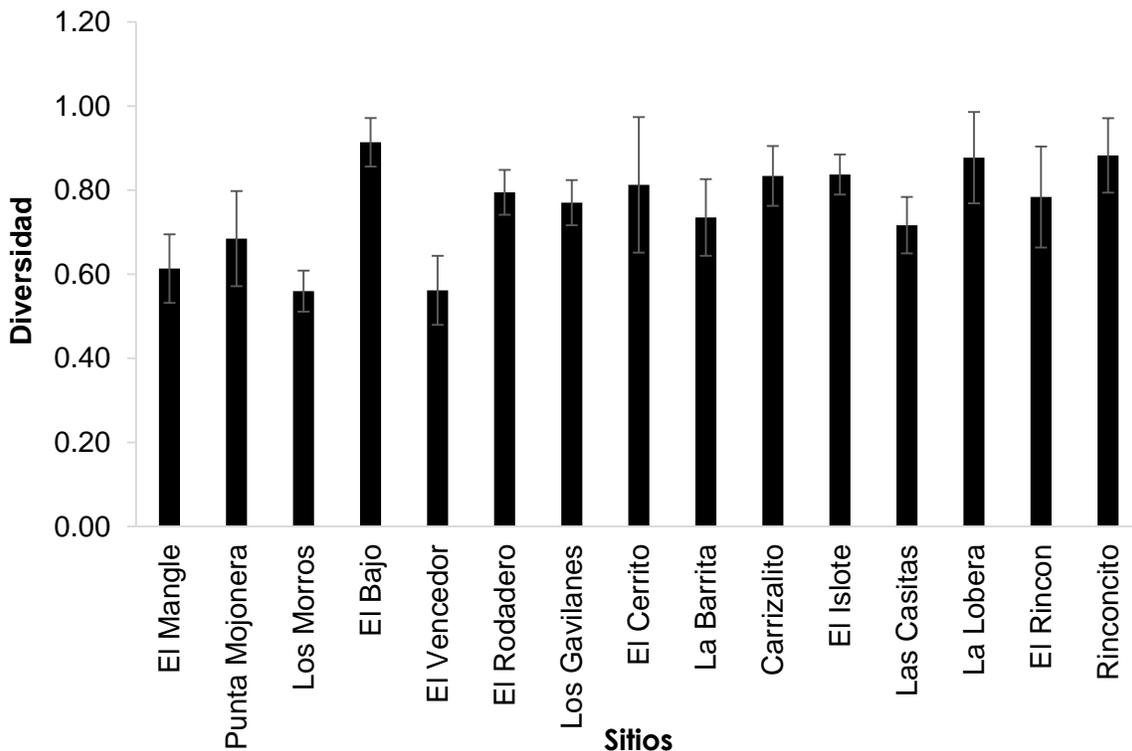
El valor promedio de la equidad para el PNCP de peces fue de  $0.7496 \pm 0.019m$  spp/censo (promedio  $\pm$  error típico) (Fig. 10). El sitio con el valor promedio más alto fue El Bajo ( $0.85 \pm 0.027$  spp/censo) seguido de Las Casitas y el Mangle con ( $0.84 \pm 0.040$  spp/censo). Mientras que los valores promedio más bajos correspondieron a El Vencedor ( $0.62 \pm 0.039$  spp/censo) y Los Morros ( $0.56 \pm 0.060$  spp/censo). Los análisis estadísticos no mostraron diferencias significativas entre medias ( $F_{(14, 45)} = 1.314$ ,  $p = 0.2370$ ).



**Figura 10.** Comparación de equidad de peces en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

### Diversidad (H')

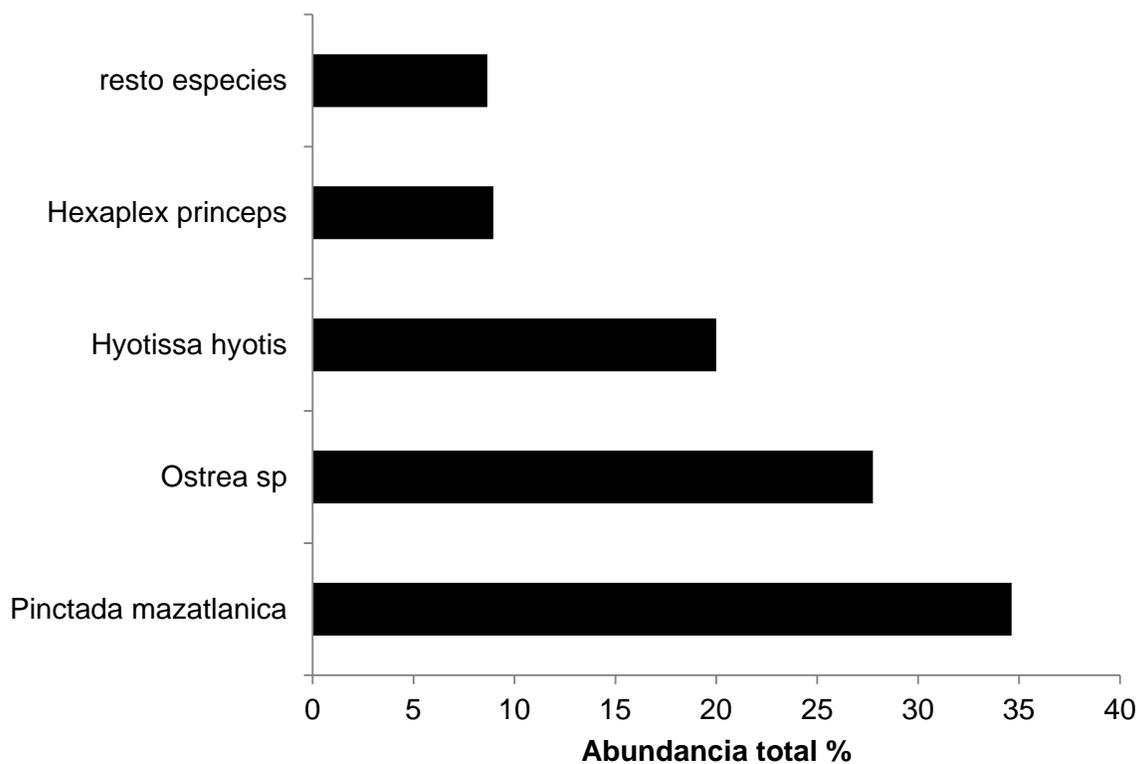
El valor promedio de la diversidad de peces en el PNCP fue de  $0.7584 \pm 0.024$  spp/censo (promedio  $\pm$  error típico) (Fig.11). Los sitios más diversos fueron El Bajo ( $0.91 \pm 0.057$  spp/censo), La Lobera ( $0.88 \pm 0.1086$  spp/censo) y El Rinconcito ( $0.88 \pm 0.088$  spp/censo). Mientras que los sitio El Vencedor ( $0.56 \pm 0.082$  spp/censo) y Los Morros ( $0.56 \pm 0.048$  spp/censo) presentaron los valores más bajos de diversidad. Los análisis entre localidades no mostraron diferencias significativas entre medias ( $H_{(14,60)} = 19.90$ ,  $p = .1332$ ).



**Figura 11.** Comparación de diversidad de peces en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

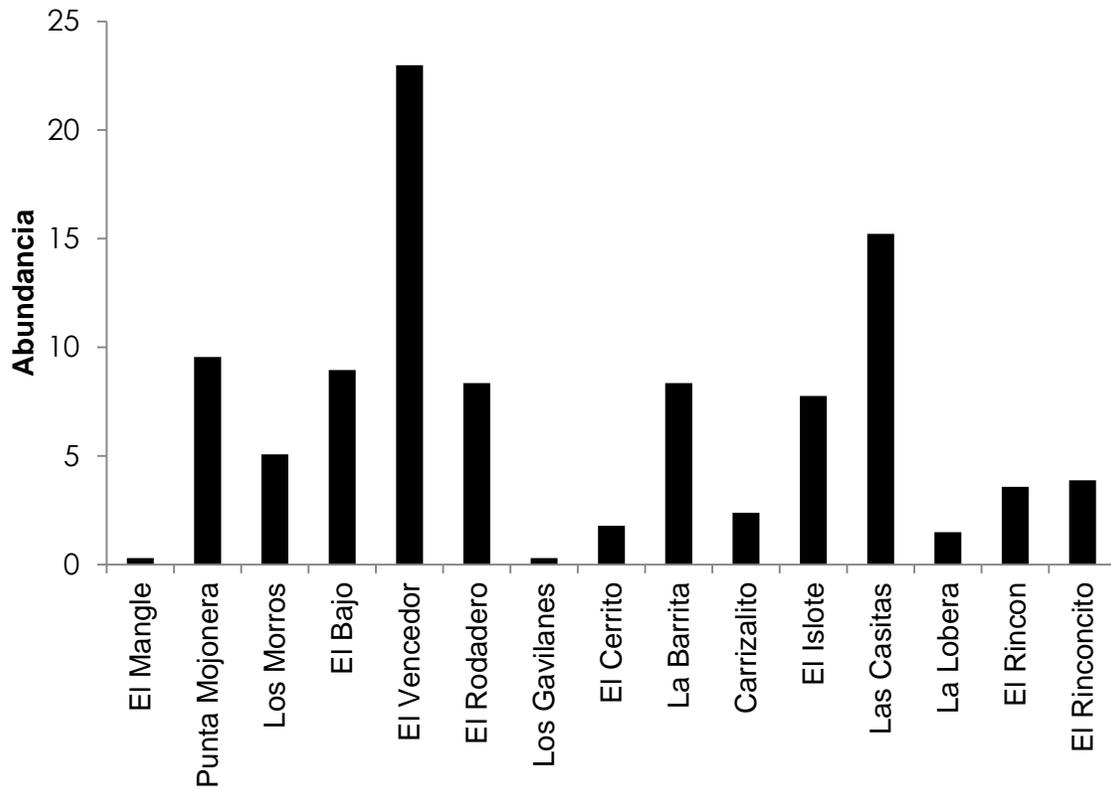
## MOLUSCOS

Este grupo de invertebrados fue el más representativo en el PNCP, se contabilizaron un total de 335 individuos pertenecientes a 9 especies de moluscos en 60 censos visuales (fig.12). Las especies con mayor abundancia fueron *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856), *Ostrea sp.*, *Hytissa hyotis* (Linnaeus, 1758) y *Hexaplex princeps* (Broderip, 1833) que en conjunto representan el 82% de la abundancia total.



**Figura 12.** Abundancia relativa de la especies de moluscos en los 15 sitios de monitoreo en el PNCP (N=335)

En la figura 13 se muestra la abundancia del grupo de moluscos en cada sitio censado, donde el sitio El Vencedor es el de mayor contribución con un 23% de la abundancia total, seguido por Las Casitas (15%) y Punta Mojonera (9%).

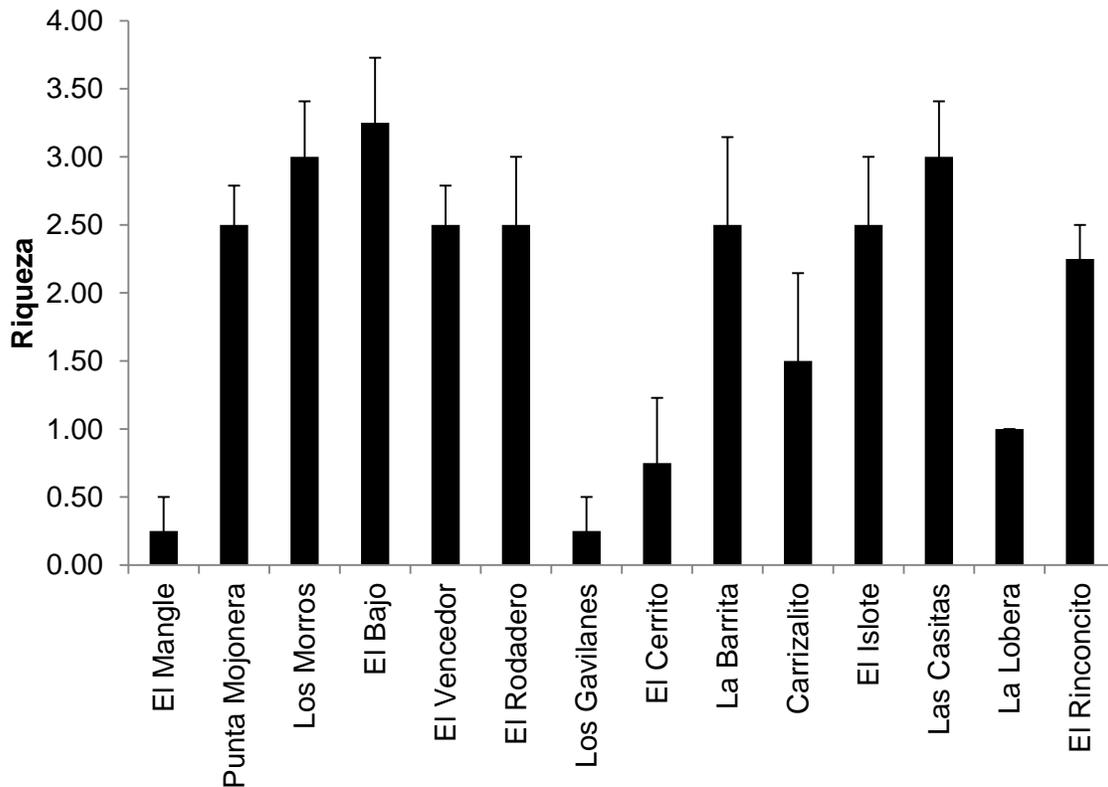


**Figura 13.** Abundancia relativa (%) de la especies de moluscos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

## ÍNDICES ECOLÓGICOS

### Riqueza (S)

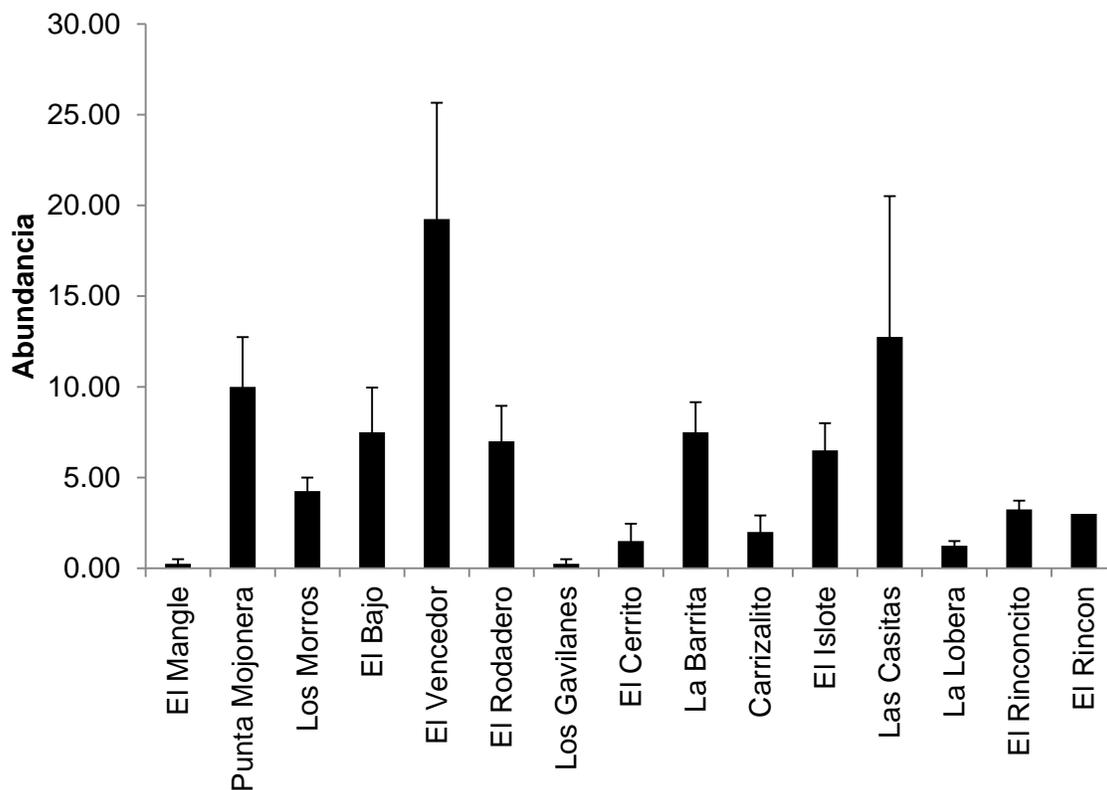
El valor promedio de la riqueza de moluscos en el PNCP fue de  $2.00 \pm 1.20$  especie/censo (promedio  $\pm$  error típico) (fig.14). El sitio con mayor riqueza fue El Bajo ( $3.25 \pm 0.47$  spp/censo), mientras que los sitios con los valores más bajos se observaron en Los Gavilanes y El mangle ( $0.25 \pm 0.25$  spp/censo, en ambos casos). El análisis estadístico arrojó diferencias significativas entre medias ( $F_{(14, 45)} = 5.8489$ ,  $p < 0.0001$ ) y la prueba de Tukey muestra al sitio El Bajo como el diferente del resto.



**Figura 14.** Comparación de riqueza de moluscos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

### Abundancia (N)

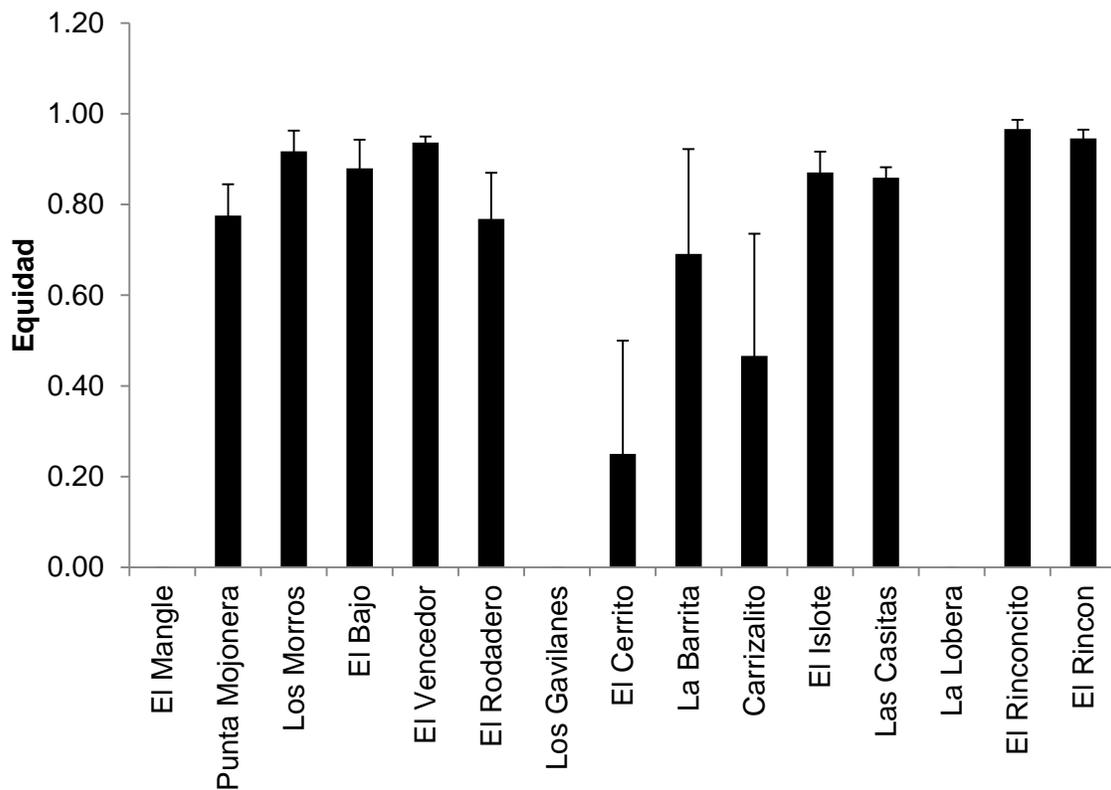
El valor promedio de la abundancia de moluscos en el monitoreo 2015 del PNCP fue de  $5.75 \pm 0.93$  individuo/censo (fig.15). El sitio con mayor abundancia fue EL Vencedor ( $19.25 \pm 6.4$  ind/censo) y los sitios con valores más bajos fueron El Mangle y Los Gavilanes ( $0.25 \pm 0.25$ , en ambos casos). El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre medias ( $F_{(14, 45)} = 3.2709$ ,  $p=0.0012$ ), y la prueba de Tukey muestra al sitio El Vencedor como el diferente del resto.



**Figura 15.** Comparación de abundancia de moluscos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

### Equidad de Pielou (J)

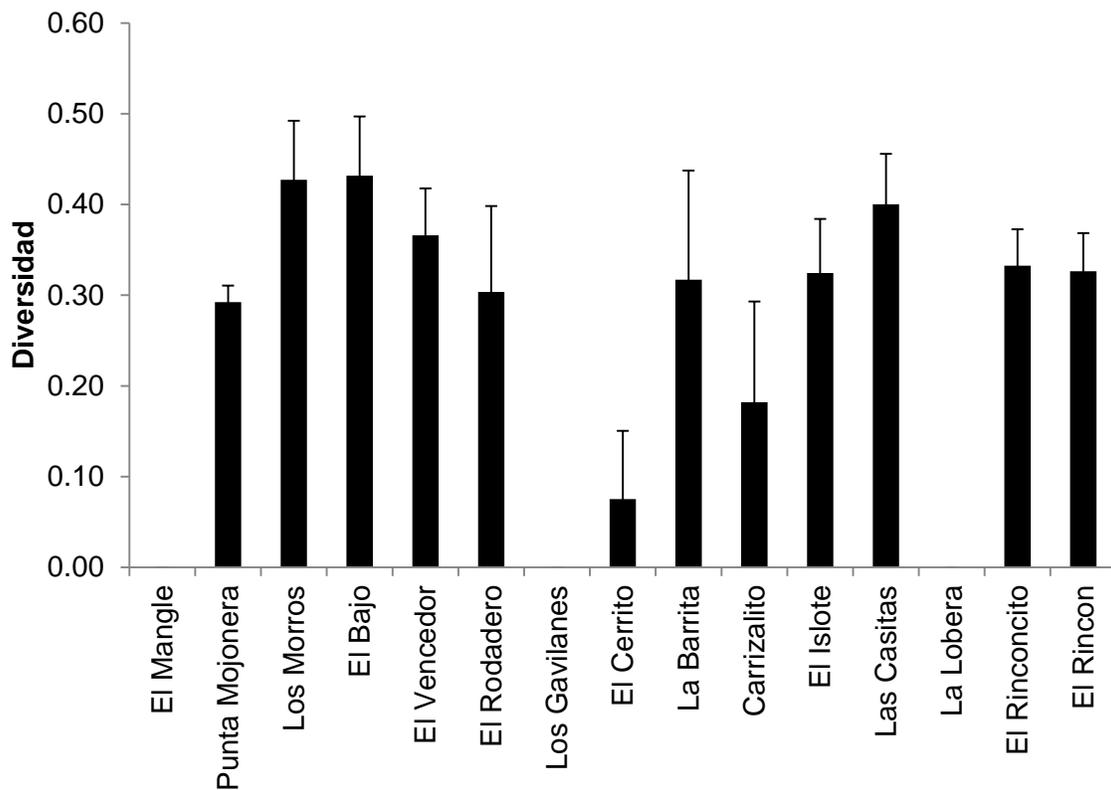
Se observó un valor promedio de  $0.62 \pm 0.05$  para los moluscos del PNCP (fig. 16). El sitio con el valor más alto fue El Rinconcito con  $0.09 \pm 0.02$ . Se observan diferencias significativas a partir del análisis estadístico ( $F_{(14, 45)}=9.8841$ ,  $p < 0.0001$ ), la prueba de Tukey muestra al sitio El Mangle como el diferente del resto.



**Figura 16.** Comparación de equidad de moluscos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

### Diversidad ( $H'$ )

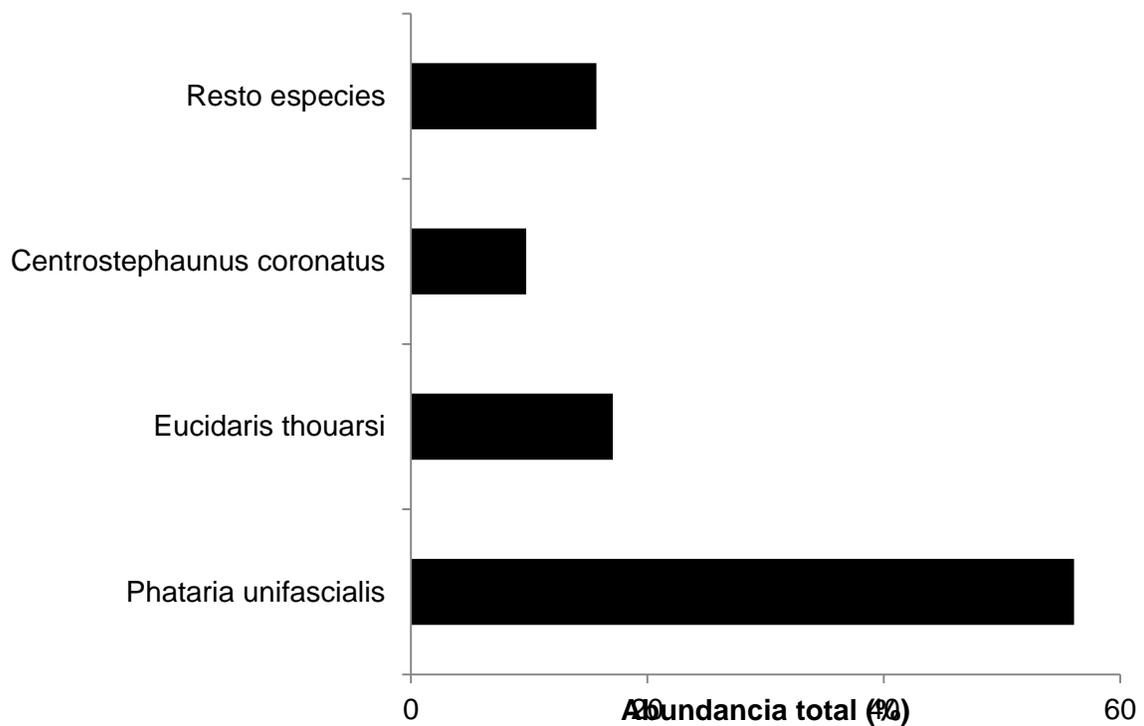
Se observó un valor promedio de la diversidad de moluscos en el PNCP de ( $0.25 \pm 0.02$ decits/censo) (fig17). Se encontró que el sitio El Bajo presentó los valores más altos ( $0.43 \pm 0.06$ ). El análisis estadístico reveló diferencias significativas ( $F_{(14, 45)}=5.9654$ ,  $p < 0.0001$ ), la prueba tukey mostró que El Mangle es el sitio diferente del resto.



**Figura 17.** Comparación de diversidad de moluscos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

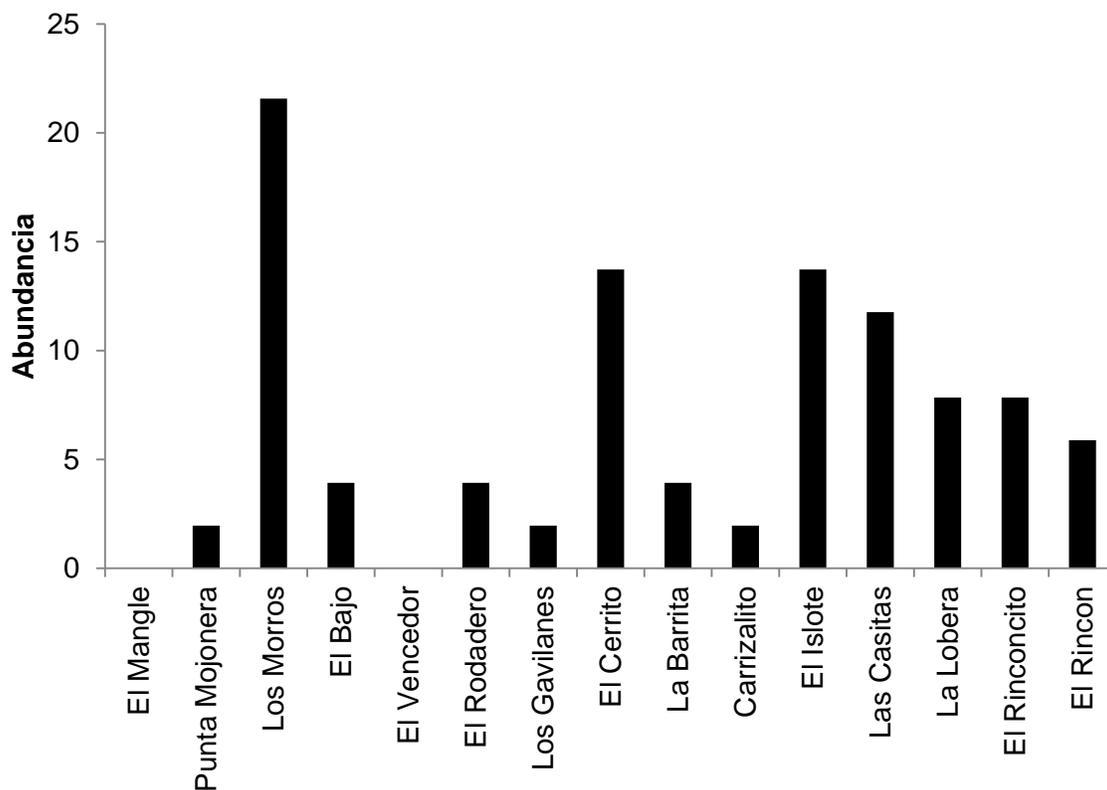
## EQUINODERMOS

En el monitoreo, se identificaron 51 individuos pertenecientes a 8 especies de equinodermos (fig.18). Las especies con mayor abundancia fueron *Phataria unifascialis* (Gray, 1840), *Eucidaris thouarsii* (L. Agassiz & Desor, 1846) y *Centrostephanus coronatus* (Verrill, 1867), que en conjunto contribuyen al 84% de la abundancia total.



**Figura 18.** Abundancia relativa de la especies de equinodermos en los 15 sitios de monitoreo en el PNCP (N=48)

En cuanto a la abundancia relativa por sitios de este grupo, se observa en la figura 19 que, de los 60 censos realizados, la mayor contribución para equinodermos, se muestra en el sitio Los Morros, el cual representan un 22% de la abundancia total de dicho grupo, seguido por El Cerrito (14%) y El Islote (14%). Mientras que dentro de los transectos no hubo presencia en los sitios El Mangle y El Vencedor.

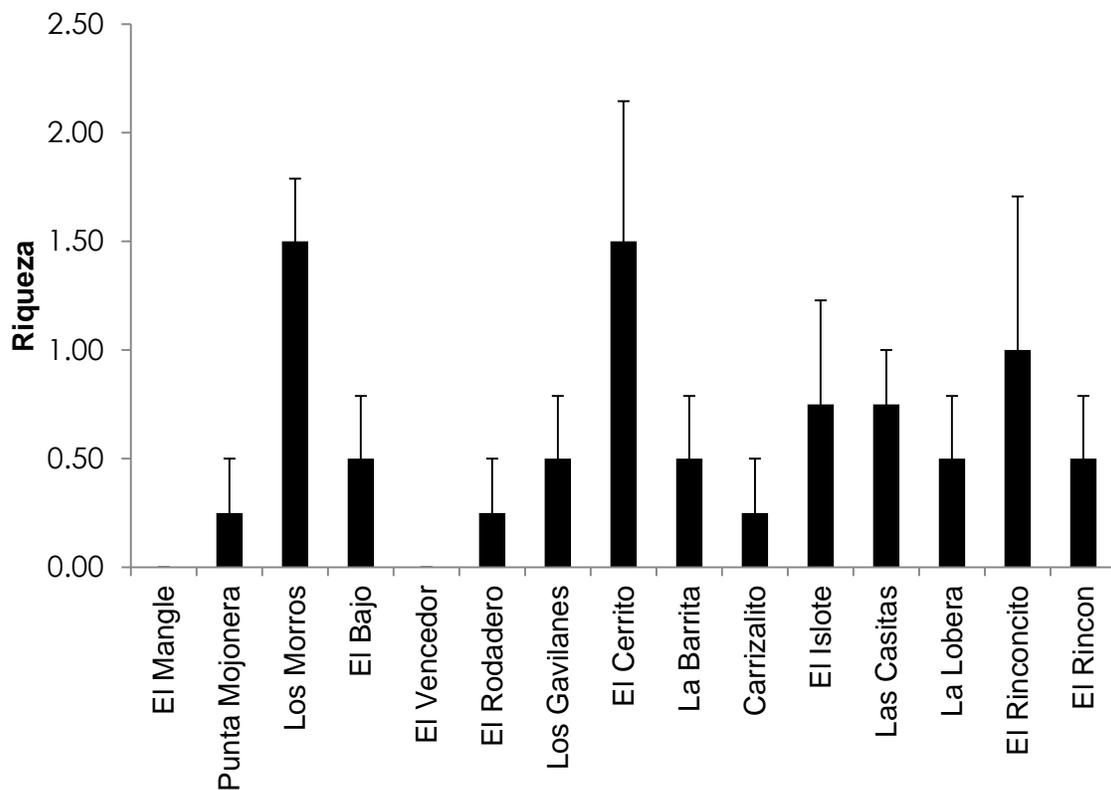


**Figura 19.** Abundancia relativa (%) de la especies de equinodermos en los 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

## ÍNDICES ECOLÓGICOS

### Riqueza (S)

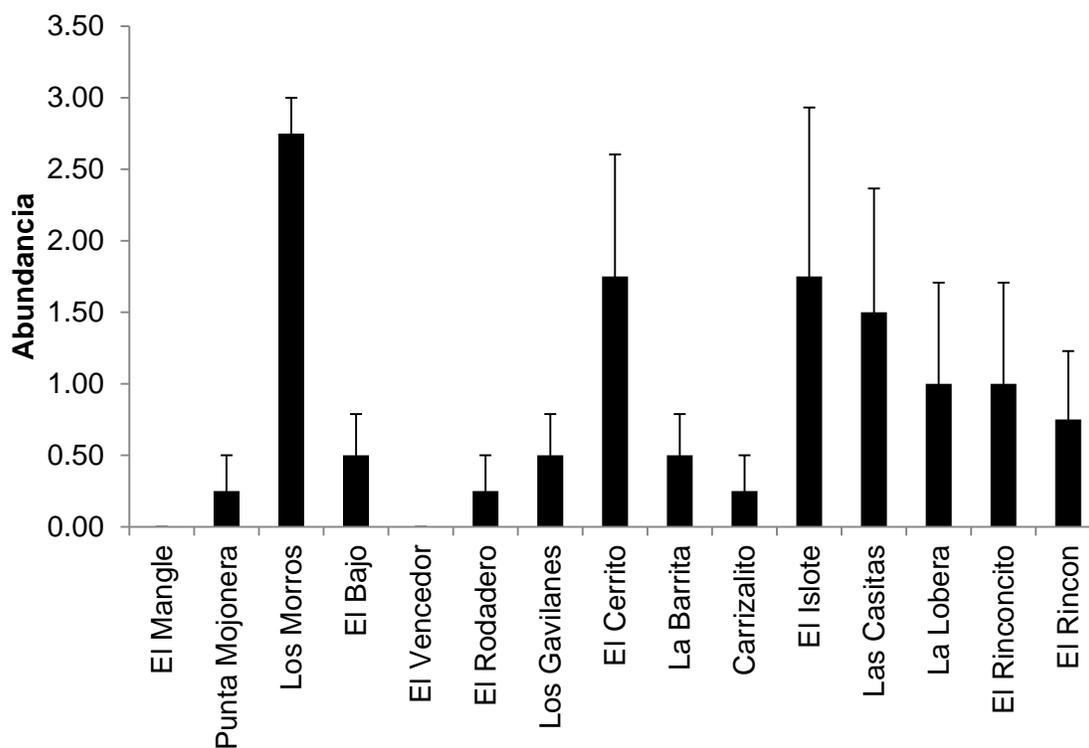
El valor promedio de riqueza en equinodermos del PNCP fue de  $0.58 \pm 0.09$  spp/censo (fig.20). Se encontró que los sitios El Cerrito ( $1.5 \pm 0.64$  spp/censo), Los Morros ( $1.5 \pm 0.28$  spp/censo) y El Rinconcito ( $1.0 \pm 0.70$  spp/censo) presentaron los valores más altos. Los resultados del análisis estadístico no mostraron diferencias significativas entre medias ( $F_{(14, 45)}=1.6719$ ,  $p= 0.0964$ ).



**Figura 20.** Comparación de riqueza de equinodermos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

### Abundancia (N)

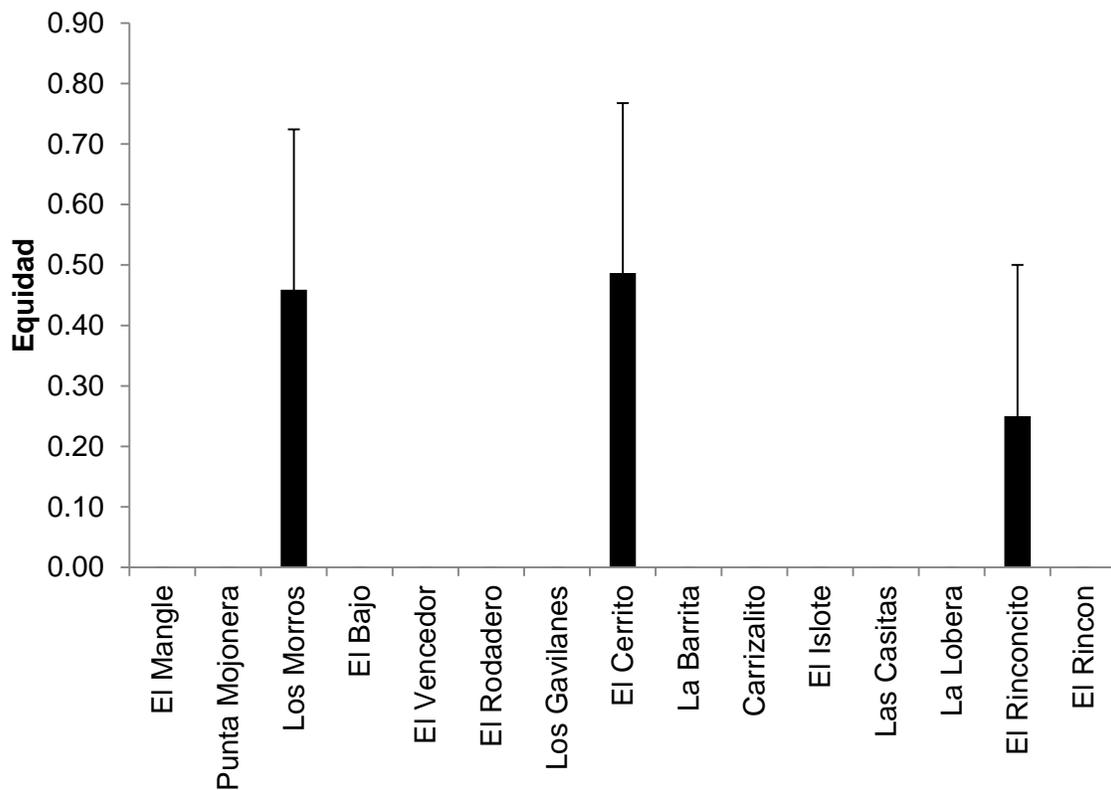
El valor promedio de abundancia de equinodermos en el PNCP fue de  $(0.085 \pm 0.15\text{ind/censo})$  (fig.21). Los valores más altos se observaron en los siguientes sitios: Los Morros ( $2.75 \pm 0.25$ ), El Islote ( $1.75 \pm 1.18\text{ind/censo}$ ) y en El Cerrito ( $1.75 \pm 0.85\text{ind/censo}$ ). El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre medias ( $F_{(14, 45)}=2.0013$ ,  $p= 0.0399$ ), y la prueba de Tukey muestra al sitio Los Morros, como el diferente del resto.



**Figura 21.** Comparación de abundancia de equinodermos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

### Equidad de Pielou (J')

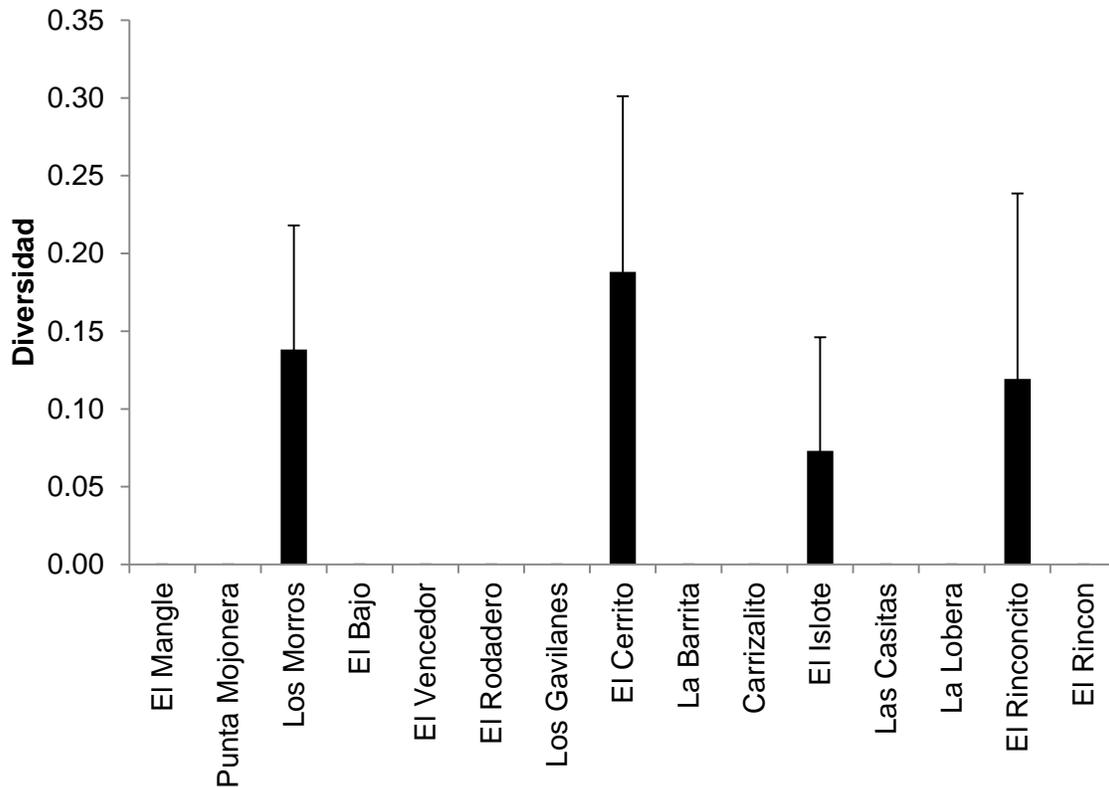
El valor promedio de la equidad de equinodermos en el PNCP fue de  $(0.09 \pm 0.037)$  (fig.22). El sitio El Cerrito presentó los valores más altos de equidad  $(0.48 \pm 0.28)$ . Los resultados del análisis estadístico, mostraron diferencias significativas ( $F_{(14, 45)}=1.7059$ ,  $p=.0882$ ), la prueba de Tukey mostró al sitio El Cerrito como el diferente del resto.



**Figura 22.** Comparación de equidad de equinodermos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

### Diversidad (H')

El valor promedio de la diversidad de equinodermos en el PNCP fue de  $0.03 \pm 0.01$  (fig.23). El sitio con los valores más altos de diversidad fue El Cerrito ( $0.18 \pm 0.11$ ). El análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre medias ( $F_{(14, 45)}=1.5549$ ,  $p=0.1306$ ).



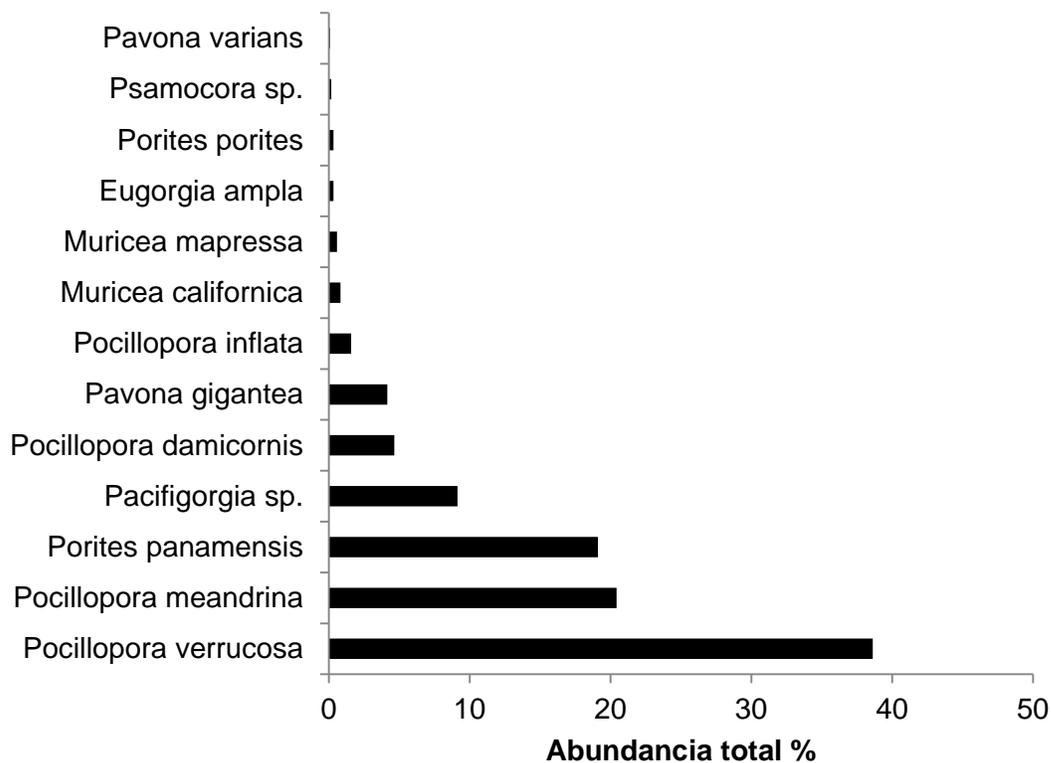
**Figura 23.** Comparación de diversidad de moluscos en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

## CORALES

### Abundancia de especies por sitio

Este grupo se encontró conformado por 9 especies de corales escleractinios y 4 de octocorales, siendo los corales escleractinios los mejor representados en las 21 localidades de estudio.

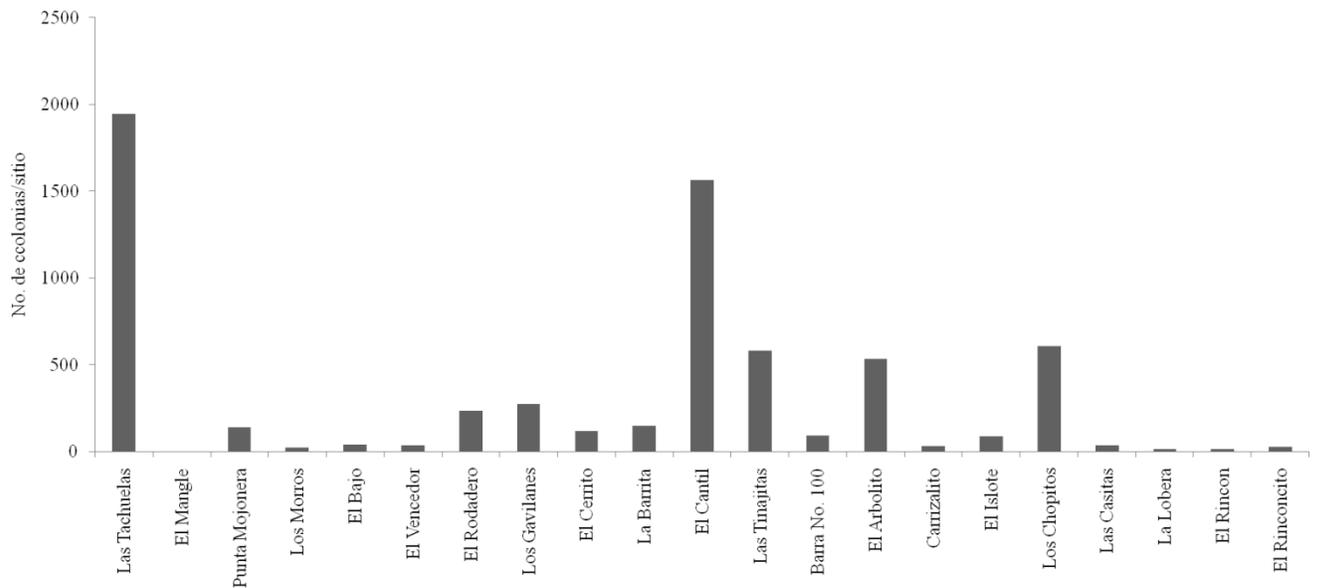
Las especies más abundante en el PNCP fueron las del género *Pocillopora* que representaron el 65% de organismos encontrados, seguido por las especies del género *Porites* 19% y en tercer lugar los del género *Pacifigorgia* con tan solo el 9% como se observa en la figura 24, es importante mencionar que estos últimos, se encontraron concentrados en su mayoría en la localidad del Islote



**Figura 24.** Abundancia de especies de corales escleractínios y gorgonáceos en los sitio del PNCP (N=518)

### **Número de colonias por sitio**

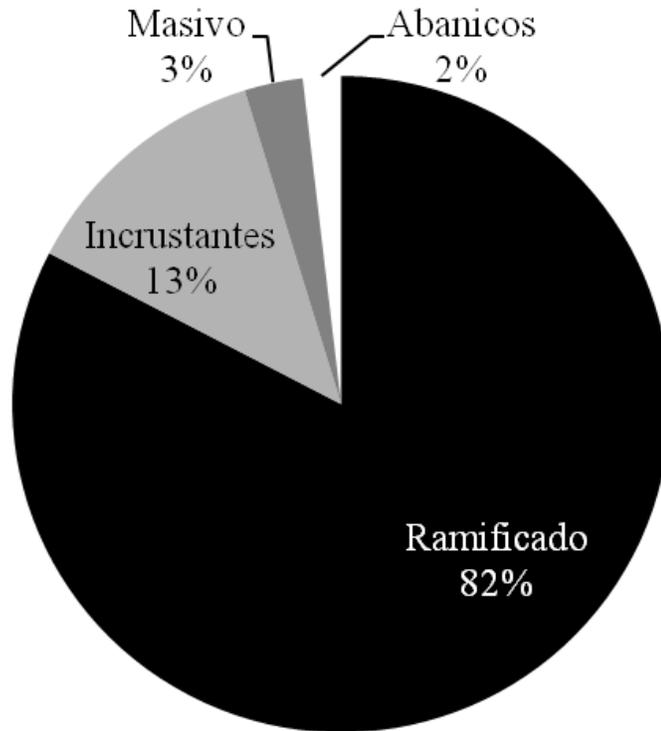
El conteo de colonias por sitio (Fig.25), reflejó que la localidad de Las Tachuelas (1946 colonias/sitio) presentó la mayor abundancia en cuanto a corales, en segundo lugar, tenemos a El Cantil (1563 colonias/sitio), y en tercer lugar Los Chopitos (606 colonias/sitio), seguido de Las Tinajitas con (580 colonias /sitio).



**Figura 25.** Número de colonias de corales escleractínios y gorgonáceos contabilizadas en cada localidad

### **Porcentaje de tipos de formas en el PNCP**

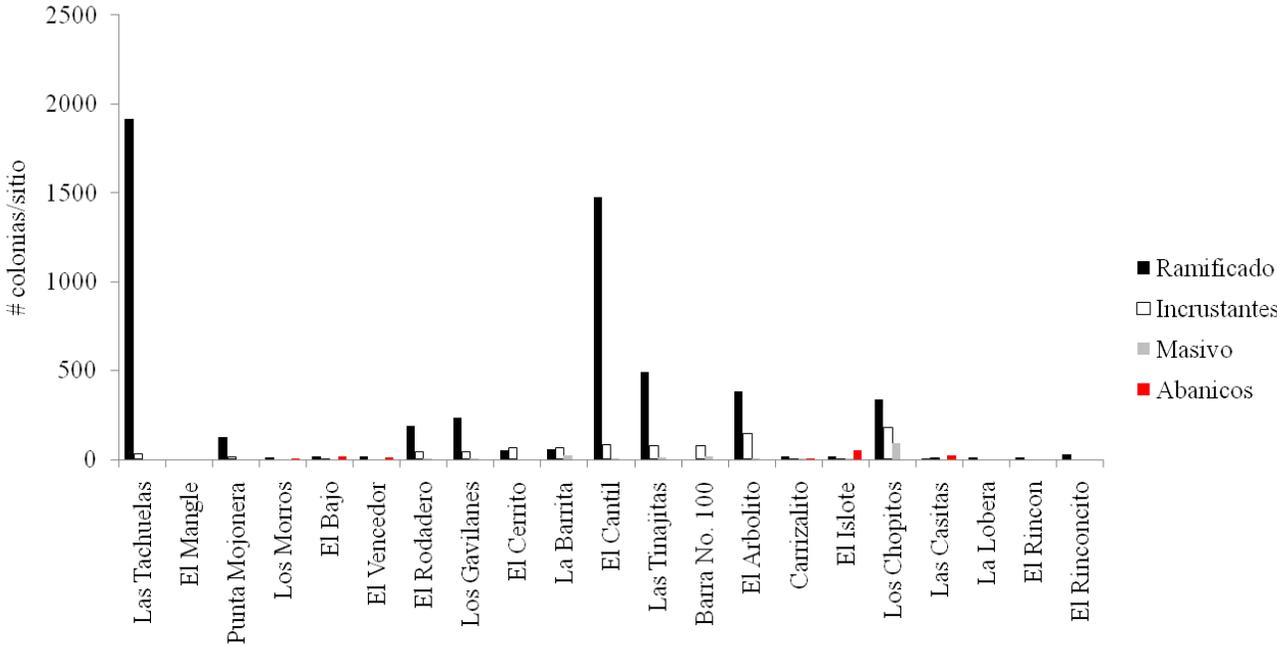
La diversidad de formas en los sitios visitados en el PNCP, está dominada por las formas ramificadas (82%), en segundo lugar, los de tipo incrustantes (13%), en tercer lugar, los abanicos (2%) y en menor porcentaje los del tipo masivo (3%) como se observa en la figura 26.



**Figura 26.** Porcentaje de formas de corales en el PNCP

Al realizar un análisis particular para cada sitio sobre la cantidad de colonias encontradas en función a su tipo de forma, en la figura 27 se aprecia que las localidades que podrían ser consideradas como más sensibles a las perturbaciones del uso turístico por poseer la mayor cobertura de formas ramificadas y de abanicos de mar fueron: Las tachuelas (1,915 colonias ramificadas/sitio) seguido de El Cantil (1,475 colonias ramificadas/sitio) y Las Tinajitas (489 colonias ramificadas/sitio). En cuanto a los abanicos de mar, encontramos dos localidades que se encuentran ubicadas en la parte sur del

PNCP, las cuales presentaron las mayores concentraciones de estos frágiles organismos, El islote (59 colonias/sitio) y Las Casitas (23 colonias/sitio). Estas últimas dos observaciones sobre la proporción de formas frágiles (ramificadas y abanicos), se utilizará más adelante como termino de referencia para la valoración de capacidad de carga de estos sitios y los colocará en un estatus de mayor sensibilidad al disturbio por las actividades turístico recreativas.

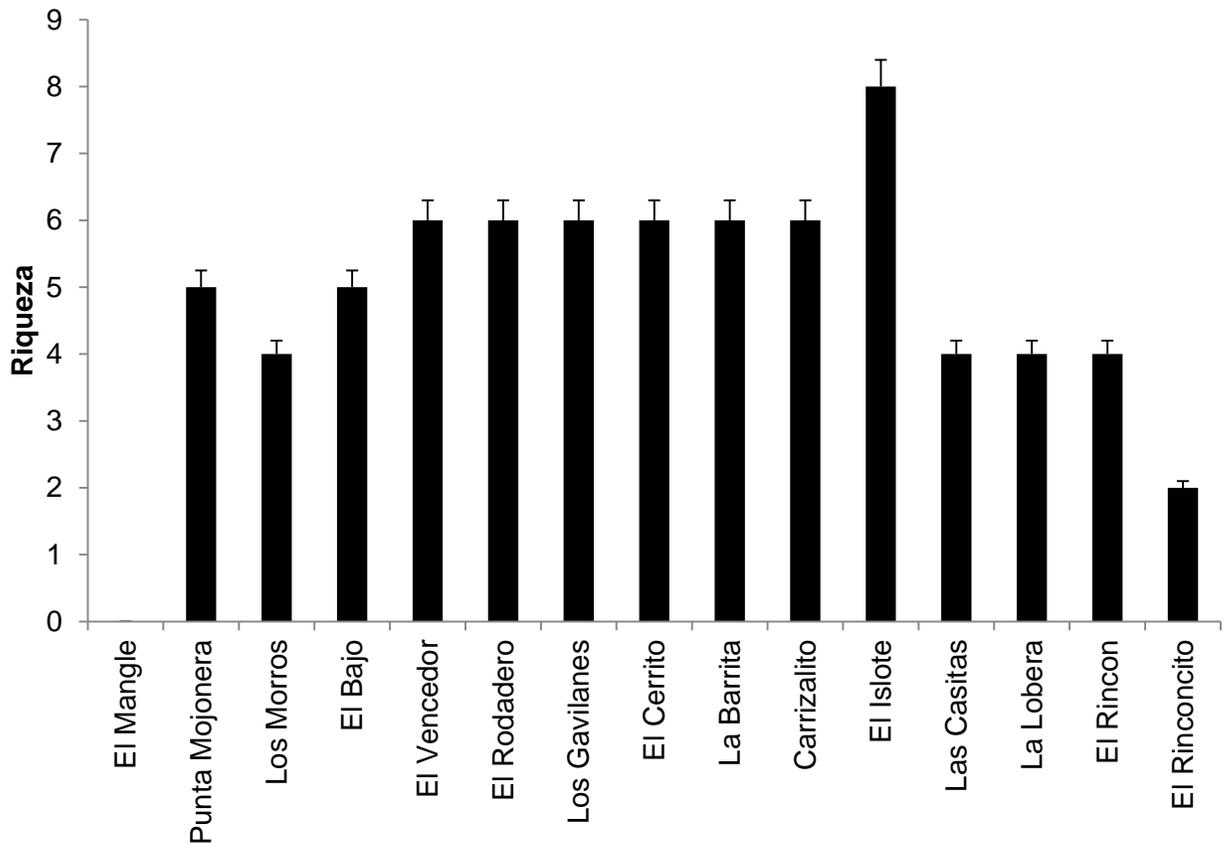


**Figura 27.** Tipos de forma de corales por sitio en el PNCP

## ÍNDICES ECOLÓGICOS

### Riqueza (S)

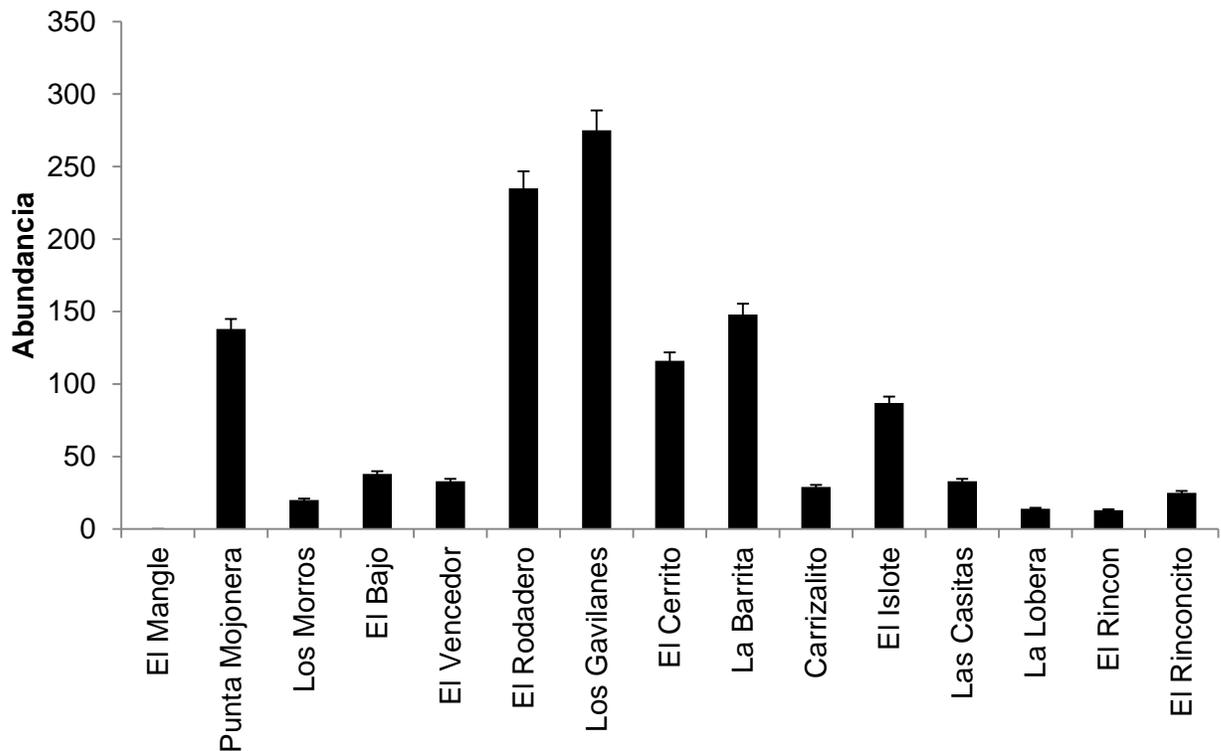
El valor promedio de la riqueza de corales fue de  $4.08 \pm 0.49$  spp/sitio (promedio  $\pm$  error típico) (Fig.28). El sitio que presentó la mayor riqueza fue El Islote (8 spp/sitio, en segundo lugar tenemos al conjunto de sitios El Vencedor, El Rodadero, Los Gavilanes, El Cerrito y Carrizalito (6 spp/sitio cada uno). Mientras que el sitio con menor riqueza fueron El Mangle (0 spp/censo). Los resultados del análisis estadístico mostraron diferencias significativas ( $T_{(14, 1204)}=9.6091$ ,  $p=0.00000$ ) siendo el sitio El Mangle el diferente del resto.



**Figura 28.** Comparación de riqueza de corales en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

### Abundancia (N)

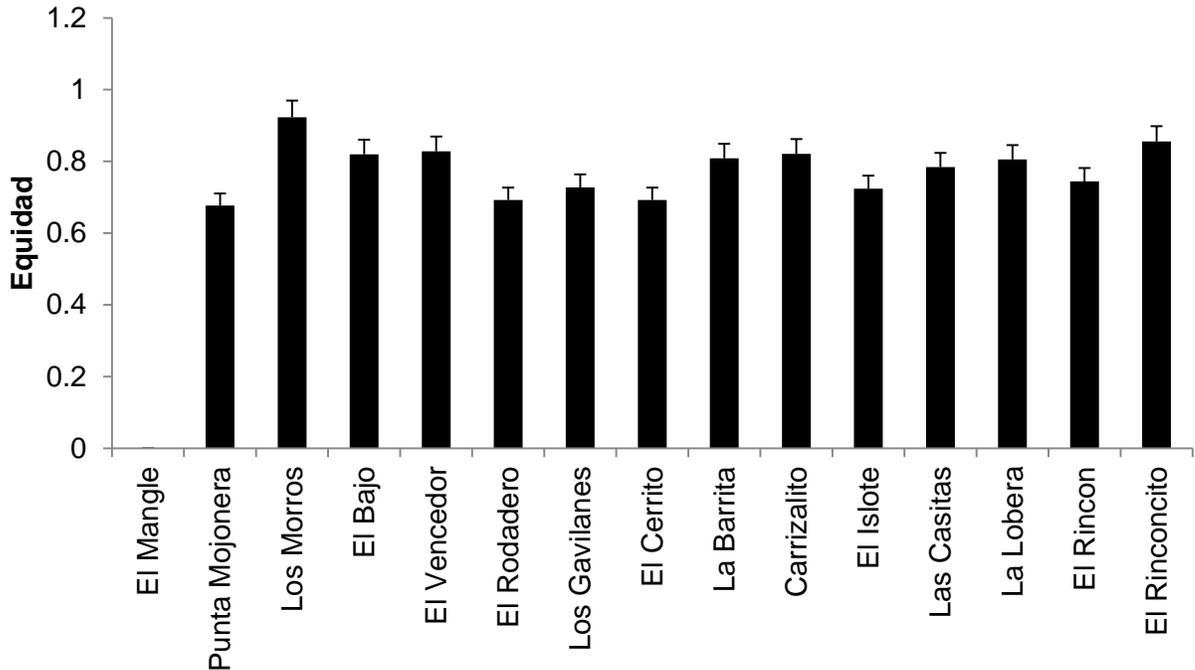
El valor promedio de abundancia de corales fue de  $80.26 \pm 22.04$  colonias/sitio (promedio  $\pm$  error típico) (Fig.29). El sitio con mayor abundancia fue Los Gavilanes (276 colonias/sitio, en segundo lugar tenemos al sitio El Rodadero (235 colonias/sitio) y en tercer lugar encontramos a Punta Mojonera (138 colonias/sitio). Mientras que el sitio El Mangle no se encontraron colonias (0 colonias/censo). Se encontraron diferencias significativas ( $T_{(14, 1204)} = 3.64$ ,  $p = 0.0026$ ) entre los sitios ubicados en la parte norte con los demás del PNCP, ya que los primeros presenta los patrones de abundancia mayor.



**Figura 29.** Comparación de abundancia de corales en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

### Equidad de Pielou (J')

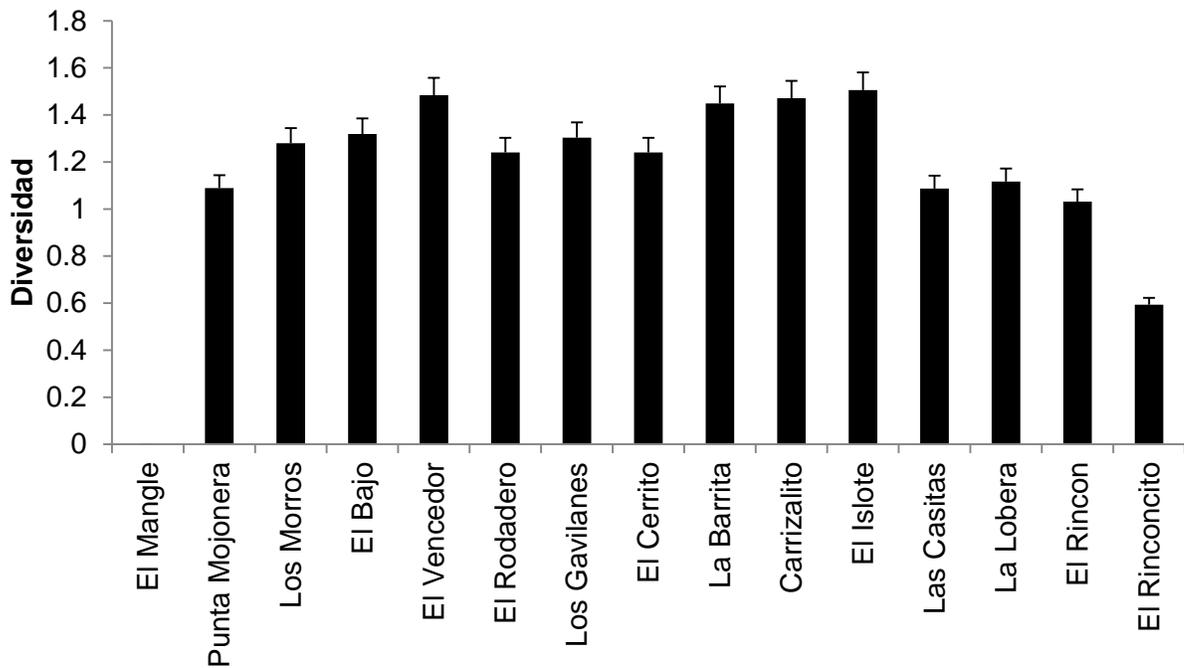
El valor promedio de equidad de corales fue de  $0.72 \pm 0.05$  (promedio  $\pm$  error típico) (Fig. 30). El sitio con mayor equidad fue Los Morros(0.92), en segundo lugar El Rinconcito (0.85) y en tercer lugar El Vencedor (0.82) . Mientras que el sitio con menor equidad fue El Mangle (0). Los resultados del análisis estadístico mostraron diferencias significativas ( $T_{(14, 1204)} = 13.24$ ,  $p = 0.0000$ ) demostrando que la equidad de corales en los sitios ubicados en el PNCP presenta poca homogeneidad entre las localidades



**Figura 30.** Comparación de equidad de corales en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

### Diversidad (H)

El valor promedio de diversidad de especies de corales fue de  $1.14 \pm 0.10$  decits/sitio (promedio  $\pm$  error típico) (Fig.31). El sitio con mayor diversidad fue El Islote (1.50 decits/sitio), seguido de El Vencedor (1.48 decits/sitio) y Carrizalito (1.47 decits/sitio). Mientras que el sitio con menor diversidad fue El Mangle (0 colonias/censo). Los resultados del análisis estadístico mostraron diferencias significativas ( $T_{(14, 1204)}=11.28, p= 0.0000$ ), siendo el sitio El Mangle el diferente del resto.



**Figura 31.** Comparación de diversidad de corales en 15 sitios del PNCP ordenados de norte a sur de acuerdo a su localización geográfica.

*Estimación del impacto del Buceo.*

En el período de marzo a diciembre de 2015 se realizaron un total de 136 seguimientos de buceo, durante los cuales se registraron 196 impactos efectuados por los turistas sobre el arrecife (Tabla I).

**Tabla I.** Seguimientos a buzos visitantes realizados durante el periodo de marzo a diciembre de 2015.

Sitios	Seguimientos turistas	Contactos #	Contactos/Turistas/10 min
El Vencedor	4	9	2.25
Barra No. 100	8	0	0
El Bajo	62	62	1.00
El Cantil	12	11	0.2
El Islote	5	1	0.2
El Rincón	4	0	0
La Esperanza	10	60	6
Los Chopitos	4	26	6.5
Los Morros	27	2	0.07

El sitio donde se registró el mayor porcentaje de impactos fue El Bajo (32.86%), y el sitio con el menor porcentaje de impacto fue Barra 100 y El Rincón (0%).

Al analizar los datos de los contactos observados y el medio por el cual fueron realizados dichos impactos (Tabla II), se observó que el contacto con aletas es el principal impacto al arrecife (54.40%), seguido por el contacto con las manos con un 27.97%.

**Tabla II.** Medio de contacto, número de contactos y porcentaje de contactos determinado a partir de los seguimientos de buceo.

<b>Medio de contacto</b>	<b># contactos</b>	<b>% contactos</b>
Aleta	105	54.40
Burbujas	2	1.03
Cámara	9	4.66
Consola	6	3.10
Cuerpo completo	8	4.14
Mano	54	27.98
Octopus	7	3.62

Adicionalmente, se cuantificó el porcentaje de daño directo sobre los componentes arrecifales, siendo los corales los más impactados por los visitantes 31.8%, seguido por resuspensión de sedimento a consecuencia del aleteo 27.97% (Tabla III), que aun cuando no es un daño directo a la estructura, promueve de manera indirecta, la sedimentación sobre los corales.

**Tabla III.** Estructuras arrecifales dañadas por el impacto de los turistas.

<b>Estructura dañada</b>	<b># contactos</b>	<b>% contactos</b>
Coral	60	28.17
Esponja	5	2.35
Estructura barco	6	2.82
Gorgonia	20	9.39
Hincado fondo	10	4.69
Peces	13	6.10
Mantarraya	1	0.47
Parado sobre arrecife	4	1.88
Resuspensión	54	5.35
Roca	40	18.78

## **Perfil y Percepción de los visitantes.**

Durante el periodo de estudio (2015), se aplicaron un total de 122 encuestas a visitantes que realizaron actividades de buceo autónomo dentro del parque Nacional Capo Pulmo (PNCP). El análisis reflejó que el 55% de los visitantes encuestados fueron hombres y el 40% mujeres, el 5% restante no respondió a la pregunta. La edad promedio de la mayoría de los turistas en el PNCP se encontró representada dentro del grupo de 30 a 40 años (52%), seguidos de los de 41 a 50 años (18%) y en tercer lugar están los visitantes de 19 a 29 años (12%), un 9% de la población encuestada se encuentra entre los 51 y 60 años, mientras que el 7% rebasa los 60 años de edad. Dos encuestados (1.62%) prefirió no responder a la pregunta. Las nacionalidades de los visitantes estuvieron representadas en su mayoría por norteamericanos (48%), seguido de los turistas nacionales (41%), en menor proporción se encuentran los visitantes provenientes de Canadá (3%), Suiza y Singapur con el 2 y 1%. El 3% de los participantes no respondió a esta pregunta.

Durante las entrevistas se les cuestionó sobre el modo en el que se enteraron sobre el arrecife de Cabo Pulmo, el 36% contestó haber sido informado por un amigo, en segundo plano de importancia con un 33% se registró que la información fue recibida por internet, el 7% se enteró por medio de algún investigador, mientras que una proporción similar se enteró en distintos medios como el trabajo, la universidad, anuncio, mapa, hotel, entre otros. El 5% dijo haberse enterado por algún familiar, el 3% en una tienda de buceo, 3% a través de la televisión, mientras que solo el 2% dijo haberse enterado por un buzo o una revista. Finalmente, el 2% de los encuestados no respondió a esta pregunta. El 79% de los turistas manifestó haber realizado actividades de buceo autónomo, el 21% restante de snorkel. El sitio que fue marcado con un mayor porcentaje de asistencia por los visitantes fue El Cantil (15%), en segundo lugar, El Vencedor (17%), en tercer lugar Los Morros (12%) y en cuarto El Bajo con el 10%, estos cuatro sitios tuvieron el 50% del total de visitas. El resto de visitas se distribuyó en otros 20 sitios. Cabe mencionar que Jureles no se trata de un sitio específico, sino

que los prestadores de servicio buscan el cardumen de esta especie y bajan a los turistas a snorkelear una vez localizado.

A los participantes también se les cuestionó sobre su nivel de habilidad que poseen para realizar actividades de buceo autónomo, el 11% de los encuestados no respondieron a esta pregunta, mientras que el 12% realizaron actividades de snorkel, sin embargo, el 23% contestó estar en posesión de una certificación de buceo del tipo avanzado, otros 16% "open water", un 13% posee certificación "dive master", 9% de instructor, 8% "rescue", 6% de buceo "discovery" y finalmente el 2% posee nivel de una estrella. Posterior a conocer su nivel de certificación, se les preguntó, acerca de haber realizado esta actividad en alguna ocasión previa. El 87% de los participantes respondieron que anteriormente han realizado actividades de buceo tres o más veces, el 6% solo en dos ocasiones, el 3% en una sola ocasión y finalmente el 4% declaró nunca haber realizado buceo. Con la finalidad de saber si habían estado en el PNCP con anterioridad (Tabla IV), se les preguntó sobre alguna visita anterior, el 53% declaró que era su primera vez en el lugar y el 47% ya había visitado antes el parque. Sobre la cantidad de inmersiones realizadas en el periodo de visita al PNCP, la mayoría de los buzos (48%) declararon haber realizado 4 inmersiones, mientras que el 28% solo tuvo dos inmersiones. Sólo el 1% declaró haber realizado hasta 8 inmersiones y el 6% no respondió a esta pregunta.

Obtener información acerca de las habilidades acuáticas del visitante es de suma importancia para la prevalencia del patrimonio natural de este destino turístico, y por lo tanto, es fundamental evaluar la percepción propia del turista, con respecto a sus habilidades para realizar las actividades de buceo autónomo en ecosistemas marinos frágiles. El 35% de los encuestados aseguró tener habilidades muy buenas en el agua, el 33% se consideró bueno, otro 20% afirmó tener habilidades aceptables, es decir, el 88% de los entrevistados considera tener habilidades desde aceptables hasta muy buenas, el 12% restante está formado por las categorías: Regular (4%), Principiante (5%), Mala y Sin habilidades con el 1% cada una. El 1% no respondió a esta pregunta.

De igual manera se les preguntó sobre si su guía, durante la visita al Parque Nacional, les informó de las reglas de conducta establecidas por el PNCP, el 94% contestó de manera afirmativa y un 6% no respondió a la pregunta. Otra de las preguntas fue, que tanto nivel de conciencia con respecto del medio marino y su fragilidad al impacto del turismo tenían, el 93% de los encuestados respondieron que si estaban enterados de encontrarse en un medio sumamente frágil. Ningún visitante respondió que No sabía (0%), finalmente el 7% no respondió a esta pregunta.

Con la finalidad de conocer si los visitantes del PNCP están enterados sobre las regulaciones vigentes dentro del Parque Nacional, el 92% de los encuestados respondió que si sabían sobre los reglamentos y el 6% respondió no estar al tanto de que existen dichas regulaciones, el 2% de los encuestados no respondió a esta pregunta. También se indagó sobre el modo en el que se enteraron de que Cabo Pulmo es un Parque Nacional, el 41% contestó haber sido informado por la empresa de buceo, el 37% seleccionó la opción otros, el 10% dijo que, por señalamientos, 5% por folletos del Parque Nacional y 1% por los guías de buceo durante los tours o bien por internet. El 5% de los encuestados no respondió a esta pregunta. Asimismo, se cuestionó a los participantes sobre tener conocimiento sobre actividades prohibidas y permitidas dentro del Parque Nacional. El 92% de los encuestados respondieron de manera afirmativa, el 6% respondió no estar enterado y el 2% no respondió a la pregunta.

Por otra parte, se evaluó el conocimiento de los visitantes acerca de los arrecifes, el 29% de los encuestados dijo tener muy buen conocimiento sobre los arrecifes, el 29% buen conocimiento, el 22% pensaron que su conocimiento era aceptable, el 3% considera tener mal conocimiento, el 10% no tener conocimiento, otro 12% seleccionó tener un conocimiento regular. El 1% de los encuestados no respondió a esta pregunta. También, se les preguntó sobre la disponibilidad de asistir a talleres de capacitación sobre las buenas prácticas de conducta dentro de un área natural protegida, el 84% de los visitantes respondieron estar interesados en asistir a los talleres de capacitación, 12% respondió que no y un 4% no respondió a la pregunta. Con la finalidad de detectar los grupos biológicos de

interés de los encuestados se les cuestionó sobre cuál es el grupo de su preferencia, el 61% respondió estar interesado tanto en peces como en corales, 35% solo en peces, el 2% no respondió a esta pregunta y finalmente el 2% restante tuvo interés por otros grupos como ballenas, lobos marinos y tiburones.

Dado que la impresión del visitante es de suma importancia para el bienestar y prevalencia de la actividad turística, se realizaron una serie de preguntas con respecto a la calidad de la experiencia obtenida durante el Tour. Primero, se les preguntó si lo ofrecido previamente había sido plenamente satisfecho, es decir ¿el turista recibió los servicios ofertados en su totalidad? Al respecto, el 92% de los encuestados afirmó estar conforme con el Tour contratado, el 6% respondió no estar satisfecho y el 2% no respondió a la pregunta. Con respecto a la cantidad de visitantes en su Tour y los encontrados durante su visita. El 75% respondió que la cantidad de usuarios aún es justa, el 10% le parecieron muchos los visitantes y 13% les parecieron pocos los visitantes. El 2% de los encuestados no respondieron a esta pregunta.

Para saber cuál es la percepción en cuanto al estado de salud arrecifal del parque marino se les cuestionó que pensaban al respecto, el 35% respondió que el arrecife se encontraba muy saludable, el 44% opinó que estaba en buena condición, el 15% aceptable; regular y pobre tuvieron el 2% cada una y finalmente el 2% de los encuestados no respondió a esta pregunta. De igual manera, se les preguntó cuáles consideraban ser las manifestaciones observables del deterioro del ecosistema. Los encuestados respondieron: pocos corales (37%), pocos peces (23%), pocos peces grandes (18%), muchos corales dañados (14%), pocos peces grandes (7%) y el 21% restante no respondió a la pregunta. Indagando sobre la calidad de la experiencia en cuanto al atractivo del destino turístico para realizar actividades de buceo autónomo, se les preguntó a los encuestados cuál era su opinión sobre lo visto bajo el agua. El 79% respondió que su experiencia fue muy buena, el 17% dijo solo buena, 2% dijo que era aceptable y 1% regular. El 1% de los encuestados no respondió a esta pregunta.

Para saber si el visitante encuestado está considerando regresar al destino turístico, se le cuestionó sobre tal posibilidad, a lo que el 96% respondió de

manera afirmativa, el 1% dijo no querer volver, el 2% tal vez regrese. El 1% no respondió a esta pregunta. Por último, se les preguntó sobre la posibilidad de recomendar visitar el Parque Nacional Cabo Pulmo a otros posibles visitantes. Los encuestados respondieron que si en un 97% y tan sólo el 1% dijo que no recomendaría a otras personas visitar el destino, el 1% no está seguro. El 1% restante no respondió a la pregunta.

**Tabla IV.** Resumen de preguntas y respuestas de las 122 encuestas a visitantes del PNCP

Pregunta	Opción de respuesta	No. de respuestas
¿Sexo?	Hombre 67	67
	Mujer 49	49
	N/A	6
¿Grupo de edad?	menor 18	0
	19-29	14
	30-40	64
	41-50	22
	51-60	11
	Más de 60	9
¿País de origen?	N/A	2
	USA	59
	México	50
	España	2
	Canadá	4
	Suiza	2
¿Cómo se enteró del PNCP?	Singapur	1
	N/A	4
	Amigos	44
	Internet	40
	Otros	9
	Investigadores	8
	Familiar	6
	Tiendas de buceo	3
	Tv	3
	NA	3
¿Actividad?	Buzos	3
	Revista	3
	SCUBA	96
¿Nivel?	Snorkel	26
	Advance	28
	Open Water	19

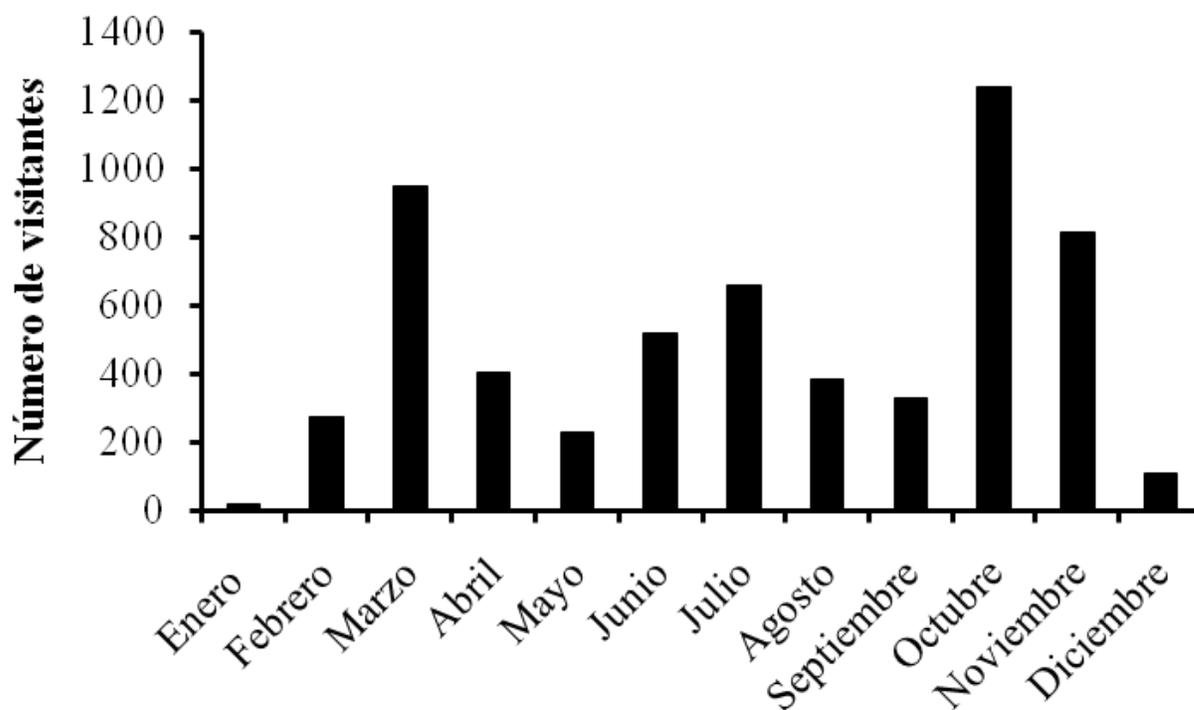
	Dive Master	16
	Snorkel	15
	N/A	13
	Instructor	11
	Rescue	10
	Discovery	8
	Una Estrella	2
¿Realizo esta actividad antes?	Más de 3 veces	104
	Tres veces	2
	Dos veces	7
	Una vez	4
	Nunca	5
¿visita anterior a Cabo Pulmo?	No	65
	Si	57
Buceos realizados	1	7
	2	34
	3	9
	4	59
	6	3
	8	1
	N/A	9
Habilidades	Muy buena	43
	Buena	40
	Aceptable	24
	Regular	5
	principiante	6
	Mala	1
	Sin habilidades	2
Información del guía	N/A	1
	SI	115
¿Conciencia sobre fragilidad del hábitat?	N/A	7
	Si	114
	No	0
¿Sabía que Cabo Pulmo es un ANP?	N/A	8
	Si	
	No	
¿Dónde obtuvo esa información?	N/A	
	Empresa de buceo	50
	Otro	45
	Folletos Parque	6
	Guía	2
	Señalamientos	12
¿Conoce las reglas del PUP?	Internet	1
	N/A	6
	Si	113
	No	7

	N/A	2
¿Conocimiento sobre vida marina?	Muy bueno	30
	Bueno	35
	Aceptable	27
	Malo	4
	Regular	15
	No tengo conocimiento	10
	N/A	1
¿Asistiría a un taller informativo?	Si	103
	No	14
	N/A	5
¿Organismo de Interés?	Peces y Corales	74
	Peces	43
	Tiburones	1
	Lobos	2
	N/A	2
¿Vio lo que esperaba?	Si	113
	No	7
	N/A	2
¿Cómo le pareció la cantidad de visitantes?	La cantidad justa	91
	Muchos	12
	Pocos	16
	N/A	3
¿Salud arrecifal?	Muy saludable	43
	Buena	54
	Aceptable	18
	Regular	3
	Pobre	2
	N/A	2
Síntomas de daño	Muchos corales dañados	
	Pocos peces	
	Pocos corales	14
	Pocos Peces grandes	22
	Pocos peces y muchos corales dañados	45
	Pocos peces, no muchos peces grandes	9
	grandes	4
	pocos peces, pocos corales	1
N/A	1	
	N/A	26
Calidad de la experiencia	Muy buena	96
	Aceptable	3
	Solo buena	21
	Regular	1
	N/A	1
¿Volvería al PNCP?	Si	117
	No	1

	Tal vez	2
	No está seguro	1
	N/A	1
¿Recomendaría el destino?	Si	119
	No	1
	No está seguro	1
	N/A	1

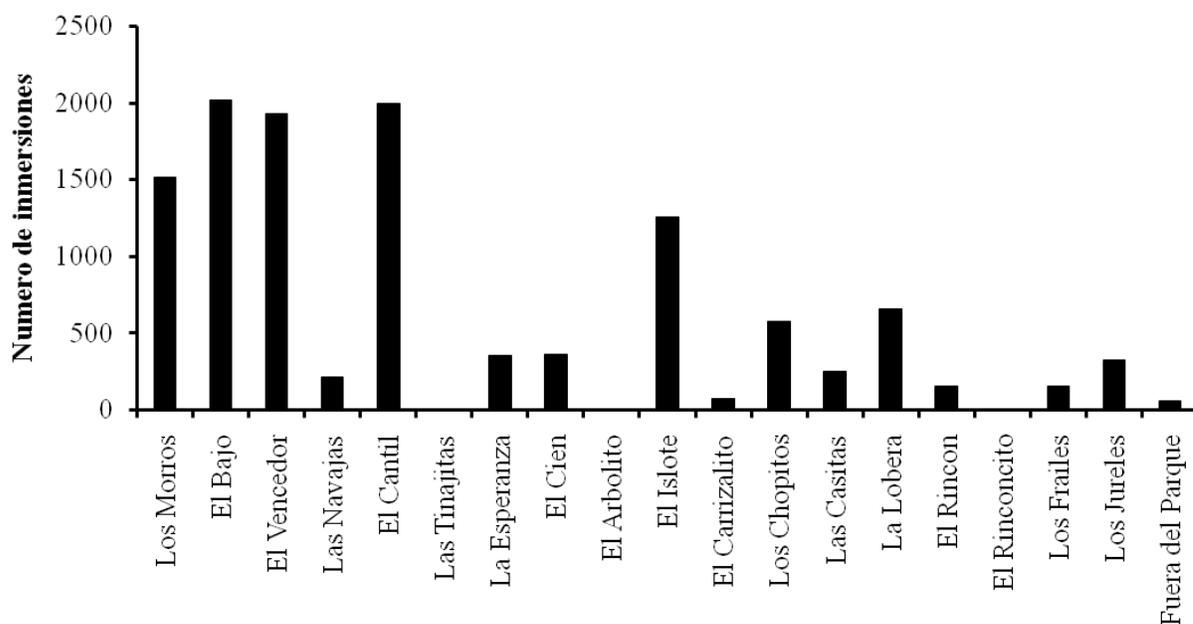
### Historial de visitantes

Los resultados del análisis de la afluencia turística durante el transcurso del año 2015 en el Parque Nacional Cabo Pulmo (PNCP) mostraron que un total de 5,948 turistas realizaron buceo autónomo durante su visita. Los picos del turismo observados durante el año 2015 para el buceo autónomo fueron: octubre (2,398 buzos) y noviembre (1,644 buzos) y el mes de marzo (950 buzos).



**Figura 15.** Fluctuación del turismo en el PNCP

Con la finalidad de detectar que sitios son los más utilizados para la actividad de buceo autónomo, se organizó la información por localidad tal como se muestra en la figura 32. Donde se observa que los sitios más visitados por el buceo autónomo fueron los que se ubican en la zona centro del PNCP (El Bajo 2,020 buzos; El Cantil 1994 buzos; El Vencedor 1927 buzos y Los Morros 1,514buzos), los cuales se caracterizan por profundidades superiores a los 9 m, por tener alta diversidad y abundancia de especies arrecifales y son los sitios donde se concentran los organismos de mayor tamaño (Aburto Oropeza *et al.*, 2011). En 2011, El Vencedor “un pecio” presentó un bajo número de visitantes (Reyes Bonilla *et al.*, 2014), sin embargo, en los últimos 3 años se han observado tiburones toro *Carcharhinus leucas* en ese lugar, lo cual ha atraído a una gran cantidad de buzos con predilección por estos animales.



**Figura 32.** Afluencia turística por sitio en el PNCP.

## **CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA.**

El cálculo de capacidad de carga turística (CCT) se realizó basándose en la metodología de Cifuentes *et al.*, (1999), adaptada a las condiciones del ambiente marino por Gallo *et al.* (2001) y Sousa-Melo *et al.*, (2006).

Esta metodología consta de tres fases, la cual busca establecer el número máximo de visitas que puede recibir un área protegida con base en las condiciones físicas, biológicas y de manejo que se presentan en el área en el momento del estudio. Estas etapas son:

**Capacidad de Carga Física (CCF):** consiste en la estimación del número máximo de visitas que físicamente se podrían realizar en determinado tiempo al lugar. Está dada por la relación entre el horario y tiempo de visita, el espacio disponible para la visitación y el espacio necesario para el visitante.

**Capacidad de Carga Real (CCR):** se obtiene al modificar la CCF por una serie de factores de corrección que incluyen aspectos de tamaño del grupo de buceo, características y fragilidad del sustrato, interacciones con el fondo (daños) por los buzos, climáticos y accesibilidad en función del nivel de experiencia del visitante.

**Capacidad de Carga Efectiva (CCE):** es la CCR modificada por la Capacidad de Manejo (CM) del Parque.

Cada una de estas es inferior o igual a la precedente, de tal manera que primero se requiere de establecer la CCF, en segundo lugar, se establece la CCR y finalmente, se establece la CCE ó turística.

El proceso de estimación de la CCT se realizó bajo los siguientes supuestos:

1. El buceo se lleva a cabo sobre senderos lineales.
2. El tránsito en los senderos de buceo es unidireccional (favorecido por las corrientes).
3. Cada buzo ocupa un espacio de  $3m^2$  para desplazarse libremente sin entrar en contacto físico con otros buzos.
4. El número máximo de buzos por guía es de 6, como se establece en la Regla 34 del Capítulo IV de las Reglas administrativas del Programa de Conservación y Manejo del PNCP (CONANP, 2006).

5. La distancia entre los grupos de buzos es de 50 m.
6. El horario del parque es de 13 horas para buceo diurno y 3 horas para buceo nocturno (Regla 27, PCyM PNCP)
7. Duración de visita: 2 horas desde que la embarcación sale del lugar de embarque hasta que regresa.

Debido a que se siguió el mismo procedimiento para estimar la CCE diurna en los 15 sitios estudiados, a continuación, sólo se muestra cómo se definió la CCE para el sitio de buceo El Bajo.

### **Estimación de la CCF.**

$$CCF = \left( \frac{S}{Sp} \right) * Nv$$

Dónde:

S = 1124m; Sp = 3m<sup>2</sup>; Nv = 6.5 buceos/día/visitante

$$Nv = \frac{Hv}{Tv}$$

Dónde:

Hv= 13 horas/día; Tv= 2 horas/buceos/visitante

$$CCF = \left( \frac{1124m}{3m} \right) \left( \frac{13h}{2h} \right) = 2,435.35 \text{ buceos/ día}$$

El resultado anterior nos indica que, dadas las características del sitio, como la longitud del sendero y el horario de acceso al Parque, potencialmente se podrían realizar 2,435.35 buceos por día, si sólo tomamos en cuenta estos aspectos. Sin embargo, esto es sólo el primer paso del método, ya que una vez calculada la CCF se procede al cálculo de la CCR.

### **Estimación de la CCR.**

Como se comentó anteriormente, la CCR es la CCF modificada por una serie de factores de corrección. En este trabajo, los factores de corrección utilizados fueron los siguientes: factor de corrección social (FCsoc); factor de

corrección por fragilidad (FCfg); factor de corrección de daño por toques (FCdaño), factor de corrección por condiciones climáticas (FCclim).

**Factor de corrección social (FCsoc):** Son los aspectos referentes a la calidad de la visitación como: tamaño de los grupos, número de visitantes por guía, duración del tiempo de buceo y la distancia entre grupos para evitar aglomeración, facilitando la supervisión y control para seguridad y satisfacción del visitante.

Con relación al tamaño de los grupos, las reglas administrativas del PCyM del PNCP establecen en el Capítulo IV. *De los visitantes*, Regla 34, el número máximo de usuarios por cada instructor durante las actividades de buceo diurno está determinado como sigue:

- a) Subzona de Preservación 1 (SP1)      6 personas
- b) SASRN 1      8 personas

Los sitios de buceo del PCyM están en la SP1, por lo cual se utilizará el valor de 6 buzos por guía.

Utilizando nuevamente como ejemplo el sitio de buceo El Bajo, el **FCsoc** se calculó de la siguiente forma:

La longitud del “sendero” de buceo es de 1124 m, el número máximo de buzos por grupo (incluyendo al guía o instructor) es de 7, la longitud ocupada por el grupo es de 21 m y la distancia mínima entre grupos para evitar aglomeración se consideró de 50 m, de tal manera que la distancia entre grupos es de 71 m. Para calcular el número de grupos simultáneos en el sendero utilizamos la siguiente ecuación:

$$NG = \frac{\text{Largo total del sendero}}{\text{distancia requerida por grupo}} = \frac{1124m}{71m} = 15.83 \text{ grupos}$$

El número de buzos que simultáneamente pueden estar en el sendero son:

$$P = NG * \text{buzos en el grupo} = 15.83 * 7 = 110.82 \text{ buzos}$$

La magnitud limitante (mlx) para este factor, es el segmento del sendero de buceo que no puede ser ocupado porque debe mantenerse una distancia mínima

entre grupos. Dado que los grupos son de 6 personas por guía, la distancia entre los grupos es de 71 m ya que cada buzo requiere de 3 m, entonces:

$mlx$  = metros totales sendero – distancia ocupada por las personas en el sendero.

$mlx=1124 \text{ m} - 332.46 \text{ m} = 791.54 \text{ m}$

$mtx$ = magnitud total del sendero = 1124 m

$$FC_{soc} = 1 - \left( \frac{mlx}{mtx} \right) = 1 - \left( \frac{791.54}{1124} \right) = 1 - 0.704 = 0.2958$$

**Factor de corrección por fragilidad (FCfg):** Se calculó con información tomada en campo sobre el porcentaje de cobertura de formas coralinas ramificadas:

$$FC_{fg} = 1 - \left( \frac{44.73}{100} \right) = 1 - 0.4473 = 0.5526$$

**Factor de corrección de daños por toques (FCdañ):** Para calcular este factor, se estimó la probabilidad de ocurrencia de daño como resultado de los contactos de los buzos, ya sea por descuido o intencional. Para la mayoría de los sitios se documentó el número de contactos y daños, en el caso de no tener información del sitio se utilizó el valor promedio calculado a partir de todos los sitios, el valor resultante fue de 1.97

$$FC_{dañ} = 1 - (1.97 / 193) = 1 - 0.0102 = 0.9897$$

**Factor de corrección por fenómenos meteorológicos (FCmt):** De acuerdo con los registros de los prestadores de servicios de Cabo Pulmo y Capitanía de Puerto de Los Cabos, el número de días en los cuales no se pudo realizar la actividad debido a fenómenos meteorológicos durante 2015 fueron 63, de tal manera que el FCmt se calculó de la siguiente forma:

$$FC_{mt} = 1 - \left( \frac{hl}{ht} \right) = 1 - \left( \frac{63 \text{ días}}{365 \text{ días}} \right) = 1 - 0.1726 = 0.8273$$

$hl$ = días cierre al año

$ht$ = días que el PNCP está abierto al año

Para calcular la CCR, multiplicamos la CCF por los factores de corrección calculados para cada uno de los sitios, utilizando como ejemplo el sitio de El Bajo tenemos que:

$$CCR = 2435.33 * (0.2957 * 0.5526 * 0.9897 * 0.8273) = 325.99$$

$$CCR = 325.99 \text{ buceos / día}$$

De tal manera que la CCR calculada para El Bajo mediante la aplicación de los factores de corrección a la CCF resultó de 325.99 buceos por día.

### **CAPACIDAD DE MANEJO (CM)**

La evaluación de la capacidad de manejo del PNCP se evaluó a través de la aplicación de un cuestionario para evaluar 3 componentes básicos de la administración del PNCP, estos son: Infraestructura, personal y equipo

Los criterios de evaluación fueron:

Estado, Localización y funcionalidad, los cuales se calificaron de acuerdo con la siguiente escala:

Porcentaje de valoración	Valor	Calificación
≤35%	0	No satisfactorio
36 – 50%	1	Poco satisfactorio
51 – 75%	2	Medianamente satisfactorio
76 – 89%	3	Satisfactorio
≥90%	4	Muy satisfactorio

Para cada componente se obtuvo un promedio de la calificación y posteriormente la CM se obtuvo a partir de promediar los valores correspondientes a Infraestructura, Equipo y personal, de tal manera que la CM es igual a:

$$CM = \frac{\text{Infraestructura} + \text{equipo} + \text{personal}}{3} = \frac{0.45 + 0.63 + 0.32}{3} = \frac{1.40}{3} = 0.4731$$

$$CM = 0.4731$$

## Capacidad de Carga Efectiva (CCE)

La CCE representa el número de buceos/día que el sitio de buceo puede permitir. Para estimar la Capacidad de Carga Efectiva (CCE) se modifica la CCR con la CM de tal manera que:

$$CCE = CCR * CM = 325.99 * 0.4731 = 154.24 \text{ buceos / día}$$

Con lo cual, el número máximo de buceos que se pueden efectuar en el sitio El Bajo es de 154.24 buceos/día.

En la Tabla V se muestra la CCT diurna calculada para cada uno de los sitios de buceo del PNCP, donde se presentan los valores de CCF, factores de corrección, CCR, CM y CCE. El sitio que presentó el mayor valor de CCE es El Mangle con 346.64 buceos/día y el que menor CCE presenta es Las Tachuelas con 10.20 buceos/día. Con los resultados obtenidos a partir de este análisis, el número máximo de buceos por día que se pueden llevar a cabo en el PNCP es de **1667.89** buceos/día.

**Tabla V.** Capacidad de carga por día por sitio para buceo diurno en las localidades de estudio del Parque Nacional Cabo Pulmo.

	CCF	FCs	FCfg	FCda	FCmt	CCR	CM	CCE
Las Tachuelas	5782.83	0.29	0.01	0.98	0.82	21.57	0.47	10.20*
El Mangle	3024.66	0.29	1	0.98	0.82	732.63	0.47	346.64*
Punta Mojonera	1093.47	0.29	0.09	0.98	0.82	24.95	0.47	11.80
Los Morros	1367.16	0.29	0.4	0.98	0.82	132.46	0.47	62.67
El Bajo	2435.33	0.29	0.55	0.98	0.82	325.99	0.47	154.24
El vencedor	659.511	0.29	0.54	0.98	0.82	87.13	0.47	41.22
El Rodadero	1198.70	0.29	0.2	0.98	0.82	58.07	0.47	27.47
Los Gavilanes	858.88	0.29	0.15	0.98	0.82	32.53	0.47	15.39
El Cerrito	862.83	0.29	0.53	0.98	0.82	111.70	0.47	52.85
La Barrita	752.54	0.29	0.60	0.98	0.82	110.84	0.47	52.44
El Cantil	3115.67	0.29	0.05	0.98	0.82	42.48	0.47	20.10

Las Tinajitas	192.83	0.29	0.58	0.98	0.82	27.35	0.47	12.94
Barra No. 100	1952.17	0.29		0.98	0.82	472.85	0.47	223.73
El Arbolito	1161.33	0.29	0.28	0.98	0.82	80.53	0.47	38.10
El Carrizalito	1031.59	0.29	0.37	0.98	0.82	94.77	0.47	44.84
El Islote	1478.18	0.29	0.80	0.98	0.82	288.08	0.47	136.30
Los Chopitos	1716	0.29	0.54	0.9	0.82	226.98	0.47	107.39
Las Casitas	1293.5	0.29	0.87	0.98	0.82	275.33	0.47	130.27
La Lobera	1179.42	0.29	0.21	0.98	0.82	61.21	0.47	28.96
El Rincón	1143.93	0.29	0.53	0.98	0.82	146.85	0.47	69.48
El Rinconcito	1084.26	0.29	0.65	0.98	0.82	170.71	0.47	80.77

De acuerdo con el resultado obtenido en este cálculo, el número máximo de buceos al año que se podrían realizar en el PNCP son **609,790** buceos. Por otro lado, la CCE promedio por sitio de buceo que el PNCP puede soportar es de **79.42** buceos/sitio/día, lo que equivale a **28,989** buceos/sitio/año. No obstante, es importante aclarar que esto es sólo con fines ilustrativos, ya que, de acuerdo a nuestros cálculos, hay sitios como Las Tachuelas que, debido a su fragilidad, sólo pueden soportar hasta **3,725** buceos al año.

#### **CAPACIDAD DE CARGA PARA SITIOS DE BUCEO NOCTURNO.**

El cálculo de la CCT para buceo nocturno se realizó de la misma forma que para el buceo diurno, modificando sólo algunos puntos de los supuestos.

1. El número máximo de buzos por guía es 3 como se establece en el programa de conservación y manejo (CONANP, 2006).
2. La distancia entre los grupos de buzos es de 50 m.
3. El horario del Parque es de 3 horas para buceo nocturno.
4. Duración de visita: 2 horas desde que la embarcación sale del muelle hasta que regresa.

Debido a que se siguió el mismo procedimiento para estimar la CCT en los diez sitios estudiados, a continuación, sólo se muestra cómo se definió la CCT para el sitio de buceo El Bajo.

### Estimación de la CCF.

$$CCF = \left( \frac{S}{Sp} \right) * Nv$$

Dónde:

S = 1124m; Sp = 3m<sup>2</sup>; Nv = 1.5 buceos/visitante/día

$$Nv = \frac{Hv}{Tv}$$

Dónde:

Hv= 3 horas; Tv= 2 horas/buceo

$$CCF = \left( \frac{1124m}{3m} \right) \left( \frac{3h}{2h} \right) = 562 \text{ buceos/ día}$$

### Estimación de la CCR Nocturna.

De manera similar a la CCR diurna se aplicaron los mismos factores de corrección: factor de corrección social (FCsoc); factor de corrección por fragilidad (FCfg); factor de corrección de daño por toques (FCdaño), factor de corrección por condiciones climáticas (FCclim). Sólo que el factor de corrección social se modifica porque cambia el número de buzos permitidos, esto es:

**Factor de corrección social (FCsoc):** Son los aspectos referentes a la calidad de la visitación como: tamaño de los grupos, número de visitantes por guía, duración del tiempo de buceo y la distancia entre grupos para evitar aglomeración, facilitando la supervisión y control para seguridad y satisfacción del visitante.

Con relación al tamaño de los grupos, las reglas administrativas del PCyM del PNCP establecen en el Capítulo IV. *De los visitantes*, Regla 35, el número máximo de usuarios por cada instructor durante las actividades de buceo diurno está determinado como sigue:

- c) Subzona de Preservación 1 (SP1)      3 personas
- d) SASRN 1      3 personas

Los cálculos para obtener el FCsoc nocturno se realizaron de manera similar que en el buceo diurno, considerando que para el caso del buceo nocturno,

el número de buzos permitidos por guía es de 3, con lo cual la longitud del grupo se modifica a 12 m y la distancia entre grupos es de 62 m, por lo tanto el FCsoc se modifica de la siguiente manera:

$$NG = \left( \frac{1124}{62} \right) = 18.13 \text{ grupos}$$

$$P = 18.13 * 4 = 72.52 \text{ buzos}$$

$$m/x = 1124 - 217.56 = 906.44 \text{ m}$$

$$FC_{soc} = 1 - \left( \frac{906.44}{1124} \right) = 1 - 0.8064 = 0.1936$$

Los factores de corrección por fragilidad y climáticos no fueron modificados porque corresponden a atributos ambientales, en el caso del factor de corrección por daños se mantuvo el mismo que para el buceo diurno, en virtud de no contar con información de campo, no obstante, es muy posible que este sea mayor en la actividad nocturna, debido a lo limitado de la visión del buzo, lo que hace más probable el contacto involuntario con alguna parte de la estructura arrecifal.

Una vez calculados los factores de corrección, se procedió a la obtención de la CCR para los sitios con buceo nocturno. De la misma forma que se calculó la CCR diurna, se multiplicó la CCFnoct por los factores de corrección calculados para cada uno de los sitios. Utilizando como ejemplo el sitio de El Bajo, se obtiene:

$$CCR_{noct} = 562 * (0.1936 * 0.5526 * 0.9897 * 0.8273) = 49.22$$

$$CCR = 49.22 \text{ buceos / noche}$$

De tal manera que la CCRnoct calculada para El Bajo, mediante la aplicación de los factores de corrección a la CCFnoct fue de 49.22 buceos por noche

### **Capacidad de Carga Efectiva Nocturna (CCEnoct)**

La CCEnoct representa el número de buceos/día que el sitio de buceo puede permitir. Para estimar la CCEnoct se modifica la CCRnoct con la CM (utilizamos la calculada para buceo diurno) de tal manera que:

$$CCE_{noct} = CCR_{noct} * CM = 49.22 * 0.47 = 23.29 \text{ buceos / día}$$

El número máximo de buceos nocturnos que se pueden efectuar en el sitio El Bajo es de 23.29 buceos/noche.

En la Tabla VI se presentan los valores de CCF, factores de corrección, CCE, CM y CCE calculados para los 21 sitios donde se permite el buceo nocturno en el PNCP.

El sitio que presentó el mayor valor de CCE fue El Mangle con 52.34 buceos/día, mientras que Las tachuelas presentó la menor CCE con 1.54 buceo/noche. Con los resultados obtenidos a partir de este análisis, el número máximo de buceos nocturnos que se pueden llevar a cabo en el PNCP por día es de **251.86** buceos/noche. El número máximo de buceos nocturnos al año que se podrían realizar en el PNCP son **91,932.06**. Sin embargo, dado que se requiere un nivel avanzado en el buceo para llevar a cabo esta actividad, es muy probable que la actividad generalmente este muy por debajo de este valor.

**Tabla VI.** Capacidad de carga por buceo nocturno para las localidades de estudio del Parque Nacional Cabo Pulmo.

	CCF	FCs	FCfg	FCda	FCmt	CCR	CM	CCE
Las Tachuelas	1334.5	0.19	0.01	0.98	0.82	3.25	0.47	1.54
El Mangle	698	0.19	1	0.98	0.82	110.63	0.47	52.34
Punta Mojonera	252.34	0.19	0.09	0.98	0.82	3.76	0.47	1.78
Los Morros	315.5	0.19	0.4	0.98	0.82	20.00	0.47	9.46
El Bajo	562	0.19	0.55	0.98	0.82	49.22	0.47	23.29
El vencedor	152.19	0.19	0.54	0.98	0.82	13.15	0.47	6.22
El Rodadero	276.62	0.19	0.2	0.98	0.82	8.76	0.47	4.14
Los Gavilanes	198.20	0.19	0.15	0.98	0.82	4.91	0.47	2.32
El Cerrito	199.11	0.19	0.53	0.98	0.82	16.86	0.47	7.98
La Barrita	173.66	0.19	0.60	0.98	0.82	16.73	0.47	7.92
El Cantil	719	0.19	0.05	0.98	0.82	6.41	0.47	3.03
Las Tinajitas	44.5	0.19	0.58	0.98	0.82	4.13	0.47	1.95

Barra No. 100	450.5	0.19	-	0.98	0.82	71.40	0.47	33.78
El Arbolito	268	0.19	0.28	0.98	0.82	12.16	0.47	5.75
El Carrizalito	238.06	0.19	0.37	0.98	0.82	14.31	0.47	6.77
El Islote	341.12	0.19	0.80	0.98	0.82	43.50	0.47	20.58
Los Chopitos	396	0.193	0.5461	0.98	0.82	34.27	0.47	16.21
Las Casitas	298.5	0.19	0.87	0.98	0.82	41.57	0.47	19.67
La Lobera	272.17	0.19	0.21	0.98	0.82	9.24	0.47	4.37
El Rincón	263.98	0.19	0.53	0.98	0.82	22.17	0.47	10.49
El Rinconcito	250.21	0.19	0.65	0.98	0.82	25.77	0.47	12.19

### CAPACIDAD DE CARGA TURISTICA TOTAL PARA EL PNCP

La estimación de la CCT por buceo autónomo se calculó para el buceo autónomo diurno y buceo autónomo nocturno. En orden de estimar el número máximo total de buceos autónomos por sitio y total en el PNCP, sumamos los valores correspondientes a cada sitio por actividad, esto es:

$$\text{CCT buceo diurno} + \text{CCT buceo nocturno} = \text{CCT máxima}$$

$$1,667.89 + 251.86 = 1,919.75 \text{ buceos/día}$$

Por lo anterior, la CCT máxima por buceo autónomo es de **1,919.75** buceos/día en el PNCP, considerando que cada visitante realiza dos buceos por día, donde generalmente realizan un buceo profundo en los sitios autorizados para ello y un buceo somero, el número total de buzos por día que pueden desarrollar la actividad en el PNCP es de **959.87** buzos por día, o igual a **960** buzos máximo por día en el PNCP. De acuerdo a este dato, el número máximo de buzos que estos 21 sitios del PNCP puede recibir en un año es de **350,356.14**, valor que es 59 veces mayor a la cantidad registrada de visitantes que practicaron buceo autónomo en 2015.

Por otro lado, si la distribución de buzos fuera homogénea en los 21 sitios considerados en el cálculo de la CCT máxima del PNCP, el número máximo promedio de buzos por sitio de buceo es igual a **45.70** buzos/sitio/día. Con este resultado, anualmente cada sitio recibiría en promedio **16,683.62** buzos/sitio/año.

### **Límite de Cambio Aceptable para el PNCP**

El paso 1 del método del LCA consistió en identificar las amenazas y oportunidades existentes en torno a la actividad de buceo autónomo en el Parque nacional Cabo Pulmo.

**Tabla VII:** Amenazas del PNCP de los entornos biofísico, social y administrativo,

<i>Amenazas</i>
<b>Entorno Biofísico</b>
Fragmentación de las especies de coral por actividades de buceo autónomo y buceo libre. Anclaje de embarcaciones en sitios rocosos o de arrecife. Modificación de la conducta de los lobos marinos Contaminación por basura (residuos sólidos) en el mar. Contaminación derivada del vertimiento de aceites y combustibles de embarcaciones que transportan a turistas.
<b>Entorno social</b>
Existencia de una competencia desleal entre los prestadores de servicios. Proliferación de agencias de “turismo alternativo” que no cubren requisitos básicos de información para sus clientes y que realizan prácticas no acordes a la conservación del Parque. Necesidad de profesionalización de los prestadores de servicios para atender a los visitantes. Necesidad de mejorar los servicios y atención al visitante.
<b>Entorno administrativo</b>
Deficiencias en la señalización y letreros informativos Desconocimiento del contenido del Programa de Manejo del Parque por algunos prestadores de servicios y visitantes. Falta de personal del Parque. Problemas para la recaudación del cobro de derechos Vigilancia insuficiente que no permite asegurar el cumplimiento de las reglas. Escaso contacto del personal del Parque con los visitantes. Falta de un programa de educación ambiental para visitantes.

**Tabla VIII.** Oportunidades del PNCP de los entornos biofísico, social y administrativo.

<i>Oportunidad</i>
<p><b>Entorno biofísico</b></p> <p>Diferentes tipos de recursos para distintas actividades recreativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrecife de coral vivo (buceo autónomo, buceo libre)</li> <li>• Biodiversidad de organismos (buceo autónomo, buceo libre)</li> <li>• Humedales (observación de aves)</li> <li>• Cantil rocoso (observación de aves).</li> <li>• Colonia De Lobos Marinos saludable y resiliente</li> </ul> <p>Presencia de especies carismáticas en el Parque (corales, lobos marinos, tiburones, tortugas, ballenas, jureles) que son atractivas para los visitantes.</p> <p>Características paisajísticas muy atractivas y posibles de aprovechar sustentablemente.</p> <p>La instalación de boyas de amarre en puntos estratégicos del Parque que permitan regular el impacto de anclas sobre sitios de buceo y/o buceo libre.</p>
<p><b>Entorno social</b></p> <p>Demanda creciente del turismo alternativo, ecoturismo, de aventura, cultural y rural.</p> <p>Disponibilidad de esquemas de subsidios (federales, municipales y privados) para la capacitación en temas turísticos, calidad de servicios y habilidades gerenciales.</p> <p>Existencia de esquemas financieros nacionales e internacionales para el apoyo a proyectos turísticos viables del sector social.</p> <p>Posibilidades de acceder a nuevos mercados locales, regionales, nacionales o internacionales.</p>
<p><b>Entorno administrativo</b></p> <p>Atención internacional por parte de Organizaciones no Gubernamentales (ONG)</p> <p>Existencia de decretos de ley que avalan al turismo alternativo como una</p>

actividad sustentable.

Vinculación y estructura legal con otros instrumentos de planeación (existencia del PC y M, POEMGC).

Disponibilidad de apoyos federales para la incorporación activa de miembros de la comunidad a las acciones de vigilancia.

ONG involucradas para el equipamiento de instrumentos de vigilancia.

*PCyM (Programa de Conservación y Manejo), POEMGC (Ordenamiento Ecológico Marino Golfo de California)*

### Paso 2: Definir las condiciones deseadas para cada ANP

A continuación se presenta el listado realizado sobre las condiciones deseadas para cada ANP.

#### **Los recursos naturales del Parque**

- El arrecife se encuentra en condiciones óptimas.
- La fragmentación de coral por efecto de buzos disminuye al 0%.
- Los arrecifes se encuentran sin efectos negativos por anclaje de embarcaciones.
- La calidad del agua es buena porque no hay derrames intencionales o accidentales de combustibles ni aceites por embarcaciones, ni por vertimientos de aguas residuales.
- El mar se encuentra limpio gracias a un manejo efectivo de residuos sólidos en el pueblo, campo pesquero y playas.
- La colonia de lobos se mantiene sin perturbación intensa

#### **La experiencia del visitante**

- Los visitantes tienen una gama diversa de actividades recreativas durante todo el año, que incluyen las acuáticas y otras realizadas en el área de influencia del Parque.
- Los servicios ofrecidos son suficientes para satisfacer las necesidades de los visitantes y estos servicios son de calidad e innovadores.

- Los visitantes regresan al PNCP y lo recomiendan como un buen destino turístico.

### **La administración del ANP**

- La intensidad de uso del Parque por actividades turísticas y recreativas se mantiene en un nivel óptimo (de acuerdo a las capacidades de carga establecidas) lo que asegura un manejo y conservación adecuado del ANP.
- El parque es un modelo a nivel mundial por su vigilancia, cumplimiento de reglas, monitoreo y manejo recreativo.
- Existen instrumentos de planificación que regulan las actividades recreativas, de investigación y educación ambiental.
- Existen los recursos financieros y humanos suficientes para el manejo adecuado del Parque.
- Existen diversos mecanismos de difusión (señales, folletos, medios electrónicos) que informan a la comunidad y visitantes sobre el PNCP.

### **Los aspectos sociales**

- Existen empresas locales, competitivas, capacitadas y certificadas que ofrecen empleos para los miembros de la comunidad.
- Existen diversos servicios turísticos de calidad e innovadores.
- Existe comunicación y cooperación entre empresas.
- Existe un ordenamiento efectivo y respetado por todos los empresarios y visitantes.

### *Paso 3: Definir las clases de oportunidad y la zonificación para el buceo autónomo*

Para poder definir las clases de oportunidad se decidió elaborar una tabla con las condiciones deseables para la zona marina y de esta forma poder agrupar los sitios del PNCP en sus respectivas clases de oportunidad.

**Clases de oportunidad:** Es un conjunto de categorías que agrupan a los sitios que comparten ciertas características (de diversa índole) y sirven para definir los

tipos e intensidades de uso y potenciar la experiencia que se quiere ofrecer al visitante.

Cada clase de oportunidad representa una combinación de factores: 1) tipos de ambientes naturales que existen (fondos arenosos, rocosos, paredes rocosas, fondos mixtos), 2) tipo de actividad y experiencia que se desea ofrecer al visitante según el tipo de ambiente submarino y las condiciones oceanográficas del sitio (corrientes, profundidad, oleaje), y 3) nivel de certificación de buceo autónomo requerido según las características de cada sitio (corrientes, profundidad, oleaje) y el Programa de Manejo del PNCP.

**Tabla IX.** Clases de oportunidad en el PNCP. **BL** Buceo libre pero no el buceo autónomo. **BL-1** fondo mixto arenoso con parches de coral, mientras que el **BL-2** se compone de sitios con arrecife rocoso-coralino somero. **BAA** buceo autónomo para buzos avanzados. La clase **BAA-1** es posible realizar también el buceo libre y es una zona de arrecife rocoso y coralino. **BAA-2** fondo arenoso con parches rocosos-coralinos. **BAA-3** distintos tipos de fondo (arenoso, rocoso, coralino) y una zona profunda (cañón). **BAP** arrecife rocoso con o sin coral donde se permite el buceo autónomo para buzos principiantes.

Clases de Oportunidad	Nombre de los sitios	Clave	Actividades permitidas
BL-1	Cabo Pulmo El Arbolito	CP EA	Buceo libre
BL-2	Las Navajas El Almirante Las Tinajitas	LN EAL LTJ	Buceo libre
BAA-1	Los Morros El Bajo El Cantil	LM EB EC	Buceo autónomo para buzos 3 estrellas o equivalente

BAA-2	El Vencedor Barra No. 5 La Esperanza	EV B5 LE	Buceo autónomo para buzos 3 estrellas o equivalente Observación de tiburón (sin carnada o métodos de atracción)
BAA-3	Los Frailes Sur	LFS	Buceo autónomo para buzos 3 estrellas o equivalente
BAP-1	El Islote Las Casitas La Lobera Los Frailes Norte Los Chopitos	EI LC LL LFN LCH	Buceo autónomo principiantes (1 estrella o equivalente) y “discovery” (Los Chopitos, Los Frailes Norte) Buceo libre

A continuación se enlistan las características deseables para los sitios de buceo autónomo en el PNCP:

- El arrecife se encuentra con un impacto mínimo por las actividades recreativas y de investigación.
- La fragmentación de coral por daño humano disminuyó al 0%.
- Los visitantes evitan modificar y perturbar la conducta de la fauna marina (no alimentan ni acosan tiburones, mantas o mamíferos marinos, ni manipulan invertebrados o molestan a la fauna en general).
- Existe una capacidad de carga establecida para los buzos y ésta se respeta.
- No hay conflictos entre los prestadores de servicios turísticos por los sitios de buceo pues utilizan y respetan el sistema de avisos implementado por el Parque.
- Hay reglas de permanencia en los lugares de buceo autónomo.
- Existe presencia continua de las autoridades del Parque en temporadas de alta afluencia turística para vigilar el buen comportamiento de los usuarios.
- El fondo del mar se encuentra libre de basura.
- Durante la inmersión el buzo podrá disfrutar de un sitio en buen estado de conservación y observar la flora y fauna marina del parque.
- El tamaño del grupo de buzos es pequeño y hay poca probabilidad de encuentro con otros grupos de la misma u otra actividad.
- Los usuarios reciben de sus guías información necesaria y relevante sobre el sitio antes de la inmersión.
- Como resultado de la existencia y el seguimiento a las reglas, la experiencia submarina es segura e inolvidable.

**Tabla X.** Sub zonificación de los sitios marinos con condiciones deseables, actividades permitidas y experiencias probables para el visitante

<b>Sitio</b>	<b>Condiciones deseables (Biofísicas, sociales y administrativas)</b>	<b>Actividades permitidas</b>	<b>Experiencias probables para el visitante</b>
Las Tachuelas	Es una zona de fondos arenosos y de arrecife coralino. Zona especial de aglomeración de tiburones. Tiene especial atención por ser la frontera norte del Parque que colinda con desarrollos turísticos.	Ninguna	Ninguna
El Mangle y Punta Mojonera	Zona especial de aglomeración de tiburones. Zona arenosa con arrecife coralino	Ninguna	Ninguna
Los Morros	Arrecife rocoso y coralino.	Buceo autónomo (diurno y nocturno)	Es un sitio donde el buzo podrá observar grandes cardúmenes de jurel, cabrilla y

			<p>garropa en las temporadas de agregación de estas especies.</p> <p>En el buceo nocturno el visitante podrá disfrutar de especies y conductas distintas a las que se pueden observar durante el día y procesos como la bioluminiscencia.</p>
El Bajo	<p>Arrecife rocoso y coralino con gran riqueza de especies.</p> <p>Este sitio de buceo es el más famoso y representativo del Parque.</p>	Buceo autónomo (diurno y nocturno)	<p>Es un sitio donde el buzo podrá observar grandes cardúmenes de jurel, cabrilla y garropa en las temporadas de agregación de estas especies.</p> <p>En el buceo nocturno el visitante podrá disfrutar de especies y conductas distintas a las que se pueden observar durante el día y de procesos como la bioluminiscencia.</p>
El Vencedor	Sitio con arrecife coralino, rocoso y	Buceo autónomo	Durante la inmersión el buzo podrá

	un arrecife artificial (barco hundido).		observar un pecio, la flora y fauna marina, alguna de las especies carismáticas del parque (tortugas, tiburones, peces e invertebrados), podrá disfrutar de un sitio en buen estado de conservación.
El Rodadero y Los Gavilanes	Sitio con arrecife coralino y rocoso somero.	Buceo libre	El visitante podrá realizar buceo libre y disfrutar de aguas someras con arrecife en buen estado de conservación donde podrá contemplar la flora y fauna submarina. Es un sitio ideal para visitantes con poca experiencia en el buceo libre.
El Cerrito	Sitio con arrecife rocoso y con parches de coral somero. Existen boyas de amarre.	Buceo libre y Buceo autónomo	El visitante que llega a las playas de Cabo Pulmo podrá realizar actividades acuáticas como natación, buceo libre y buceo autónomo disfrutar de

			aguas someras con arrecife en buen estado de conservación donde podrá contemplar la flora y fauna submarina.
Las Tinajitas	Sitio con arrecife rocoso y coralino somero.	Buceo libre Y Buceo autónomo	El visitante podrá realizar buceo y disfrutar de aguas someras con arrecife en buen estado de conservación donde podrá contemplar la flora y fauna submarina. Es posible que en esta zona pueda observar distintas especies de tiburones.
El Cantil	Arrecife rocoso y coralino caracterizado por un cantil con cuevas, grietas y una gran diversidad de invertebrados.	Buceo autónomo (diurno y nocturno)	Durante la inmersión el buzo podrá observar la flora y fauna marina, alguna de las especies carismáticas del parque (tortugas, tiburones, peces e invertebrados), además de un

			<p>paisaje submarino único.</p> <p>Es un sitio donde el buzo podrá observar grandes cardúmenes de jurel, cabrilla, pargo y garropa en las temporadas de agregación de estas especies.</p> <p>En el buceo nocturno el visitante podrá disfrutar de especies y conductas distintas a las que se pueden observar durante el día y procesos como la bioluminiscencia.</p>
Barra No. 100	Sitio de fondo arenoso y parches rocosos.	Buceo autónomo (diurno y nocturno)	<p>Durante la inmersión el buzo podrá observar la flora y fauna marina, alguna de las especies carismáticas del parque (tiburones).</p> <p>En el buceo nocturno el visitante podrá disfrutar de especies y conductas distintas a las que se pueden observar durante el</p>

			día y procesos como la bioluminiscencia.
La Barrita	Arrecife rocoso y coralino.	Buceo autónomo	Durante la inmersión el buzo podrá observar la flora y fauna marina como los tiburones.
El Islote	Peñasco rocoso con diversidad de invertebrados.	Buceo libre Buceo autónomo	Durante la inmersión el buzo podrá observar la flora y fauna marina y especies carismáticas como el lobo marino y mobulas.
Carrizalito	Sitio con arrecife rocoso y coralino somero.	Buceo libre y Buceo autónomo	El visitante podrá realizar buceo libre y disfrutar de aguas someras con arrecife en buen estado de conservación donde podrá contemplar la flora y fauna submarina. Es posible que en esta zona pueda observar distintas especies de tiburones.
El Arbolito	Sitio de fondo arenoso y zonas	Buceo libre Y	El visitante puede observar flora y fauna

	<p>rocosas con parches de coral.</p>	<p>Buceo autónomo</p>	<p>muy cerca de la costa, tales como peces de arrecife. Es un área segura para la natación y recreación para adultos y niños. Durante la temporada de dic-mar podrá observar mobulas y ballenas saltando.</p>
<p>Los Chopitos</p>	<p>Sitio de fondo arenoso y zonas rocosas con parches de coral. Es un sitio de buceo adecuado para buzos principiantes. Existen boyas de amarre.</p>	<p>Buceo libre Buceo autónomo Buceo discovery</p>	<p>El visitante puede nadar o practicar el buceo libre y disfrutar del paisaje submarino. Los buzos principiantes pueden practicar la actividad en un sitio somero y seguro. Es una zona de acceso restringido por tierra y esto permite una experiencia única al visitante por la baja densidad de otros visitantes. El visitante puede observar flora y fauna</p>

			muy cerca de la costa, tales como escuelas de peces de arrecife.
Las Casitas	Arrecife rocoso con parches de coral Es un sitio de buceo adecuado para buzos principiantes.	Buceo libre Buceo autónomo	Durante la inmersión el buzo podrá observar la flora y fauna marina, alguna de las especies carismáticas del parque (tortugas, peces e invertebrados). Es un sitio donde el buzo podrá observar peces de gran tamaño (cabrilla, pargo y garropa) en las temporadas de agregación de estas especies.
La Lobera	Arrecife rocoso Es un sitio de buceo adecuado para buzos principiantes.	Buceo libre Buceo autónomo	Durante la actividad el buzo podrá observar la flora y fauna marina, alguna de las especies carismáticas del parque (lobos marinos durante oct-jul).
El Rincón	Sitios con	Buceo libre	El visitante que llega

<p>y El Rinconcito</p>	<p>distintos tipos de sustrato (fondo arenoso, rocoso, coralinos), zonas someras y una zona profunda (cañón). Existen boyas de amarre.</p>	<p>Buceo autónomo Buceo Discovery</p>	<p>a las playas de Los Frailes podrá realizar actividades acuáticas en estas dos localidades de aguas someras. Durante la inmersión el buzo podrá observar distintos tipos de sustrato y la flora y fauna asociada. Los buzos principiantes puedan practicar la actividad en un sitio somero y seguro. Los buzos avanzados podrán practicar la actividad en la zona del cañón y es probable observar tiburones y escuelas de peces.</p>
----------------------------	--	---	---

### Indicadores de LCA

Se definen los impactos detectados, así como los indicadores biofísicos, de experiencia del visitante y de manejo. Para cada indicador se definió su línea base y su Estándar Mínimo Aceptable (EMA) que representa la condición aceptable de cada indicador. También se agregaron otros valores como estándar que se encuentran por arriba o por debajo de la condición deseada y para cada valor se presenta la estrategia de manejo que deberá ser implementada en caso de ser necesario.

**Tabla XI.** Indicadores biofísicos

Impacto	Indicador	Línea Base	Estándar	Estrategia
Fragmentación de cabezas de coral por buzos o anclaje de embarcaciones	Porcentaje de colonias vivas de coral fragmentadas (monitoreo biológico)	23% de las colonias vivas fragmentadas en promedio en los sitios monitoreados	≥28% promedio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerrar parcial o totalmente los sitios más afectados</li> <li>• Implementar el plan de restauración de los sitios.</li> <li>• Difundir las medidas de mitigación que se van a implementar y sus razones (el estado actual de los sitios) a locales, visitantes y Prestadores de Servicios Turísticos (PST).</li> <li>• Realizar el monitoreo biológico según protocolo.</li> <li>• Capacitar a PST, dueños y/o tripulantes de embarcaciones particulares sobre el uso de boyas de amarre.</li> <li>• Realizar recorridos de vigilancia por CONANP y registrar los ilícitos</li> <li>• Reforzar vigilancia submarina en los</li> </ul>

				sitios de buceo que permanezcan abiertos dando seguimiento a grupos de buceo y detectando el anclaje en sitios no permitidos.
			25-27% promedio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar la capacidad de carga en los sitios de buceo y/o en el número de buzos por grupo en los sitios más afectados y moderadamente afectados</li> <li>• Reforzar capacitación de guías y visitantes en las buenas prácticas del buceo</li> <li>• Realizar el monitoreo biológico según protocolo.</li> <li>• Capacitar a PST, dueños y/o tripulantes de embarcaciones particulares sobre el uso de boyas de amarre.</li> <li>• Realizar recorridos de vigilancia por CONANP y registro de ilícitos.</li> <li>• Continuar con vigilancia submarina (seguimiento a grupos de buceo y detección de anclaje en sitios no permitidos).</li> </ul>
			≤24% promedio Estándar Mínimo Aceptable (EMA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilar el funcionamiento del sistema de avisos (control del número de grupos por sitio) y la capacidad de carga en los sitios de buceo.</li> <li>• Dar plática obligatoria sobre las reglas del PNCP y buenas prácticas de buceo a los buzos, previa a la primera inmersión por parte de los</li> </ul>

				<p>PST.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilar que los prestadores de servicios turísticos, guías o instructores especializados cumplan con los requisitos según la NOM-012-TUR-2016.</li> <li>• Realizar el monitoreo biológico según protocolo.</li> <li>• Capacitar a PST, dueños y/o tripulantes de embarcaciones particulares sobre el uso de boyas de amarre.</li> <li>• Continuar con la vigilancia submarina (seguimiento a grupos de buceo y detección de anclaje en sitios no permitidos).</li> </ul>
	<p>Nivel de certificación y número de buzos/sitio/año en el PNCP (encuesta única del visitante y registro monitoreo</p>	<p>21% discovery scuba, 40% open water, 25% advanced, 1% rescue y 3% dive master y cuota de capacidad de carga por sitio</p>	<p>≥ 49% de buzos advanced o superior</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar plática obligatoria sobre las reglas del PNCP y buenas prácticas de buceo a los buzos, previa a la primera inmersión por parte de los PST.</li> <li>• Implementar el monitoreo de comportamiento de los buzos.</li> <li>• Vigilar que los sitios de buceo restringidos para buzos certificados con 3 estrellas o más se respeten.</li> <li>• Redefinir los sitios y tipo de certificación.</li> <li>• Realizar vigilancia constante del PST.</li> <li>• Intensificar la vigilancia submarina</li> </ul>

			por parte de CONANP.
		35-37% promedio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar plática obligatoria sobre las reglas del PNCP y buenas prácticas de buceo a los buzos, previa a la primera inmersión por parte de los PST.</li> <li>• Vigilar que los prestadores de servicios turísticos, guías o instructores especializados</li> <li>• cumplan con los requisitos según la NOM-012-TUR-2016.</li> <li>• Capacitar a PST sobre las reglas del PNCP y uso de boyas de amarre</li> <li>• Informar a dueños y/o tripulantes de embarcaciones particulares de las reglas, mediante la campaña de difusión.</li> <li>• Entregar a los PST una bitácora de denuncias sobre malas prácticas que entregarán a la Dirección del Parque (DP) para el registro y monitoreo.</li> <li>• Realizar recorridos de vigilancia por CONANP y registrar los ilícitos.</li> <li>• Vigilancia submarina por parte de CONANP.</li> </ul>
		≤34% promedio Estándar Mínimo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar plática obligatoria sobre las reglas del PNCP y buenas prácticas de buceo a los buzos, previa a la</li> </ul>

			Aceptable (EMA)	<p>primera inmersión por parte de los PST.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar vigilancia submarina por parte de CONANP.</li> </ul>
Fragmentación de cabezas de coral por buzos o anclaje de embarcaciones	Nivel de certificación y número de buzos/sitio/año en el PNCP (bitácora unificada de los prestadores de servicio turístico; encuesta única del visitante)	21% discovery scuba, 40% open water, 25% advanced, 1% rescue y 3% dive master	≥ 49% de buzos advanced o superior	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar plática obligatoria sobre las reglas del PNCP y buenas prácticas de buceo a los buzos, previa a la primera inmersión por parte de los PST.</li> <li>• Implementar el monitoreo de comportamiento de los buzos</li> <li>• Vigilar que los sitios de buceo restringidos para buzos certificados con 3 estrellas o más se respeten.</li> <li>• Redefinir los sitios y tipo de certificación.</li> <li>• Realizar vigilancia constante del PST. Intensificar la vigilancia submarina por parte de CONANP.</li> </ul>
			35-37% promedio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar plática obligatoria sobre las reglas del PNCP y buenas prácticas de buceo a los buzos, previa a la primera inmersión por parte de los PST.</li> <li>• Vigilar que los prestadores de servicios turísticos, guías o instructores especializados cumplan con los requisitos según la NOM-012-TUR- 2016.</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>•Capacitar a PST sobre las reglas del PNCP y uso de boyas de amarre</li> <li>•Informar a dueños y/o tripulantes de embarcaciones particulares de las reglas, mediante la campaña de difusión.</li> <li>•Entregar a los PST una bitácora de denuncias sobre malas prácticas que entregarán a la</li> <li>•Dirección del Parque (DP) para el registro y monitoreo.</li> <li>•Realizar recorridos de vigilancia por CONANP y registrar los ilícitos.</li> <li>•Vigilancia submarina por parte de CONANP.</li> </ul>
		<p>≤34% promedio Estándar Mínimo Aceptable (EMA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Dar plática obligatoria sobre las reglas del PNCP y buenas prácticas de buceo a los buzos, previa a la primera inmersión por parte de los PST.</li> <li>•Realizar vigilancia submarina por parte de CONANP.</li> </ul>

**Tabla XII.** Indicadores de la experiencia del visitante

Impacto	Indicador	Línea Base	Estándar	Estrategia
Insatisfacción del visitante por saturación de turistas	Nivel de satisfacción (encuesta única del visitante)	9% anual	<p>≤20% están poco satisfechos o insatisfechos por la saturación de turistas</p> <p><b>EMA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener niveles de visitantes de acuerdo con la capacidad de carga de los sitios de buceo autónomo y buceo libre.</li> <li>• Implementar las acciones del Programa d manejo</li> </ul>
			<p>&gt;20% están poco satisfechos o insatisfechos por la saturación de turistas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canalizar los grupos de visitantes a zonas menos congestionadas</li> <li>• Controlar el acceso a los sitios de mayor visitación de acuerdo a la capacidad de carga.</li> <li>• Dar seguimiento a la capacidad de carga de cada sitio de manera semanal, mensual y anual.</li> </ul>
Insatisfacción del visitante por deficiente atención por el personal del Parque	Nivel de satisfacción (encuesta única del visitante)	10% anual	<p>≤10% no están satisfechos o muy satisfechos con el trabajo del personal del Parque</p> <p><b>EMA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la presencia de personal de CONANP en las zonas del Parque y en las temporadas de mayor visitación.</li> <li>• Incorporar voluntarios capacitados durante las temporadas de más visitantes.</li> </ul>
			<p>&gt;10% no están satisfechos o muy</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar capacitaciones en otras áreas protegidas, implementar un plan de</li> </ul>

			satisfechos con el trabajo del personal del Parque	<p>mejoras acordada con prestadores de servicios y de acuerdo a las recomendaciones de visitantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la presencia de personal de CONANP en las zonas del Parque y en las temporadas de mayor visitación.</li> <li>• Incorporar voluntarios capacitados durante las temporadas de más visitantes.</li> </ul>
--	--	--	--	---

**Tabla XIII.** Indicadores de manejo del Parque

Impacto	Indicador	Línea Base	Estándar	Estrategia
Disminución de capacidad de manejo por un aumento en el número de prestadores de servicios y visitantes	Número de embarcaciones autorizadas en el PNCP (incluyendo con motor, kayak, tabla vela, tabla remo, etc.)	Total 30 embarcación es autorizadas en 2015 a 14 prestadores de servicios turísticos	<p>Aumento del 25% del número de embarcacion es autorizadas en 2016</p> <p>Motorizadas:            15% pangas            3% barcos            2% dinguis            No motorizados            5% kayak</p> <p><b>EMA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener un padrón de permisionarios actualizado y de acuerdo a la capacidad de carga.</li> <li>• Vigilar que las empresas que operan en el PNCP cumplan con las regulaciones y tengan un permiso.</li> <li>• Cumplir con las reglas del Programa de manejo especialmente los números de capacidad de carga diarios.</li> <li>• Otorgar permisos solo a PST que cumplan con las regulaciones.</li> <li>• Negar refrendo de permisos a PST con historial de</li> </ul>

				incumplimiento.
			Número de embarcaciones de acuerdo a la capacidad de carga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener un padrón de PST actualizado y de acuerdo a la capacidad de carga.</li> <li>• Vigilar que las empresas que operan en el PNCP cumplan con las regulaciones y cuenten con un permiso vigente.</li> <li>• Otorgar permisos solo a PST que cumplan con las regulaciones.</li> <li>• Negar refrendo de permisos a PST con historial de incumplimiento.</li> <li>• Cumplir con las reglas del Programa de manejo, especialmente los números de capacidad de carga diaria para los sitios de buceo autónomo.</li> </ul>
	Número de visitantes del Parque al año	20,780 visitantes con brazalete o	Aumento del 50% del promedio de visitantes de 2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener número de visitantes de acuerdo con la capacidad de carga.</li> <li>• Contratación de personal de</li> </ul>

			<b>EMA</b>	acuerdo las necesidades de manejo del PNCP
			Aumento $\geq 100\%$ del promedio de visitantes de 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener número de visitantes de acuerdo con la capacidad de carga.</li> <li>• Contratación de personal de acuerdo a las necesidades de manejo del PNCP.</li> <li>• Canalizar los grupos de visitantes a zonas menos congestionadas</li> </ul>
Manejo limitado del PNCP por falta infraestructura y equipo	Número de Infraestructura nueva instalada (señales, boyas.) y equipo	Inventario de infraestructura del PNCP2015 (Anexo sección capacidad de manejo)	La infraestructura y el equipo no superan la existente en 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar la infraestructura básica (señalización)</li> <li>• Equipar oficina de la Dirección del Parque.</li> <li>• Adquirir el número de vehículos y embarcaciones necesarias.</li> <li>• Instalar un centro para voluntarios y estudiantes con servicio social.</li> </ul>
			Existe la infraestructura necesaria en cada sitio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipar oficina de la Dirección del Parque.</li> <li>• Adquirir el número de vehículos y embarcaciones necesarias.</li> <li>• Instalar un centro para voluntarios y estudiantes con servicio social</li> </ul>
			Se tiene la infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar mantenimiento a la infraestructura y reparación o</li> </ul>

			a básica en los sitios y el equipo necesario <b>EMA</b>	cambio de equipo. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar un centro para voluntarios y estudiantes con servicio social.</li> </ul>
Falta de atención, vigilancia en el PNCP por falta de personal	Número de empleados y voluntarios del PNCP	Personal 2015 (Anexo sección capacidad de manejo)	Existe la Misma cantidad de personal y voluntarios que en 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratación de personal de acuerdo a las necesidades de manejo del PNCP.</li> <li>• Reasignar las tareas según el personal contratado para hacer más eficiente el manejo.</li> </ul>
			Número de guardaparques en 2015 (4) <b>EMA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratar más guardaparques.</li> <li>• Incorporar a vigilantes comunitarios a las tareas de vigilancia.</li> <li>• Disminuir los números de capacidad de carga en caso de ser excedidos vigilancia insuficiente</li> </ul>

### Paso 8: Monitoreo de indicadores

De acuerdo al protocolo de monitoreo, se obtendrán los valores de los indicadores donde se podrá evaluar el estado de las condiciones del Parque y la estrategia de manejo a implementar.

A continuación se presentan los indicadores para la evaluación de los impactos por actividades de uso público en el PNCP y un panorama general del protocolo de monitoreo mediante el cual será medido cada uno de ellos.

**Tabla XIV.** Protocolos de Monitoreo

<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Línea base</b>	<b>Estándar</b>	<b>Estrategia</b>
BIOFÍSICOS	Porcentaje de colonias fragmentadas	<p>Este indicador se medirá como parte del monitoreo biológico de corales en el PNCP.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Cada colonia será revisada para denotar la presencia de daños por causas antropogénicas (manipulación por buzos, golpes de anclas, entre otros), así como otro tipo de causas (blanqueamiento y enfermedades).</li><li>• Por transecto se cuantificará el número de cabezas de coral con fragmentación inducida por acción humana (manipulación</li></ul>	Dos veces al año durante los meses de primavera (mayo) y otoño (octubre).	CONANP UABCS OSC socias

		<p>por buzos, golpes de anclas, entre otros).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los sitios de muestreo son los visitados durante el monitoreo biológico</li> </ul>		
	<p>Nivel de certificación y número de buzos/sitio/año en el PNCP</p>	<p>Este indicador se medirá como parte del monitoreo de visitantes al ANP</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llenado de bitácora homologada de los prestadores de servicios turísticos donde aparezcan datos como: Fechas del tour, sitio visitado, número de buzos, nivel de certificación de los buceadores.</li> <li>• Sistematización de la información en bases de datos.</li> <li>• Análisis anuales de la información.</li> <li>• Correlación del sitio de buceo con el nivel de certificación de los buzos y con el número de buzos al año por sitio.</li> </ul>	<p>Todo el año</p>	<p>PST (Registra número de clientes y nivel certificación) CONANP (captura de datos y análisis)</p>
	<p>Calidad de</p>	<p>Este indicador se medirá</p>	<p>Dos veces</p>	<p>CONANP y</p>

	agua en los sitios de uso turístico	<p>como parte del monitoreo de los impactos antropogénicos del turismo en el ANP.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de coliformes</li> <li>• Concentración de amonio</li> </ul>	<p>al año, una vez después de temporada alta (enero) y otra después de temporada baja (julio)</p>	OSC socias
	Presencia de basura en los sitios de buceo	<p>Recorrer el sitio y verificar la presencia/ausencia de basura.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de fotografías en sitios con basura.</li> <li>• Hacer un compendio de fotos.</li> <li>• Realizar un análisis comparativo anual sobre la evolución de presencia/basura y seguir la estrategia propuesta.</li> </ul>	<p>Una vez al año después de la Temporada alta y antes de la recolección de basura</p>	CONANP

EXPERIENCIA DEL VISITANTE	Nivel de satisfacción del visitantes	<p>Repartir encuestas a los PST, centro de visitantes, oficina de la DP.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar la encuesta única del visitante al mayor número posible de visitantes</li> <li>• Sistematización de la información en bases de datos.</li> <li>• Análisis anuales de la información sobre nivel de satisfacción por concentración de visitantes, calidad de atención del personal del Parque.</li> </ul>	Todo el año	CONANP PST
MANEJO	Número de embarcaciones autorizadas en el PNCP (incluyendo con motor, kayak, tabla vela, tabla remo, entre otras)	<p>Revisar los permisos de los PST operando en el Parque.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualizar el padrón de embarcaciones autorizadas cada año.</li> <li>• Registrar el incumplimiento de las reglas o ilícitos cometidos por los dueños de embarcaciones.</li> <li>• Sistematización de la información en bases</li> </ul>	Todo el año	CONANP

		<p>de datos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis anuales de la información para estimar la tendencia y medir el nivel de aumento en el número de embarcaciones.</li> </ul>		
	Número de visitantes al año en el Parque	<p>Obtener el número de visitantes a través de la cantidad de brazaletes vendidos, del número de encuestas aplicadas y bitácora de los PST.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematizar la información en bases de datos.</li> <li>• Calcular el número de visitantes por temporadas y anual.</li> </ul>	Todo el año	CONANP
	Número de infraestructura nueva instalada (señales, boyas) y equipo de trabajo para el personal	<p>Realizar el inventario anual de la infraestructura y equipo existente en el Parque (cantidad y estado).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematización de la información en bases de datos.</li> <li>• Estimar la cantidad y el estado de la infraestructura en</li> </ul>	Una vez al año	CONANP

		playas y el equipo.		
	Número de empleados y voluntarios del PNCP	Registro del nuevo personal y voluntarios. <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistematización de la información en bases de datos.</li> </ul>	Una vez al año	CONANP

## PARQUE NACIONAL REVILLAGIGEDO

### Georreferencia de sitios y medidas de senderos de buceo.

A continuación, en la Tablas XV, XVI y VII se presentan las medidas por localidad de las áreas potencialmente utilizables para el desarrollo de las actividades de buceo en la PNR. Estos valores fueron calculados a partir de los datos obtenidos mediante el GPS en campo y las entrevistas con personal de las tripulaciones (Dive Master y capitanes).

**Tabla XV.** Ubicación geográfica y medidas de los senderos de buceo en los sitios de isla Socorro

Isla Socorro sitios de buceo	Latitud	Longitud	Área m <sup>2</sup>
Cabo Pearce	18°46'.64 N	110°54'.35 O	1000
Punta Tosca	18°46'.93 N	111°03'.48 O	2000

**Tabla XVI.** Ubicación geográfica y medidas de los senderos de buceo en los sitios de isla San Benedicto.

Isla San Benedicto: sitios de buceo	Latitud	Longitud	Área m <sup>2</sup>
Punta Norte	19°20'.04 N	110°47'.80 O	1000
El Boiler	19°19'.77 N	110°48'.80 O	200
Las Cuevas	19°19'.35 N	110°48'.52 O	250
El Cañón	19°17'.70 N	110°48'.43 O	500

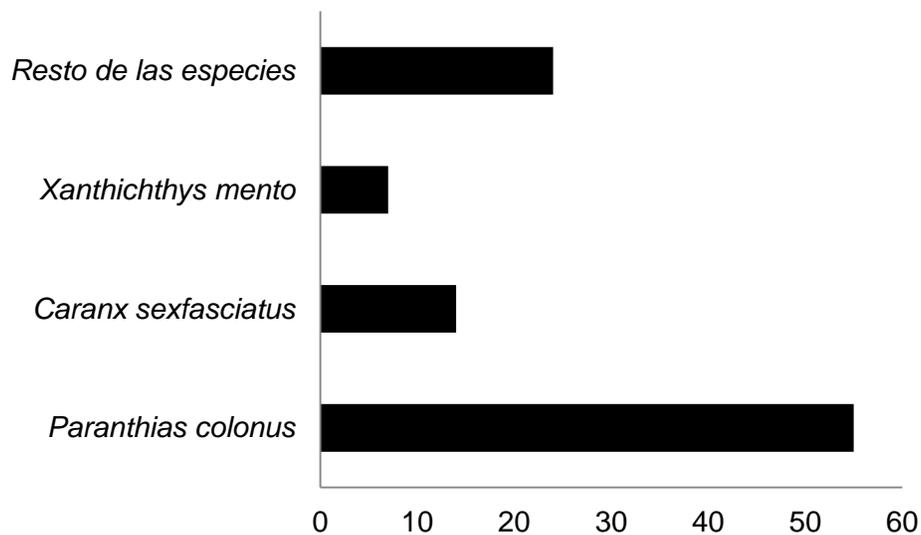
**Tabla XVII.** Ubicación geográfica y medida del sendero de buceo en Roca Partida

Sitio	Latitud	Longitud	Área m <sup>2</sup>
-------	---------	----------	---------------------

Roca Partida	19°00'.07N	112°04'.01	400
--------------	------------	------------	-----

Caracterización biológica

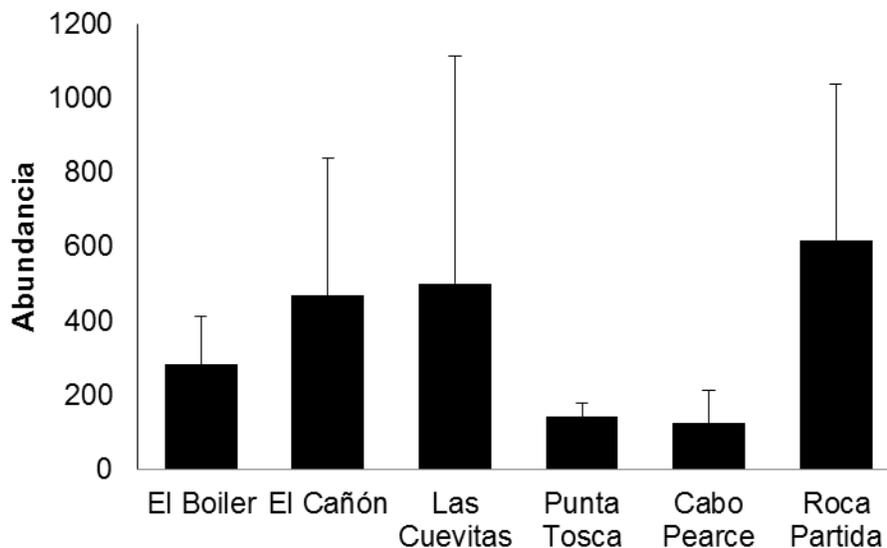
Peces óseos y rayas demersales



**Figura. 33.** Porcentaje de abundancia relativa de peces óseos y rayas demersales en la PNR (N=18721; *P. colonus* (n=10281); *C. sexfasciatus* (n=2711); *X. mento* (n=1266); resto de las especies (n=4463)).

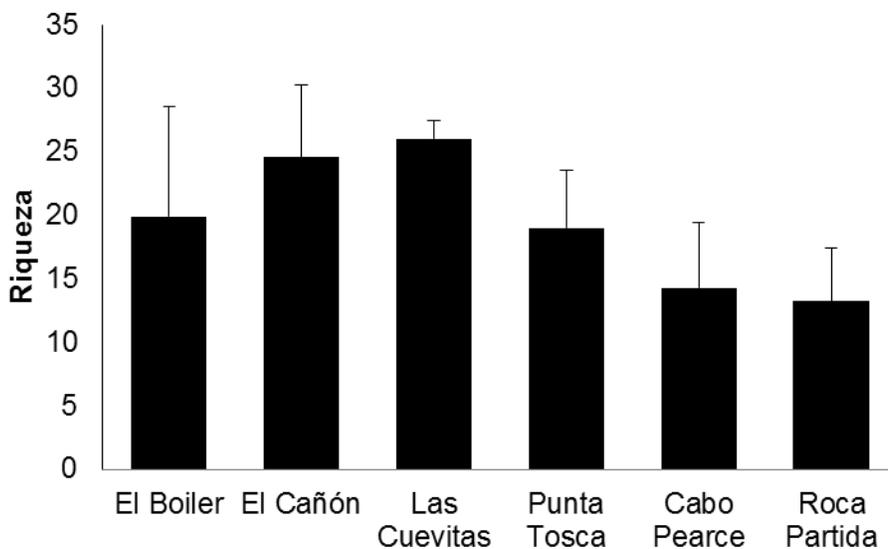
La evaluación ictiofaunística mostró que en los censos efectuados en el PNR se registraron 77 especies de peces (Fig. 33). Con base en su abundancia relativa los dominantes fueron: *Paranthias colonus* (55%), seguido por *Caranx sexfaciatus*(14%) y *Xanthichthys mento* (7%). El resto de las especies representó el (24%).

En la figura 34 se muestran los resultados de los indicadores ecológicos para peces, el análisis de abundancia muestra a Roca Partida ( $618.33 \pm 419.99$  individuos/censo), como el sitio de más abundancia promedio y a Cabo Pearce ( $126 \pm 88.40$  individuos/censo) como el de menor abundancia. La prueba estadística de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas entre los sitios de estudio ( $H_5=13.44$ ;  $p=0.01$ ). La prueba *a posteriori* señaló a Roca Partida como el sitio diferente del resto.



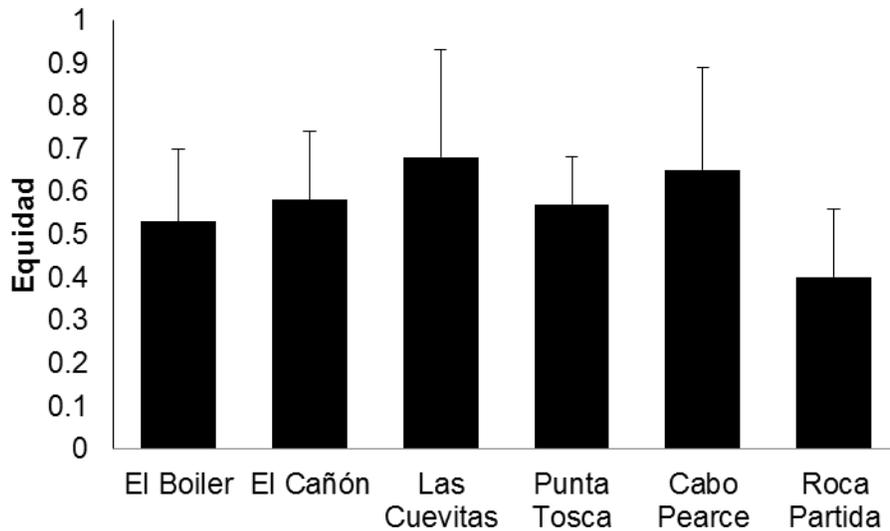
**Figura 34.** Comparación de abundancia de peces en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

La mayor riqueza promedio de especies de peces fue registrada en Las Cuevitas ( $26 \pm 1.41$ spp/censo), seguido por El Cañón ( $24.55 \pm 5.68$ spp/censo), mientras que la menor riqueza se encontró en Roca Partida ( $13.2 \pm 4.21$ spp/censo). La prueba estadística de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas entre los sitios de estudio ( $H_5=18.52$ ;  $p=0.002$ ). La prueba *a posteriori* señala a Roca Partida como el sitio que es diferente del resto.



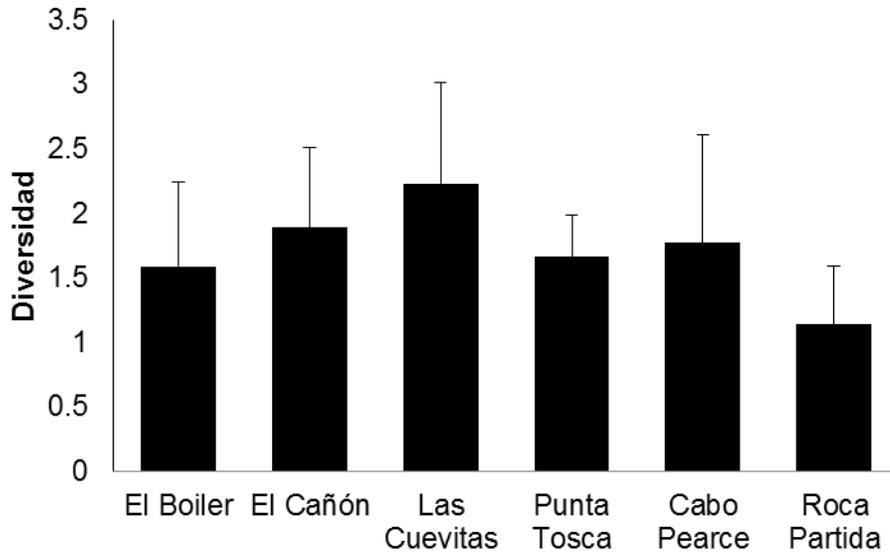
**Figura 35.** Comparación de la riqueza de peces en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

En cuanto al análisis de equidad ( $J'$ ) se puede apreciar que Las Cuevitas ( $0.68 \pm 0.25$ ) fue el sitio que presentó la composición de especies más homogénea, a diferencia de Roca Partida ( $0.4 \pm 0.16$ ), sitio que mostró la menor equidad en su composición de especies. La prueba estadística de Kruskal-Wallis no detectó diferencias significativas entre los sitios de estudio ( $H_5=6.85$ ;  $p=0.23$ ).



**.Figura 36.** Comparación de la equidad de peces en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

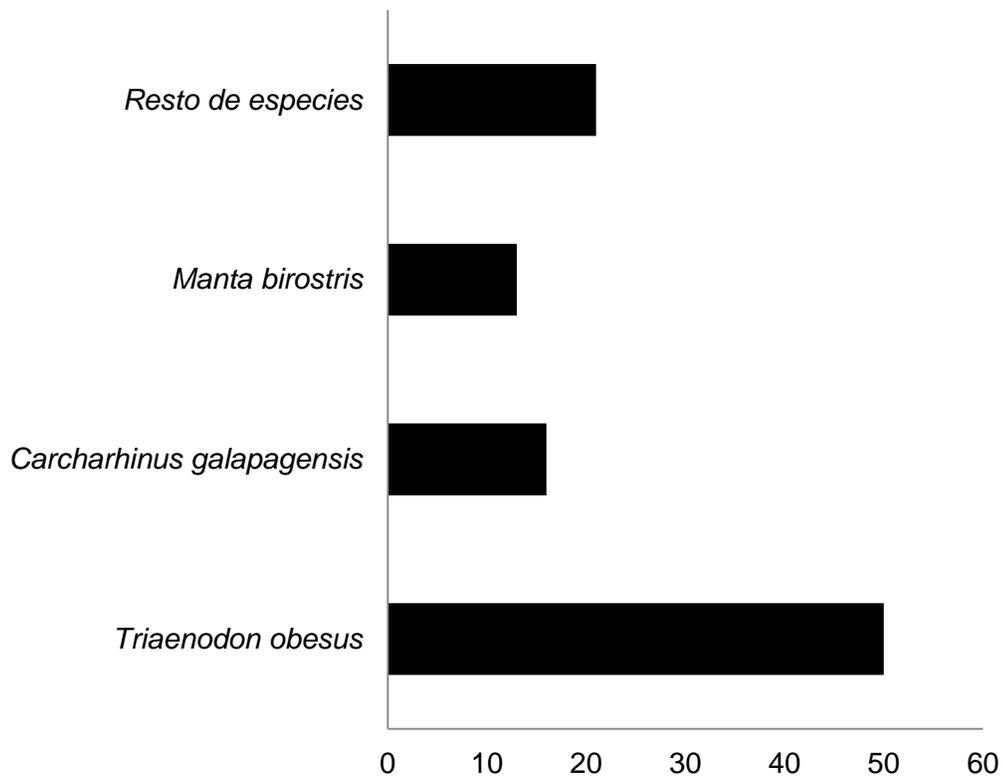
Finalmente, el apartado correspondiente al análisis de diversidad ( $H'$ ) muestra a Las Cuevitas ( $2.23 \pm 0.78$  bits/ individuo) como el sitio con mayor diversidad promedio de especies de peces y al Islote Roca Partida como el menos diverso ( $0.53 \pm 0.21$  bits/ individuo). La prueba estadística de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas entre los sitios de estudio ( $H_5=12.31$ ;  $p=0.03$ ), la prueba *a posteriori* señala a Roca Partida como el sitio que es diferente del resto.



**Figura 37.** Comparación de la equidad de peces en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

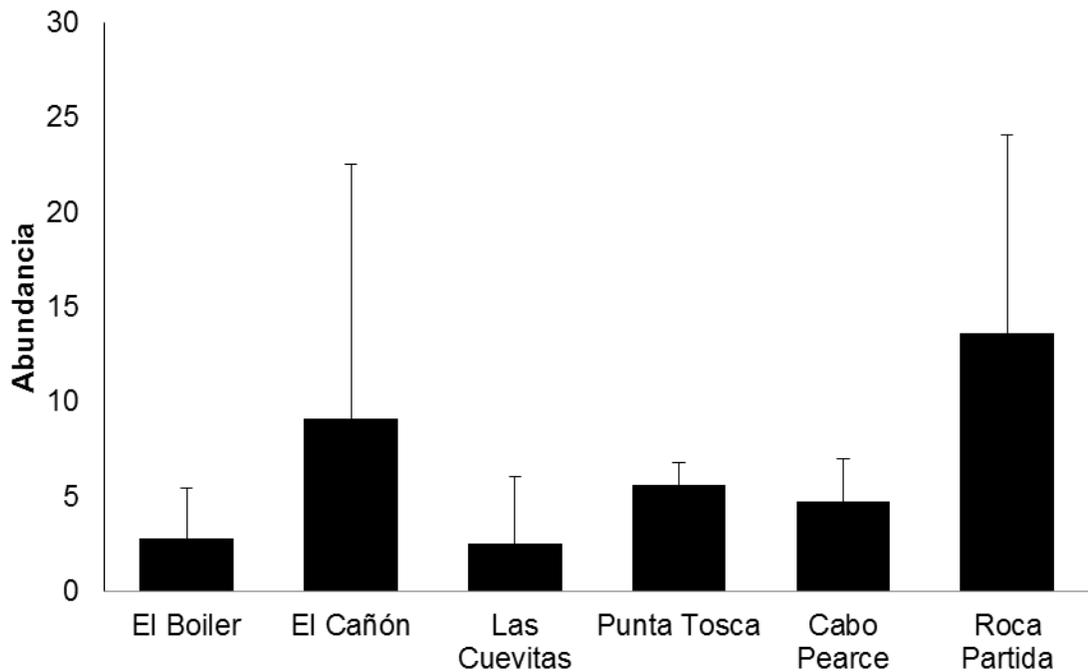
### Tiburones y Mantas

En la figura 38 se observa la abundancia relativa de los tiburones y mantas presentes en el PNR, la cual estuvo representada por 7 especies de tiburones y 1 especie de manta. Las especies más abundantes en el archipiélago fueron *Triaenodon obesus* (50%), seguido por *Carcharhinus galapagensis* (16%) y la *Manta birostris* (13%); el 21% restante estuvo conformado por *Carcharhinus albimarginatus*, *Sphyrna lewini*, *Carcharhinus falciformis*, *Carcharhinus obscurus* y *Rhincodon typus*.



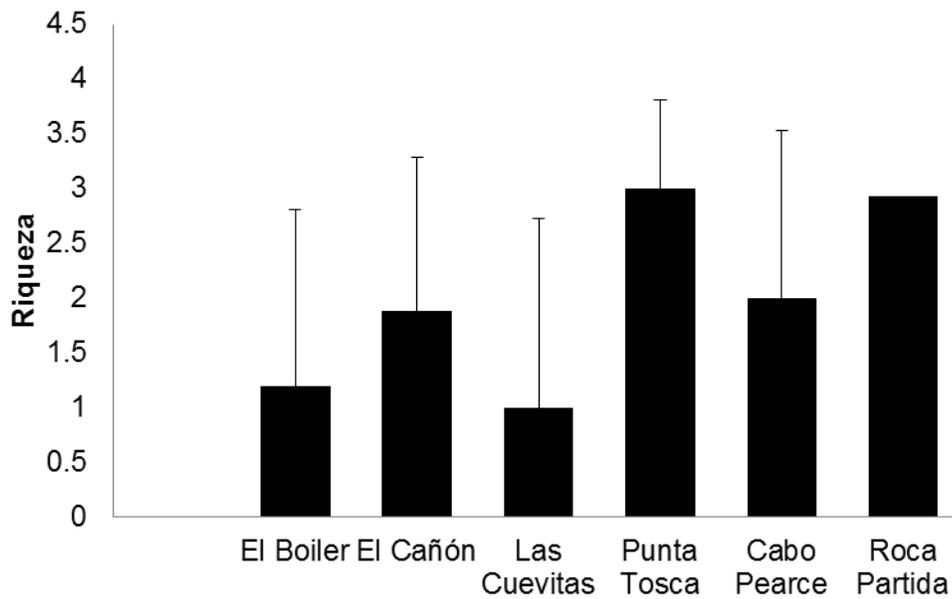
**Figura 38.** . Porcentaje de abundancia relativa de tiburones y mantas en la PNR (N=356; *T. obesus*. (n=179); *C. galapaguensis*. (n=58); *M. birrostris*. (n=46) y el resto de las especies (n=58)).

En la figura 39 se muestran los resultados correspondientes a los indicadores ecológicos. La mayor abundancia promedio de estas especies se encontró en Roca Partida ( $13.6 \pm 10.47$  individuos/censo), seguida por El Cañón ( $9.11 \pm 13.40$  individuos/censo); el sitio con menor abundancia promedio fue Las Cuevitas ( $2.5 \pm 3.53$  individuos/censo). La prueba estadística de Kruskal-Wallis encontró diferencias significativas entre los sitios de estudio ( $H_5=12.56$ ;  $p=0.02$ ), la prueba *a posteriori* señaló a Roca Partida como el sitio diferente del resto.



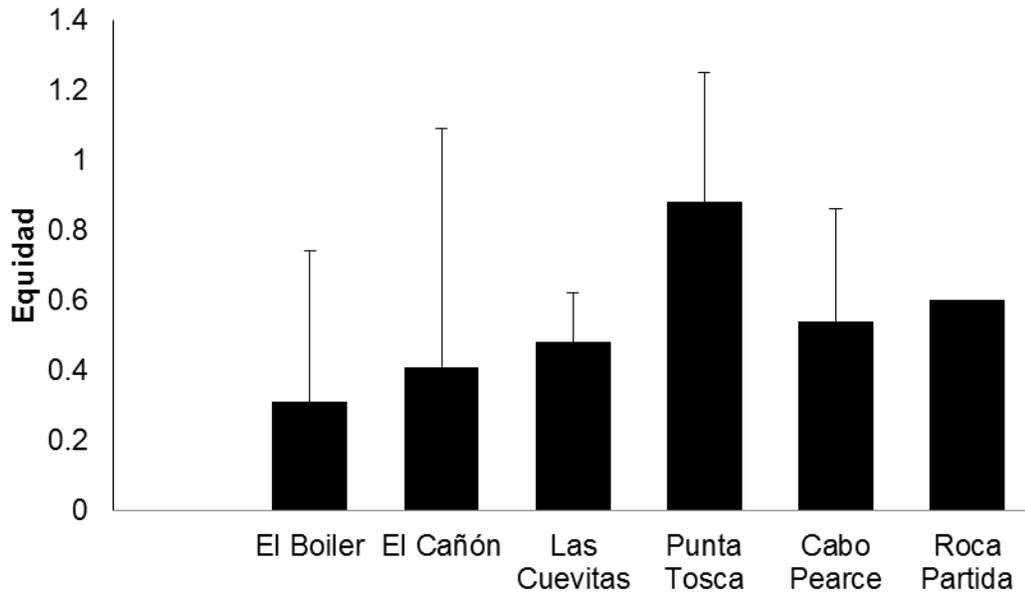
**Figura 39.** Comparación de abundancia de tiburones y mantas en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

La riqueza promedio de especies de tiburones y mantas mostró que Punta Tosca ( $3.0 \pm 1.73\text{spp/censo}$ ) y Roca Partida ( $2.93 \pm 1.53 \text{ spp/censo}$ ) son los sitios donde se puede observar un mayor número de especies de tiburones en el archipiélago, mientras que el sitio con menor riqueza promedio es Las Cuevitas ( $1 \pm 1.41\text{spp/censo}$ ). La prueba estadística de Kruskal-Wallis determinó diferencias significativas entre los sitios de estudio ( $H_5=11.51$ ;  $p=0.04$ ), nuevamente la prueba *a posteriori* muestra a Roca Partida como el sitio diferente del resto.



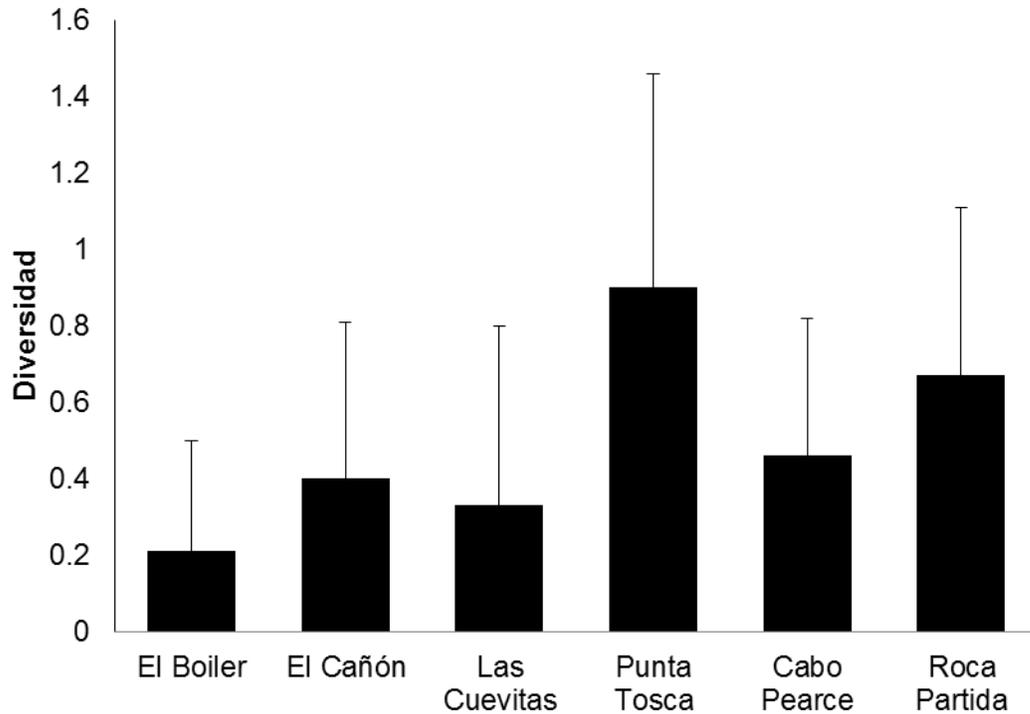
**Figura 40.** Comparación de riqueza de especies de tiburones y mantas en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

En cuanto al valor promedio de equidad ( $J'$ ) de tiburones y mantas, Punta Tosca ( $0.88 \pm 0.14$ ) fue el sitio con mayor equidad promedio, seguido por Roca Partida ( $0.60 \pm 0.32$ ), el sitio con menor equidad promedio fue El Boiler ( $0.31 \pm 0.42$ ). La prueba estadística de Kruskal-Wallis no determinó diferencias significativas entre los sitios de estudio ( $H_5=5.10$ ;  $p=0.40$ ).



**Figura 41.** Comparación de equidad de especies de tiburones y mantas en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

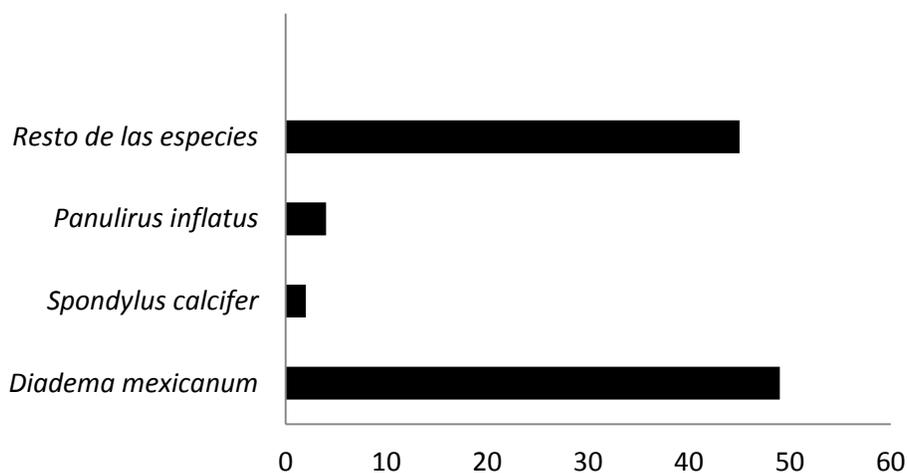
La diversidad ( $H'$ ) promedio de especies de tiburones fue mayor en las localidades de Punta Tosca ( $0.90 \pm 0.56$  bits/individuo) y Roca Partida ( $0.67 \pm 0.44$  bits/individuo). El sitio menos diverso fue El Boiler ( $0.21 \pm 0.29$  bits/individuo). La prueba estadística de Kruskal-Wallis no encontró diferencias significativas entre los sitios de estudio ( $H_5=9.24$ ;  $p=0.09$ ).



**Figura 42.** Comparación de la diversidad de especies de tiburones y mantas en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

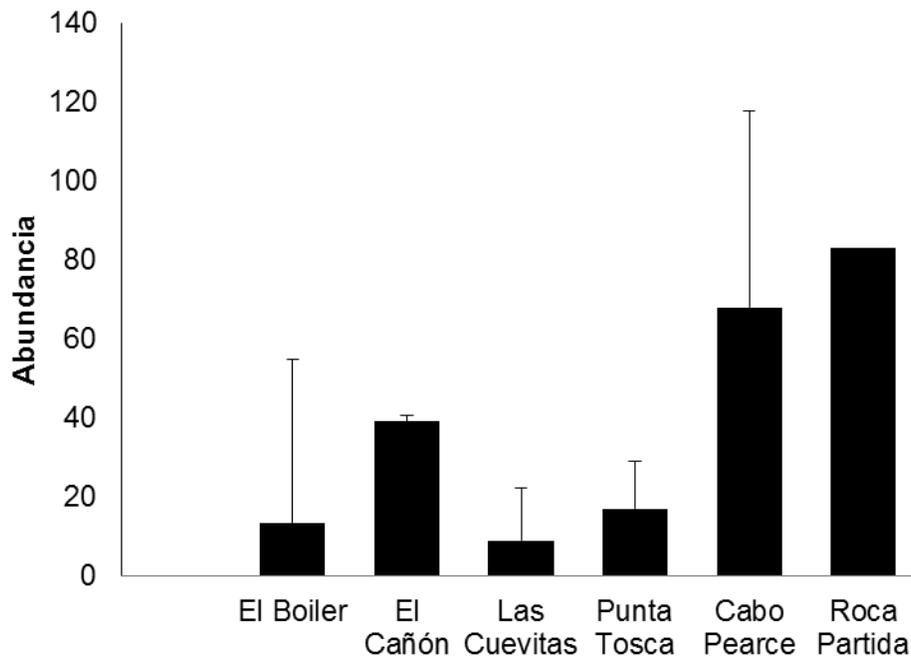
### Invertebrados bentónicos

El conjunto de macroinvertebrados en la PNR estuvo representado por 15 especies, de las cuales las más abundantes fueron: *Diadema mexicanum* (49%), *Panulirus inflatus* (4%), *Spondylus calcifer* (2%). El resto de las especies (representó el 45%) del total como se muestra en las figura 43.



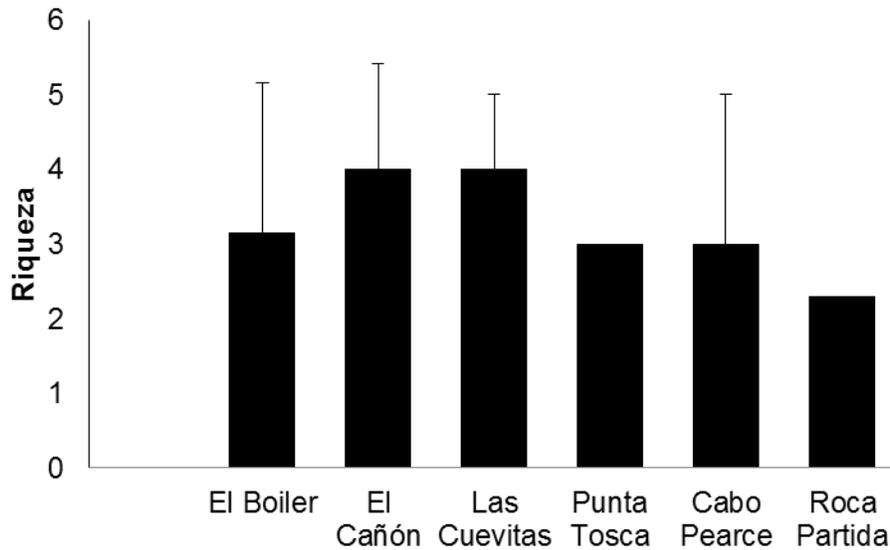
**Figura 43.** Porcentaje de abundancia relativa de invertebrados bentónicos en la PNR (N=1541; *D. mexicanum*. (n=766); *S. calcifer* (n=26), *P. inflatus* (n=57) y el resto de las especies(n=692)).

El análisis sobre la abundancia promedio de invertebrados bentónicos mostró a Roca Partida ( $83.2 \pm 49.66$  individuos/censo) y Cabo Pearce ( $68 \pm 12$  individuos/censo) como los sitios con un mayor número de individuos, en contraste de Las Cuevitas ( $9 \pm 1.41$  individuos/censo) presentó la menor abundancia promedio. La prueba estadística de Kruskal-Wallis determinó diferencias significativas entre los sitios de estudio ( $H_5=15.44$ ;  $p=0.008$ ) y la prueba *a posteriori* señaló a Roca Partida como el sitio que fue diferente del resto.



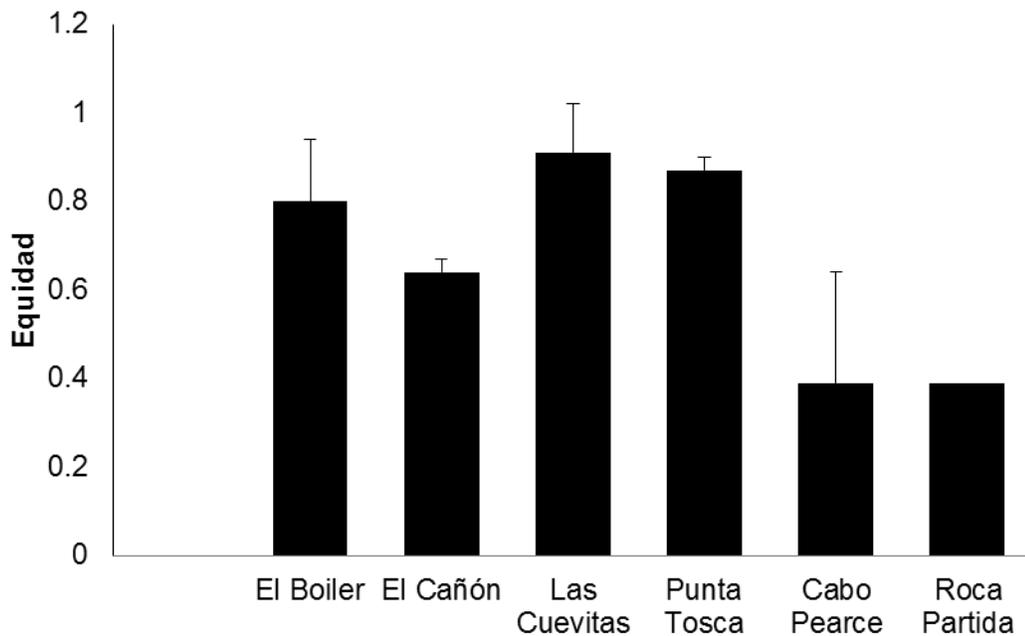
**Figura 44.** Comparación de abundancia promedio de invertebrados bentónicos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

La riqueza promedio de especies de invertebrados observada fue mayor en El Cañón ( $4 \pm 2$  spp/censo) y Las Cuevitas ( $4 \pm 1.4$  spp/censo) y menos para el sitio de Roca Partida ( $2.3 \pm 2$  spp/censo). Sin embargo la prueba estadística de Kruskal-Wallis no señaló diferencias significativas entre los sitios de estudio ( $H_5=6.65$ ;  $p=0.24$ ).



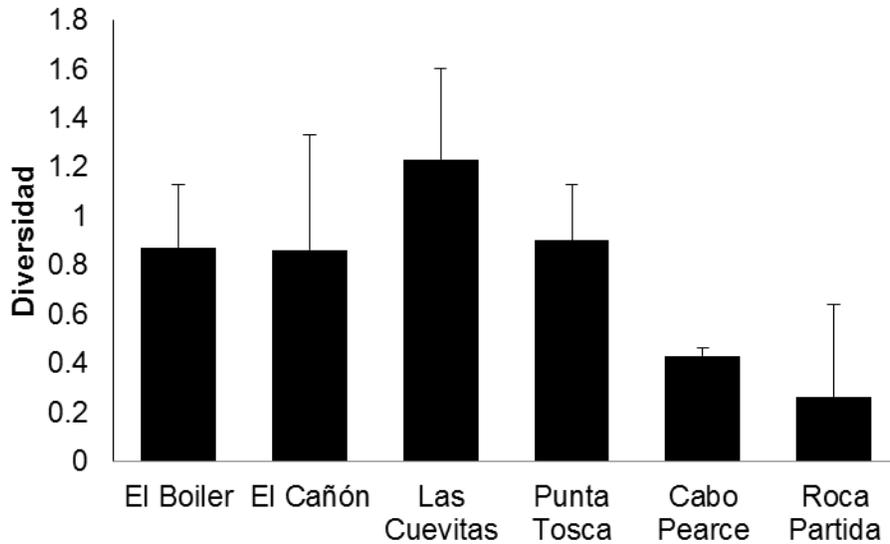
**Figura 45.** Comparación de la riqueza promedio de especies de invertebrados bentónicos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

Con relación al valor de la equidad ( $J'$ ) promedio Las Cuevitas ( $0.9 \pm 0.03$ ) fue el sitio que presentó el valor promedio más alto de equidad de especies de invertebrados bentónicos, a diferencia de los sitios Roca Partida ( $0.39 \pm 0.25$ ) y Cabo Pearce ( $0.39 \pm 0.25$ ) presentaron una menor equidad promedio de especies. La prueba estadística de Kruskal-Wallis estableció la presencia de diferencias significativas entre los sitios de estudio ( $H_5=17.19$ ;  $p=0.004$ ). La prueba *a posteriori* indicó que Roca Partida es el sitio diferente del resto.



**Figura 46.** Comparación de la equidad promedio de especies de invertebrados bentónicos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

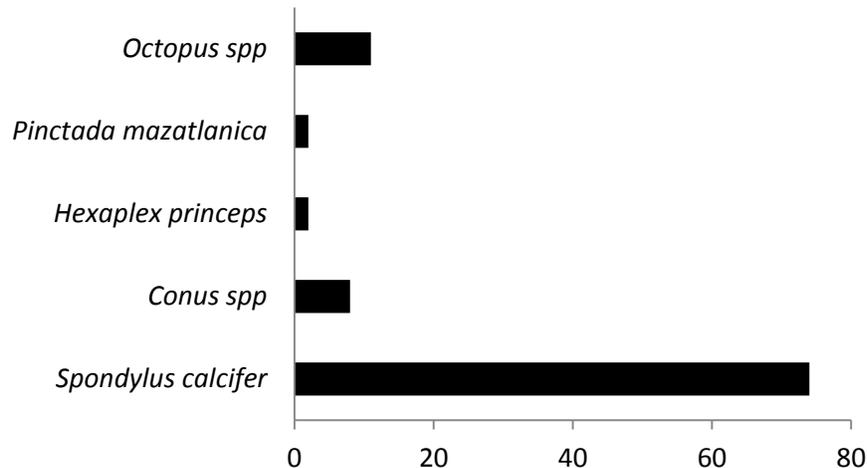
Finalmente, el análisis de la diversidad ( $H'$ ) promedio de invertebrados bentónicos en el archipiélago, mostró a Las Cuevitas ( $1.23 \pm 0.37$  bits/individuo) como el sitio más diverso y a Roca Partida ( $0.26 \pm 0.38$  bits/individuo) como el de menor diversidad de especies. La prueba estadística de Kruskal-Wallis señaló diferencias significativas entre los sitios ( $H_5= 15.48$ ,  $p=0.008$ ). La prueba *a posteriori* mostró a Roca Partida como el sitio diferente del resto.



**Figura 47.** Comparación de la diversidad promedio de especies de invertebrados bentónicos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

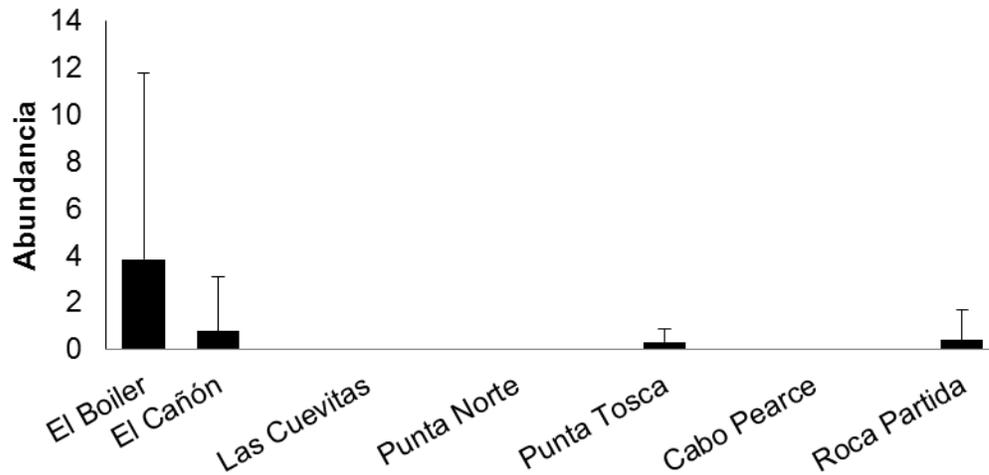
## Moluscos

En la figura 48 está representada la abundancia relativa de las especies de moluscos en la PNR, la cual se vio representada por 5 especies de moluscos: *Spondylus calcifer* con (74%), *Octopus spp.* (11%), *Conus spp.* (8%), *Hexaplex princeps* y *Pinctada mazatlanica* con (2%) cada una.

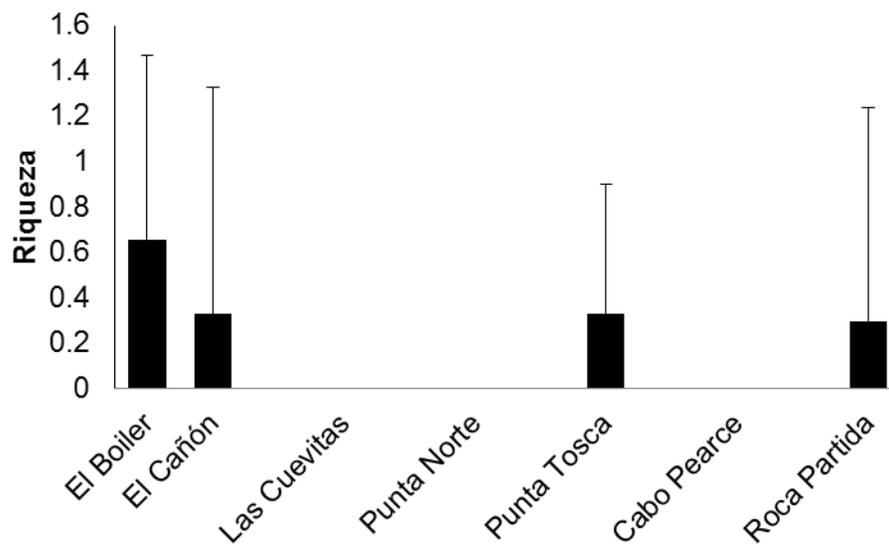


**Figura 48.** Porcentaje de abundancia relativa de moluscos en la PNR (N=35); *S. calcifer* (n=26); *Octopus spp.* (n=4); *Conus spp.* (n=3); *H. princeps* y *P. mazatlanica*. (n=1).

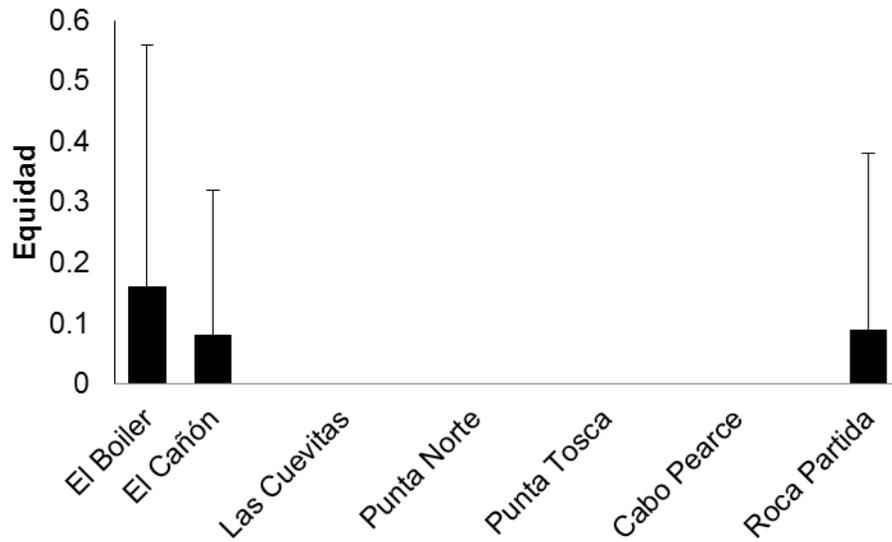
La localidad de El Boiler fue donde se registraron los valores promedio más altos para los cuatro indicadores ecológicos de abundancia ( $3.83 \pm 7.96$  individuos/censo), riqueza ( $0.66 \pm 0.81$  spp/censo), equidad ( $0.1 \pm 0.40$ ) y diversidad ( $0.11 \pm 0.28$  bits/individuo) de especies de moluscos en el archipiélago. No obstante, las pruebas estadísticas de Kruskal-Wallis para los cuatro indicadores no reflejaron diferencias significativas entre los sitios de estudio ( $H_5=5.82$ ;  $p=0.32$ ;  $H_5=5.17$ ;  $p=0.39$ ;  $H_5=4.77$ ;  $p=0.30$ ;  $H_5=5.46$ ;  $p=0.40$ ). Los valores menores de equidad fueron para Las Cuevitas y Cabo Pearce ya que en estos sitios no hubo registros de este grupo de especies.



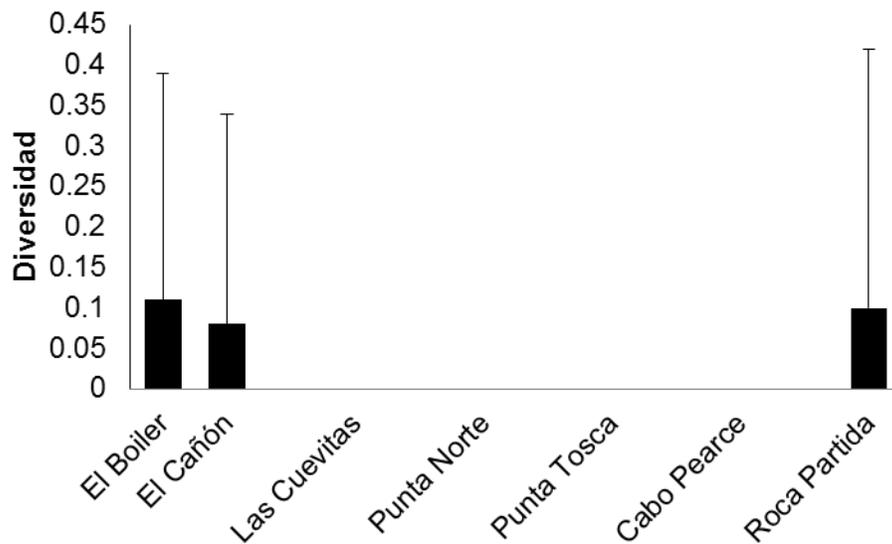
**Figura 49.** Comparación de la abundancia promedio de moluscos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.



**Figura 50.** Comparación de la riqueza promedio de especies de moluscos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.



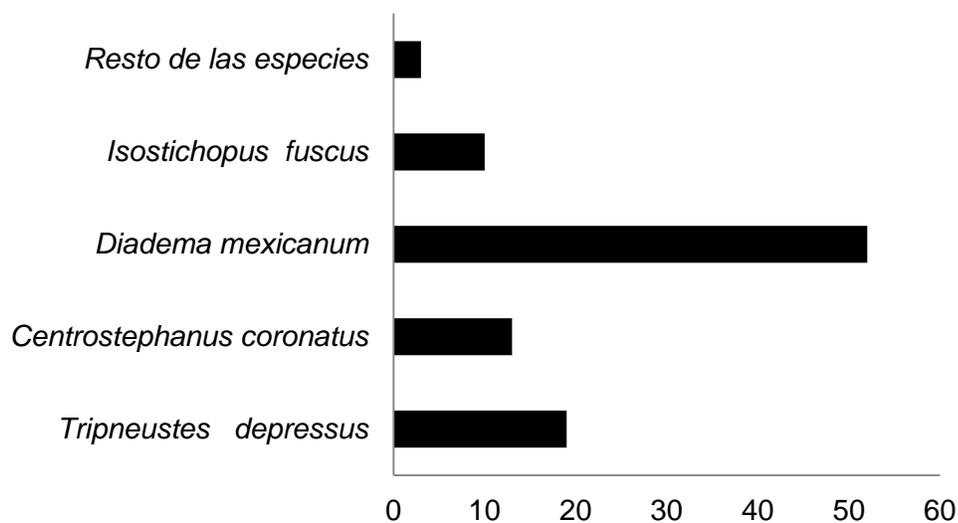
**Figura 51.** Comparación de la equidad promedio de especies de moluscos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.



**Figura 52.** Comparación de la diversidad promedio de especies de moluscos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

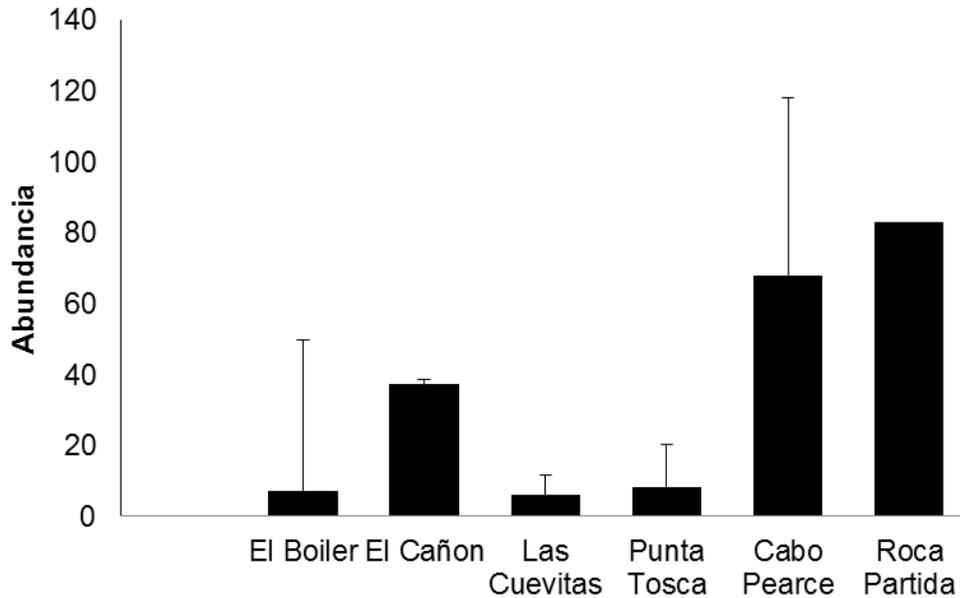
## Equinodermos

En la figura 53 se observa la abundancia relativa de los equinodermos presentes en la PNR, la cual estuvo representada por 9 especies de equinodermos: *Diadema mexicanum* (52%), *Tripneustes depressus* (19%), *Centrostephanus coronatus* (13 %), *Isostichopus fuscus* (10%) y el resto de las especies (3%).



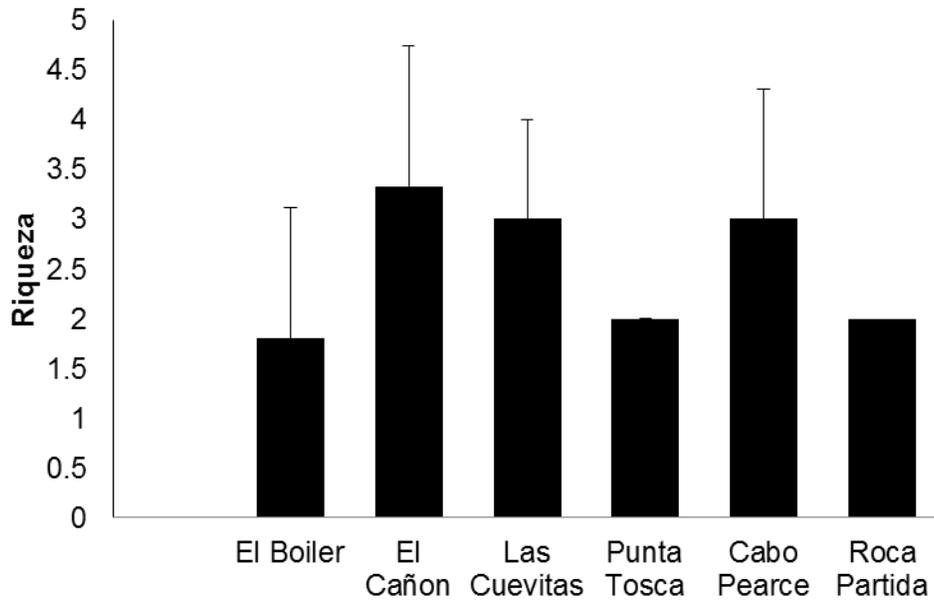
**Figura 53.** Porcentaje de abundancia relativa de equinodermos en la PNR (N=1449; *D. mexicanum* (n=766); *T. depressus* (n=280); *C. coronatus* (n=191); *I. fuscus* (n=148); resto de las especies (n=64).

Los resultados de abundancia señalan que Roca Partida ( $82.8 \pm 50.1$  individuos/censo) fue el sitio con mayor abundancia promedio, mientras que Las Cuevitas ( $6 \pm 1.41$  individuos/censo) fue el que presentó la menor abundancia promedio. La prueba estadística Kruskal- Wallis mostró diferencias significativas entre los sitios ( $H_5=18.05$ ;  $p=0.002$ ), la prueba *a posteriori* muestra a Roca Partida como el sitio diferente del resto.



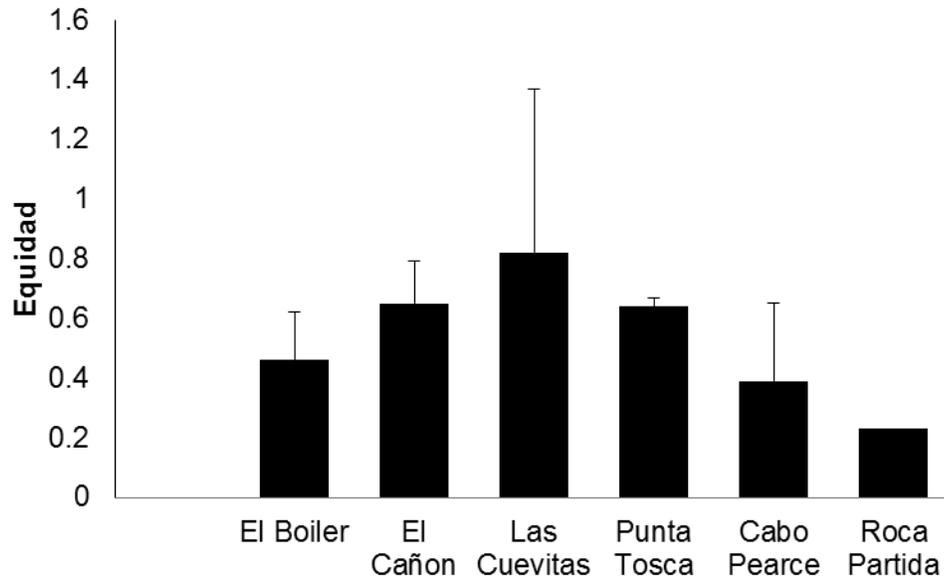
**Figura 54.** Comparación de la abundancia promedio de equinodermos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañon y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

El análisis de la riqueza promedio indicó que El Cañón ( $3.33 \pm 1.32$  spp/censo) fue el sitio con un mayor número de especies, mientras que El Boiler ( $1.83 \pm 0.75$ spp/censo) fue el sitio con menor riqueza. La prueba estadística Kruskal- Wallis no encontró diferencias significativas entre los sitios ( $H_5=8.68$ ;  $p=0.12$ ).



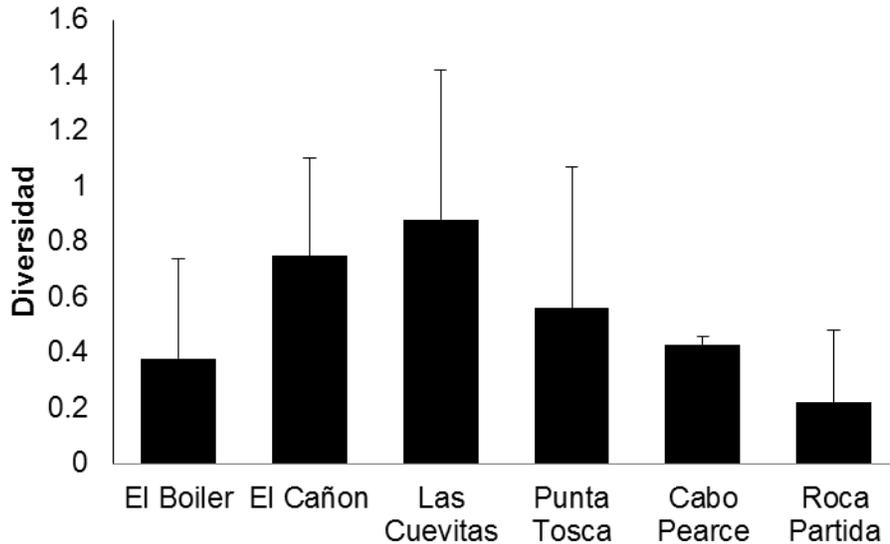
**Figura 55.** Comparación de la riqueza promedio de especies de equinodermos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

Con relación al valor promedio de equidad ( $J'$ ) se observa que Las Cuevitas ( $0.82 \pm 0.14$ ) fue el sitio de mayor equidad, mientras que Roca Partida fue el sitio que con menor equidad ( $0.23 \pm 0.26$ ). La prueba estadística Kruskal- Wallis reveló diferencias significativas entre los sitios ( $H_5=12.11$ ;  $p=0.03$ ), la prueba *a posteriori* mostró a Roca Partida como el sitio diferente del resto.



**Figura 56.** Comparación de la equidad promedio de especies de equinodermos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañon y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

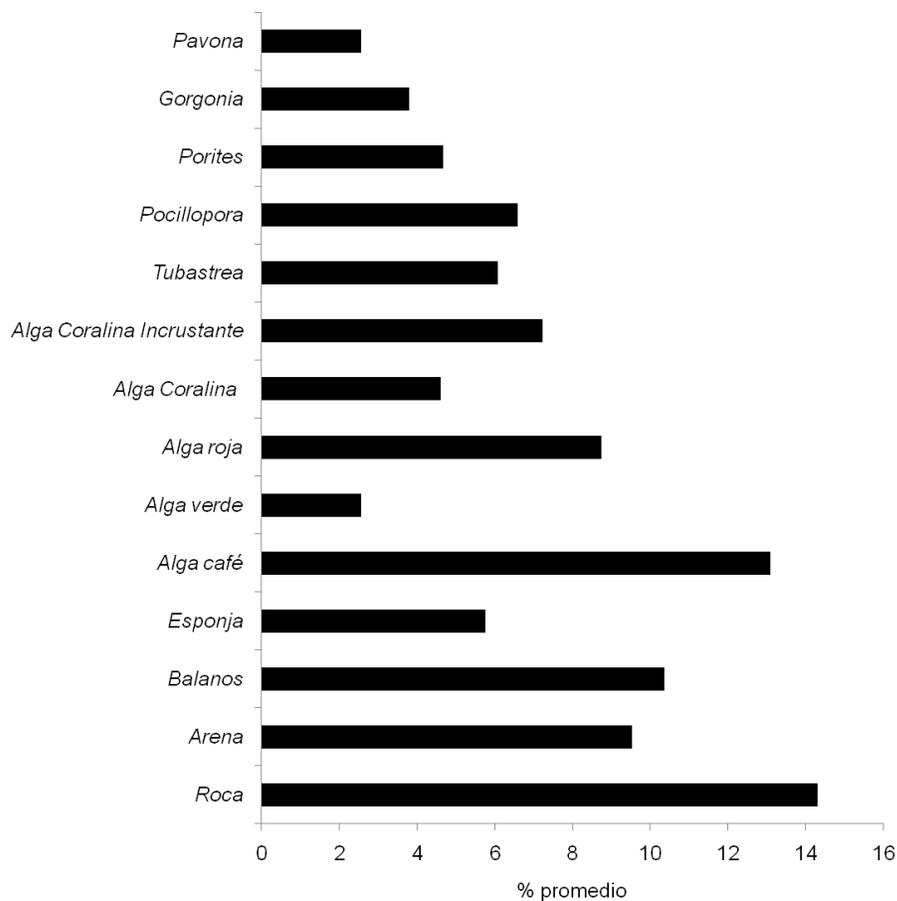
En cuanto a la diversidad ( $H'$ ) promedio de equinodermos Las Cuevitas ( $0.88 \pm 0.54$  bits/individuo) fue el sitio con mayor diversidad de especies y el menos diverso Roca Partida ( $0.22 \pm 0.26$  bits/individuo). La prueba estadística Kruskal- Wallis mostró diferencias significativas entre los sitios ( $H_5=11.78$ ;  $p=0.03$ ), la prueba *a posteriori* indicó que Roca Partida fue el sitio diferente del resto.



**Figura 57.** Comparación de la equidad promedio de especies de equinodermos en 6 sitios del PNR. Los sitios se encuentran agrupados por isla, San Benedicto (El Boiler, El Cañón y Las Cuevitas), Isla Socorro (Punta Tosca y Cabo Pearce), Islote Roca Partida.

### Análisis de la comunidad béntica

En las localidades visitadas del Archipiélago de Revillagigedo se realizaron estimaciones del porcentaje de cobertura de fondo. Los resultados indican que la cobertura de algas (incluyendo algas cafés, algas coralinas incrustantes, algas verdes, algas rojas foliosas y algas coralinas articuladas) representó el 36% de la cobertura total. Los corales duros y blandos (géneros *Pavona*, *Porites*, *Pocillopora*, *Tubastrea*, y gorgonáceos) representaron el 24%, al igual que Sustrato libre (roca y arena) y los invertebrados sésiles (esponjas y balanos) el 16% de la cobertura total del sustrato (Fig. 58).



**Figura 58.** Porcentaje de cobertura promedio de fondo en el Parque Nacional Revillagigedo.

Impacto antropogénico ocasionado por las actividades turísticas de buceo autónomo

Durante el periodo de febrero a junio de 2014, y de noviembre 2014 a junio 2015 se realizaron un total de 325 seguimientos a turistas, para identificar los posibles impactos relacionados con el buceo autónomo.

**Tabla XVIII.** Medio de contacto, número de contactos y porcentaje de contactos determinado a partir de los seguimientos de buceo

<b>sitios</b>	<b># seguimientos turistas</b>	<b># contactos</b>	<b>contactos/turistas/10 min</b>
Roca Partida	128	170	1.33
El Boiler	86	93	1.08
El Cañón	25	37	1.48
Punta Norte	2	5	2.50
Las Cuevas	4	19	4.75
Cabo Pearce	56	109	1.95
Punta Tosca	25	18	0.72

Los registros muestran que el medio de contacto más común fue el uso de flash (59%), seguido de las cámaras fotográficas o de video con 21%, el impacto mediante las aletas quedo en tercer lugar con 8%. Las categorías de manos, rodillas y cuerpo sumaron en conjunto 6%, el6% restante se encontró dividido entre impactos con el tanque, uso de luz, uso de scooter y ganchos para sujetarse, como se puede observar en la Tabla XIX.

**Tabla XIX.** Medios de contacto más comunes entre los visitantes que realizan buceo

<b>Medio de contacto</b>	<b># contactos</b>	<b>% de contactos</b>
Aletas	34	7.53
Cámara fotográfica/video	95	21.06
Manos	21	4.65

Gancho	2	0.44
Cuerpo completo	1	0.22
Tanque	1	0.22
Flash	268	59.42
Scooter	13	2.88
Rodillas	1	0.22
Luz	16	3.54
Manómetro	1	0.22

En cuanto a los organismos o sustratos más impactados estos se presentan en la Tabla XX, donde el mayor porcentaje de impactos son recibidos por las mantas gigantes (35%), seguido por los tiburones puntas blancas, sedosos (silky), puntas plateadas y galápagos (18%). Otro 13% de los impactos, fueron recibidos por el individuos de tiburón ballena, y 11% por la ictiofauna característica de las localidades. El 23% restante se encontró distribuido entre los impactos a delfines, corales, gorgonias, invertebrados bentónicos, roca y arena.

**Tabla XX.** Porcentaje de impactos sobre organismos o sustratos arrecifales durante el buceo autónomo

Estructura dañada	# contactos	%
Roca	24	5.32
Arena	8	1.77
Mantas	158	35.03
Tiburón Ballena	56	12.41
Peces	50	11.08
Tiburones	81	17.96
Langosta	10	2.21
Invertebrados	9	1.99
Gorgonia	2	0.44
Coral	19	4.21
Delfín	31	6.87

Dentro de las acciones consideradas como potencialmente dañinas (Tabla XXI) para el ecosistema donde se desarrolla la actividad turística en el PNR, encontramos que el 55% está representado por los turistas que molestan a los animales para fotografiarlos utilizando flash, el 16% son los buzos que persiguen a la fauna utilizando cámaras sin iluminación, como: mantas gigantes, tiburones y delfines; 13% por los que acosan a la fauna directamente en sus lugares de reposo o estaciones de limpieza y el 9% restante está representado por los aletazos sobre organismos bentónicos o sustrato arrecifal y por las persecuciones para la toma de video.

**Tabla XXI.** Porcentaje de acciones dañinas más comunes durante el buceo autónomo

<b>Acción</b>	<b># contactos</b>	<b>% de contactos</b>
Aletazo	29	6.43
Perseguir	71	15.74
Tocar	30	6.65
Foto	251	55.65
Resuspensión sedimentos	1	0.22
Golpe	1	0.22
Acostado	1	0.22
Acoso	60	13.30
Video	12	2.66
Entrar Balcones	2	0.44
Tirar	1	0.22

El análisis sobre las reacciones más comunes observadas, en el comportamiento de organismos pelágicos como mantas gigantes, tiburones, delfines y ballenas jorobadas, ocasionadas por la presencia de buzos durante las actividades turísticas recreativas de buceo autónomo en el PNR (Tabla XXII), mostró que en el 44% de los encuentros los organismos no reaccionaron de manera diferente por la presencia de buzos en el área, el 30% de las veces los

animales evadieron a los buzos, el 11% mostraron estar alerta ante la presencia de buzos; en el 10% de los casos los animales tendieron a huir de los buzos y sobre los encuentros con la vida marina que terminaron en algún tipo de agresión del animal en cuestión, quedaron en menos de 1%. Las acciones que afectan a la vida bentónica como corales y gorgonáceos, quedó representada con tan solo 3%, por categorías como romper y resuspender sedimento sobre cabezas de coral.

**Tabla XXII.** Porcentaje de reacciones más comunes observadas en organismos pelágicos y bentónicos, como consecuencia de las actividades de buceo autónomo en el PNR

<b>Reacción</b>	<b># de reacciones</b>	<b>% de reacciones</b>
No reacción	200	44.35%
Resuspender	8	1.77%
Evadir	139	30.82%
Huir	46	10.20%
Alerta	50	11.09%
Agresión	4	0.89%
Romper	4	0.89%

*Perfil del visitante y opinión sobre calidad del servicio*

Parte importante para el establecimiento de estrategias de manejo en ANP con componentes de uso turístico, es evaluar la opinión de los visitantes sobre el destino, los servicios que se ofertan y el nivel de satisfacción otorgado por las actividades que realizan durante su estancia. Para tal fin, se encuestaron 171 visitantes que realizaron actividades de buceo autónomo por medio de compañías que brindan el servicio en la PNR.

De los encuestados, la mayoría fueron hombres (53%). Las edades de los participantes variaron de la siguiente manera: El 28% fueron adultos jóvenes de 30-40 años, seguidos por adultos de 41-50 años con 27%, y de 51-60 años con 24%; el 15% fueron adultos mayores a 60 años el 6% restante se encontró representado por los jóvenes de 19-29 años y menores de 18 años. Las

nacionalidades de los encuestados fueron en un 99% extranjeros, principalmente de Estados Unidos 31%. El resto provino de Japón (14%), China (13%), Rusia (9%), Alemania (8%), Canadá (5%), el 22% restante estuvo representado por visitantes de Chile y Francia, Nueva Zelanda, Bélgica, España, Holanda, Inglaterra, Polonia, Brasil, Costa Rica y México.

A los turistas encuestados, se les preguntó sobre cuál fue el medio de información por el que se enteraron de los atractivos que ofrecen las Revillagigedo para el buceo. En orden de importancia, la información encontrada mediante el uso de Internet obtuvo el valor más alto con el 22%, seguido de la información brindada por las compañías de buceo 18%, la información compartida por recomendaciones de otros buzos (10%), amigos y familiares (18%), barco (7%), agencias de viajes (6%), agencias de buceo (6%), revistas de buceo (5%), y televisión o documentales (2%). Del total de los encuestados el 87% realizó la actividad de buceo autónomo utilizando una mezcla NITROX y solo el 12% de los buzos utilizaron mezcla de aire convencional y un 1% de los visitantes participó del viaje realizando snorkel en los sitios de buceo. Luego, con la finalidad de detectar los sitios más visitados dentro del ANP, se les preguntó a donde los llevaron durante su estancia en el archipiélago. El 84% dijo haber estado en Isla Socorro, San Benedicto y Roca Partida, y el 11% visitó únicamente San Benedicto y Roca Partida, así como otro 5% tan solo visitó San Benedicto y Socorro, sin ir a Roca Partida.

Investigando el nivel de entrenamiento que poseen los participantes para realizar las actividades de buceo autónomo en el PNR, identificamos que el 43% de los buzos manifestaron tener una certificación del tipo “Advanced diver/nitrox”, el 11% son instructores, el 10% “Dive master”, 9% se identificaron como “Open water”. Continuando con el análisis de las habilidades de los turistas para realizar las actividades de buceo autónomo, se les cuestionó sobre el número de veces que realizaron con anterioridad la actividad. El 40% manifestó tener una experiencia de buceo de más de 500 inmersiones, el 15% mencionó tener entre 200 y 300 buceos, 20% afirmó tener entre 100 y 200 buceos, otro 14% contestó

haber participado en la actividad entre 50 y 100 veces y tan solo un 3% de los buzos tenían una experiencia menor a 50 buceos.

Para conocer si alguno de los visitantes encuestados había estado previamente en el archipiélago, se les preguntó si era su primera vez de visita en el PNR. El 78% fueron nuevos visitantes mientras que, el 22% restante afirmó haber estado en ocasiones anteriores en el destino.

Por otra parte, y con el objeto de inferir el número de inmersiones que se realizan en promedio durante cada tour por visitante, se les cuestionó sobre el número de inmersiones realizadas durante su estancia en la isla. El 54% de los visitantes encuestados manifestó haber realizado de 21 a 26 inmersiones, 33% realizaron de 16 a 20 inmersiones, 10% realizaron entre 11 y 15 inmersiones y tan solo el 3% de los encuestados hizo menos de 10 buceos durante su visita al PNR.

Cuestionar las habilidades acuáticas del visitante es de suma importancia para la prevalencia del patrimonio natural de este destino turístico, y por tanto, es fundamental evaluar la percepción propia del turista con respecto a sus habilidades para realizar las actividades de buceo autónomo en ecosistemas marinos frágiles. El 46% de los encuestados aseguro tener muy buenas habilidades en el agua, el 35% se consideró tan solo bueno, el 15% admitió ser solo aceptable y el 4% restante no respondió a la pregunta.

Por otro lado, con el fin de saber que tanto los visitantes conocen los reglamentos de conducta dentro del ANP, se les cuestionó acerca de si su guía les dio una charla previa con esta información. El 100% de los buzos encuestados confirmó que los guías brindan la información necesaria sobre reglas de conducta y sobre lo que está permitido hacer durante el tour en el PNR.

También, se preguntó sobre el nivel de seguridad apreciado por el turista durante el tour, es decir se le cuestionó sobre si el guía se mantuvo al pendiente del grupo y si la actividad fue realizada de manera segura para todos. El 98% confirmó que los guías se mantienen cerca de sus grupos y los cuidan durante todo el recorrido. Regresando a las regulaciones del ANP, de manera independiente a la información recibida en el tour por el guía a cargo, se le cuestionó al visitante si conocía de manera previa el reglamento de conducta. El

93% afirmó tener conocimiento de las reglas del ANP desde antes de venir en el tour y tan solo el 7% respondió que no.

Con la finalidad de saber la vía por la que obtuvieron esa información previa sobre el reglamento se les preguntó al respecto. El 64% respondió haber recibido la información por medio de la empresa de buceo, el 8% no respondió, el 19% seleccionó otro de manera no específica y el 8% manifestó tener la información vía folletos del PNR.

Otra de las preguntas se enfocó a investigar sobre el nivel de conciencia con respecto a la fragilidad del ecosistema donde se realizan las actividades turísticas de buceo autónomo. El 76% dijo estar consciente de que es un ecosistema frágil y el 21% mostró no tener idea de esto y el 3% no respondió a la pregunta.

También, se investigó sobre el nivel de conocimiento sobre los arrecifes rocosos o de coral de los turistas encuestados. Las respuestas sobre los niveles de conocimiento variaron entre: aceptable (42%), bueno (29%), muy bueno (10%) y malo (11%); el (6%) respondió no tengo conocimiento.

Con el objetivo desconocer cuáles son las preferencias en cuanto a los diferentes atractivos que representan al archipiélago de Revillagigedo, se les preguntó a los buzos qué era lo que venían a ver. El 27% de los participantes dijo estar interesado en las mantas gigantes, el 24% manifestó estar ahí para ver a los tiburones, el 19% solo le interesaban los mamíferos marinos como delfines y ballenas jorobada, el 16% mencionó estar ahí para ver los peces y por último con un 14% de representación los interesados en ver corales.

Dado que la impresión del visitante es de suma importancia para el bienestar y prevalencia de la actividad turística, se realizaron una serie de preguntas con respecto a la calidad de la experiencia obtenida durante el tour. Primero se les preguntó sobre si lo ofrecido previamente había sido plenamente satisfecho, es decir ¿el turista recibió los servicios ofertados en su totalidad? Al respecto, el 93% de los encuestados afirmó estar conforme con el tour contratado y tan solo el 3% respondió no estar satisfecho. Con respecto a la cantidad de visitantes en su tour y los encontrados durante su visita. El 69% respondió que la

cantidad de usuarios aún es justa, el 21% le parecieron muchos, al 6% le parecieron pocos los visitantes encontrados durante su visita, y el 4% no respondió.

Para saber cuál es la percepción de los visitantes sobre el ecosistema que están visitando, se les preguntó cuál era su percepción de la salud del sitio. El 44% consideró en muy buen estado de salud al arrecife, el 40% lo considera en buen estado, tan solo el 12% lo ve de manera aceptable y el 3% no respondió.

Indagando sobre la calidad de la experiencia en cuanto al atractivo del destino turístico para realizar actividades de buceo autónomo, se les preguntó a los encuestados cuál era su opinión sobre lo visto bajo el agua. El 76% respondió que su experiencia fue muy buena, el 16% dijo solo buena, tan solo el 5% que era aceptable y 3% no respondió. De igual manera, se les preguntó cuáles consideraban ser las manifestaciones observables del deterioro del ecosistema. Los encuestados respondieron: pocos corales (11%), pocos peces (4%), pocos peces grandes (4%), muchos corales dañados (4%), (1%) artes de pesca en el fondo, el 76% restante no respondió a la pregunta.

Para saber si el turista encuestado está considerando regresar al destino turístico se le cuestionó sobre tal posibilidad, a lo que el 86% respondió de manera afirmativa, el 10% dijo no querer volver, el 2% tal vez regrese y el 2% no respondió.

Por último, se les preguntó sobre la posibilidad de recomendar visitar el archipiélago de Revillagigedo. Los encuestados respondieron que si en un 96% y tan sólo el 1% dijo que no recomendaría a otras personas visitar el destino, el 3% restante no respondió a la pregunta.

**Tabla XXIII.** Resumen de preguntas y respuesta de la encuesta aplicada a visitantes de la PNR.

Pregunta	Opción de respuesta	No. de respuestas
¿Sexo?	Hombre	90
	Mujer	76
	n/a	3
¿Grupo de edad?	menor 18	1
	19-29	7
	30-40	48
	41-50	45
	51-60	41
	Más de 60	25
	n/a	2
¿Continente de origen?	Europa	51
	Asia	46
	América	71
¿Cómo se enteró del PNR?	TV, documental	4
	Internet	37
	Otros buzos	16
	Compañías buceo	31
	Amigos o Familiares	31
	Barco	11
	Revista de buceo	9
	Agencia de buceo	10
	Agencia de viajes	10
	N/A	10
¿Actividad?	SCUBA aire	21
	SCUBA Nitrox	146
	Snorkel	1

	Junior open water	1
	Open water diver	15
	Advanced diver	72
	Rescue diver	13
	Master Diver	3
¿Nivel?	Dive Master	17
	CMAS 1 estrella	3
	CMAS 2 estrellas	5
	CMAS 3 estrellas	5
	Instructor	18
	Technical diver	2
	n/a	14
	0-50	50
¿Realizó esta actividad antes?	51-100	17
	101-200	24
	201-300	18
	301-400	10
	401 - 1000	28
	Más de 1000	21
¿visita anterior a Revillagigedo?	No	128
	Si	36
	N/A	4
	0 a 5 buceos	3
Buceos realizados	6 a 10 buceos	2
	11 a 15 buceos	16
	16 a 20 buceos	52
	21 a 26 buceos	84
	Buena	59
Habilidades	Muy buena	77
	Mala	6
	Aceptable	26

Información del guía	Si	166
	No	0
¿Conciencia sobre fragilidad del hábitat?	Si	128
	No	35
	n/a	5
¿Sabía que la Islas Revillagigedo son un ANP?	Si	162
	No	4
	N/A	2
¿Dónde obtuvo esa información?	Empresa de buceo	108
	Otro	32
	Folletos Parque	13
	n/a	13
	Señalamientos	2
¿Conoce las reglas?	Si	159
	No	12
	N/A	4
¿Conocimiento sobre vida marina?	No tengo conocimiento	10
	Bueno	48
	Aceptable	71
	Malo	18
	Muy bueno	17
	n/a	4
¿Qué Islas visitó?	Socorro, San Benedicto y Roca	
	Partida	141
	San Benedicto y Roca Partida	18
	San Benedicto y Socorro	9
¿Organismo de interés?	Mamíferos marinos	11
	Mamíferos marinos y peces	2
	Mantas	23

	Mantas y mamíferos	2
	Mantas y peces	1
	Mantas y tiburones	32
	Mantas, peces y corales	1
	Mantas, tiburones y corales	2
	Mantas, tiburones y mamíferos	23
	Mantas, tiburones y peces	7
	Mantas, tiburones, mamíferos y peces	5
		5
	Mantas, tiburones, peces y corales	11
	Peces	9
	Peces y corales	21
	Tiburones	1
	Tiburones y corales	2
	Tiburones y mamíferos	7
	Todos los grupos	3
	n/a	
	Si	156
	No	6
¿Vio lo que esperaba?	n/a	6
	a	
	La cantidad justa	116
	Muchos	35
¿Cómo le pareció la cantidad de visitantes?	Pocos	10
	n/a	7
	Buena	67
	Muy saludable	74
¿Salud arrecifal?	Aceptable	21
	Regular	1
	n/a	5

Síntomas de daño	Muchos corales dañados	6
	Pocos peces	7
	Pocos corales	17
	Pocos Peces grandes	6
	artes de pesca en el fondo	2
	n/a	123
Calidad de la experiencia	Muy buena	127
	Aceptable	8
	Solo buena	27
	n/a	6
¿Volvería a la PNR?	Si	144
	No	17
	tal ves	4
	n/a	3
¿Recomendaría el destino?	Si	162
	No	1
	n/a	5

## ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE USO POR BUCEO AUTÓNOMO EN EL PNR

Conocer los niveles actuales de la afluencia turística dentro de la reserva es de vital importancia para poder comparar con los valores obtenidos de capacidad de carga y evaluar la situación actual. Con la intención de plantear un escenario del uso dado por las actividades de buceo autónomo en la PNR, se consultó la información pertinente de las páginas web de cada uno de los operadores de buceo que brinda sus servicios en el archipiélago. De esta búsqueda en internet, se obtuvieron datos sobre el número de pasajeros totales en cada barco, duración del viaje y número de buceos realizados por visita a la PNR. El número de viajes que oferta cada una de las compañías durante la temporada de noviembre a junio fue obtenido al consultar a la dirección de la reserva sobre el calendario de cada compañía para la temporada 2014-2015. Con estos datos se realizaron cálculos del total de inmersiones por día, viaje y en toda la temporada, mismos que aparecen en la tabla XXIV.

**Tabla XXIV.** Listado de embarcaciones, número de viajes por temporada, número de buzos abordo, número de buceos por viaje, total de inmersiones al día, por viaje y en toda la temporada.

Barco	Viajes tempo rada	Días buce o	No. Buzo s	Buceos buzo /viaje	Buceo s al día	Buceos por viaje	Buceos por temporada
The Southerm Sport	26	5	18	20	54	360	9,360
Sea Escape	25	5	18	20	54	360	9,000
Nautilus	24	6	20	23	60	460	11,040
Roció del Mar	19	6 y 9	20	24 y 36	60	480	9,120
Solmar V	22	7 y 9	20	24	60	480	10,560
Valentina	13	6	20	24	60	480	6,240
<b>TOTAL</b>	131		116	135 y 147	312	2,160	<b>55,320</b>

Según el cálculo que realizamos con base en la información antes descrita, el número potencial de inmersiones a realizar durante la temporada por todas las compañías (que aparecen en el calendario otorgado por la reserva), en conjunto es de **55,320** buceos, cifra que aparentemente no rebasa el valor calculado de capacidad de carga de **183,250.38** buceos/año. Sin embargo, es importante dejar en claro que el calendario proporcionado por la reserva, incluye solamente a los permisionarios que sí están haciendo uso del permiso otorgado para realizar actividades turístico recreativas de buceo autónomo, y es muy importante resaltar que se tiene conocimiento de que existen otras empresas (las cuales no se encuentra contempladas en este cálculo), que también cuentan con un permiso de operación, sin embargo estas compañías en la actualidad no están haciendo uso de su permiso. Por lo tanto, la cifra calculada de 55,320 buceos debe ser tomada con mucha cautela, pues como ya se mencionó, existen otras compañías que ya cuentan con un permiso, pero se desconoce cuál es la capacidad de sus barcos y el número de viajes que realizaran a la PNR y es probable que en el momento que estas compañías comiencen a utilizar el permiso del cual ya son acreedoras la cifra de 55,320 buceos/años crezca de manera exponencial y se equipare al valor calculado de capacidad de carga de 183,250 buceos/años o posiblemente la supere.

### **CAPACIDAD DE CARGA TURISTICA**

El cálculo de capacidad de carga turística (CCT) se realizó basándose en la metodología de Cifuentes *et al.*, (1999), adaptada a las condiciones del ambiente marino por Gallo *et al.* (2001) y Sousa-Melo *et al.*, (2006), y bajo los siguientes supuestos:

1. El buceo se lleva a cabo sobre senderos lineales.
2. El tránsito en los senderos de buceo es unidireccional (favorecido por las corrientes).
3. Cada buzo ocupa un espacio de  $3\text{m}^2$  para desplazarse libremente sin entrar en contacto físico con otros buzos.

4. El número máximo de buzos por guía es de 8, como se establece en la Norma Oficial Mexicana NOM-09-TUR, que establece los elementos a que deben sujetarse los guías especializados en actividades específicas, en la sección 5.1.1.4 Prestación del servicio en el apartado 5.1.1.4.5.
5. La distancia entre los grupos de buzos es de 50m.
6. El horario del parque es de 12 horas.
7. Duración de actividades de buceo: 4 horas.

Debido a que se siguió el mismo procedimiento para estimar la CCT diurna en los siete sitios estudiados, a continuación, sólo se muestra cómo se definió la CCT para el sitio de buceo Roca Partida.

***Estimación de la CCF.***

$$CCF = \left( \frac{S}{Sp} \right) * Nv$$

Dónde:

S, es la medida lineal del sendero donde pasan los buzos.

Sp, es la medida estándar de un buzo, que incluye su altura y el tamaño del equipo.

Nv, es el número de tours que se pueden realizar en función al horario del ANP y la duración de cada tour.

S = 400 m<sup>2</sup>; Sp = 3m<sup>2</sup>; Nv = 3 buceos/día/visitante

$$Nv = \frac{Hv}{Tv}$$

Dónde:

Hv, es número de horas que permaneces abierto el ANP de manera diurna

Tv, es la duración del tour de buceo autónomo.

Hv= 12 horas/día; Tv= 4 horas/buceos/visitante

$$Nv = \frac{12}{4} = 3$$

$$CCF = \left( \frac{400m}{3m} \right) \left( \frac{12h}{4h} \right) = 400 \text{ buceos / día}$$

El resultado anterior nos indica que, dadas las características del sitio, como el tamaño y el horario de acceso al Parque, potencialmente se podrían realizar 400 buceos por día, si sólo tomamos en cuenta estos aspectos. Sin embargo, esto es sólo el primer paso del método, ya que una vez calculada la CCF se procede al cálculo de la CCR.

### ***Estimación de la CCR.***

Como se comentó anteriormente, la CCR es la CCF modificada por una serie de factores de corrección. En este trabajo, los factores de corrección utilizados fueron los siguientes: factor de corrección social (FCsoc); factor de corrección por fragilidad (FCfg); factor de corrección de daño por toques (FCda), factor de corrección por condiciones climáticas (FCmt).

**Factor de corrección social (FCsoc):** Son los aspectos referentes a la calidad de la visitación como: tamaño de los grupos, número de visitantes por guía, duración del tiempo de buceo y la distancia entre grupos para evitar aglomeración, facilitando la supervisión y control para seguridad y satisfacción del visitante.

Con relación al tamaño de los grupos, como se establece en la Norma Oficial Mexicana NOM-09-TUR, en la sección 5.1.1.4 Prestación del servicio en el apartado 5.1.1.4.5. El número máximo de buzos por guía es de 8. Utilizando nuevamente como ejemplo el sitio de buceo Roca Partida, el **FCsoc** se calculó de la siguiente forma:

La longitud del “sendero” de buceo es de 400 m. El número máximo de buzos por grupo (incluyendo al guía o instructor) es de 9, la longitud ocupada por el grupo es de 27 m, y la distancia mínima entre grupos para evitar aglomeración se consideró de 50 m, de tal manera que la distancia entre grupos es de 77 m. Para calcular el número de grupos simultáneos en el sendero utilizamos la siguiente ecuación:

$$NG = \frac{\text{Largo total del sendero}}{\text{distancia requerida por grupo}} = \frac{400m}{77m} = 5.19 \text{ grupos}$$

El número de buzos que simultáneamente pueden estar en el sendero son:

$$P = NG * \text{buzos en el grupo} = 5.19 * 9 = 46.75 \text{buzos}$$

La magnitud limitante (mlx) para este factor es el segmento del sendero de buceo que no puede ser ocupado porque debe mantenerse una distancia mínima entre grupos. Dado que los grupos son de 8 personas por guía, la distancia entre los grupos es de 77 m, entonces:

mlx = metros totales sendero – distancia ocupada por las personas en el sendero.

(Distancia ocupada por personas en el sendero= 46.75 buzos \* 3 m<sup>2</sup> = 140.25 m<sup>2</sup>)

$$\text{mlx} = 400 \text{ m}^2 - 140.25 \text{ m}^2 = 259.75 \text{ m}^2$$

mtx= magnitud total del sendero = 400 m<sup>2</sup>

$$FC_{soc} = 1 - \left( \frac{\text{mlx}}{\text{mtx}} \right) = 1 - \left( \frac{259.75}{400} \right) = 1 - 0.6493 = 0.3506$$

**Factor de corrección por fragilidad (FCfg):** Se calculó con información tomada en campo sobre las abundancias promedio por sitio de individuos de mega fauna marina, así como de corales y gorgonias.

$$FC_{fg} = 1 - \left( \frac{40}{100} \right) = 1 - 0.4 = 0.6$$

La magnitud limitante (mlx) para este factor es el porcentaje de individuos de especies de corales, gorgonaceos y mega fauna como manta gigante, tiburones y mamíferos marinos que se registró para cada uno de los sitios.

mlx=40% porcentaje de individuos encontrados en el sitio

mtx= porcentaje total probable = 100%

**Factor de corrección de daños por toques (FCda):** Para calcular este factor, se estimó la probabilidad de ocurrencia de daño como resultado de los contactos de los buzos, ya sea por descuido o intencional. Para la mayoría de los sitios se documentó el número de contactos y daños mediante observaciones a turistas durante los buceos. Para el análisis se utilizó el valor promedio calculado a partir de todos los sitios, el valor resultante fue de 0.99

$$FC_{da} = 1 - \left( \frac{1.32}{947} \right) = 1 - 0.0014 = 0.9985$$

La magnitud limitante (mlx) para este factor es el número de contactos potenciales que pueda dar cada buzo en periodos de 10 minutos. 1.32 contactos cada diez minutos fue el valor promedio estimado mediante las observaciones realizadas. El número total de contactos observados durante el periodo de estudio fue de 947 contactos.

$mlx=1.32$  contactos/10 min.

$mtx=$  número total de contactos registrados = 947

**Factor de corrección por fenómenos meteorológicos (FCmt):** Como consecuencia del constante paso de fenómenos meteorológicos (huracanes) durante los meses de: julio, agosto, septiembre y octubre, el PNR restringe las actividades de buceo a los meses de noviembre a junio cada año.

Tomando en cuenta lo anterior, el FCmt se calculó de la siguiente forma:

$$FCmt = 1 - \left( \frac{hl}{ht} \right) = 1 - \left( \frac{180 \text{ horas}}{2904 \text{ horas}} \right) = 1 - 0.0619 = 0.9380$$

hl= horas cierre al año

ht= horas que el PNR está abierto al año

Para calcular la CCR, multiplicamos la CCF por los factores de corrección calculados para cada uno de los sitios, utilizando como ejemplo el sitio de Roca Partida tenemos que:

$$CCR = 400 * (0.3506 * 0.6 * 0.9985 * 0.9380) = 400 * 0.1970$$

$$CCR = 78.82 \text{ buceos / día}$$

De tal manera que la CCR calculada para Roca Partida mediante la aplicación de los factores de corrección a la CCF resultó de 78.82 buceos.

## **CAPACIDAD DE MANEJO (CM)**

La estimación de la capacidad de manejo del PNR se llevó a cabo mediante la aplicación de un cuestionario evaluando 3 componentes básicos de la administración del PNR: infraestructura, personal y equipo, así como su estado, localización y funcionalidad.

Para cada componente se obtuvo un promedio de la calificación y posteriormente la CM se obtuvo a partir de promediar los valores correspondientes a infraestructura, equipo y personal, de tal manera que la CM es igual a:

$$CM = 0.83$$

### Capacidad de Carga Efectiva (CCE)

La CCE representa el número de buceos/día que el sitio de buceo puede permitir. Para estimar la Capacidad de Carga Efectiva (CCE) se modifica la CCR con la CM de tal manera que:

$$CCE = CCR * CM = 78.82 * 0.83 = 65.42 \text{ buceos / día}$$

Con lo cual, el número máximo de buceos que se pueden efectuar en el sitio Roca Partida es de 62.42 buceos/día.

### CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA DE BUCEO AUTÓNOMO

En la Tabla XXV se muestra la CCT calculada para los 7 sitios de buceo autónomo del PNR más utilizados para actividades turísticas recreativas, donde se presentan los valores de CCF, factores de corrección, CCR, CM y CCE. El sitio que presentó el mayor valor de CCE es Punta Tosca con 517.77 buceos/día y el que menor CCE presenta es el Boiler con 38.16 buceos/día. Con los resultados obtenidos a partir de este análisis, el número máximo de buceos por día que se pueden llevar a cabo en el PNR es de **1,282.65** buceos/día.

**Tabla XXV.** Valores calculados para determinar la capacidad de carga en 7 localidades donde se practica el buceo autónomo dentro del PNR

Sitio	CCF	FCsoc	FCfg	FCda	FCmt	CCR	CM	CCE
<b>Roca Partida</b>	400	0.35	0.60	0.99	0.93	78.82	0.83	65.42
<b>El Boiler</b>	200	0.35	0.70	0.99	0.93	45.98	0.83	38.16
<b>El Cañón</b>	500	0.35	0.90	0.99	0.93	147.80	0.83	122.67
<b>Punta Norte</b>	1000	0.35	0.95	0.99	0.93	312.03	0.83	258.98
<b>Las cuevas</b>	250	0.35	0.90	0.99	0.93	73.90	0.83	61.33
<b>Cabo Pearce</b>	1000	0.35	0.80	0.99	0.93	262.76	0.83	218.09
<b>Punta Tosca</b>	2000	0.35	0.95	0.99	0.93	624.06	0.83	517.97

De acuerdo con el resultado obtenido en este cálculo, el número máximo de buceos autónomo al año que se podrían realizar en el PNR son **310,403.71** buceos. Por otro lado, la CCE promedio por sitio de buceo es de **183.23** buceos/sitio/día, lo que equivale a **44,343.38** buceos/sitio/año. No obstante, es importante aclarar que esto es sólo con fines ilustrativos, ya que de acuerdo a nuestros cálculos, hay sitios como el Boiler que debido a su fragilidad, sólo pueden soportar hasta **9,236.24** buceos/año.

### **Límite Aceptable de Cambio en el PNR**

El paso 1 del método del LCA consistió en: identificar las amenazas y oportunidades existentes en torno a la actividad de buceo autónomo en el Parque nacional Revillagigedo.

**Tabla XXVI.** Amenazas para los entornos biofísico, social y administrativo en el PNR

<i>Amenazas</i>
<b>Entorno Biofísico</b>
Fragmentación de las especies de coral por actividades de buceo autónomo. Anclaje de embarcaciones en sitios rocosos o de arrecife. Modificación de la conducta de especies pelágicas como tiburones, mantas y mamíferos marinos Contaminación por basura (residuos sólidos) en el mar. Contaminación derivada del vertimiento de aceites y combustibles de los barcos que transportan a los turistas
<b>Entorno social</b>
Existencia de una competencia desleal entre los prestadores de servicios. Proliferación de embarcaciones o compañías que realizan prácticas no acordes a la conservación del Parque. Necesidad de profesionalización de los prestadores de servicios en cuanto a prácticas turísticas sustentables. Necesidad de mejorar la dinámica de uso de cada localidad, en cuanto a número

de barcos simultáneos.
<b>Entorno administrativo</b>
Desconocimiento del contenido del Programa de Manejo del Parque por prestadores de servicios y visitantes. Falta de personal e infraestructura del Parque. Problemas para la recaudación del cobro de derechos Vigilancia insuficiente que no permite asegurar el cumplimiento de las reglas. Nulo contacto del personal del Parque con los visitantes. Falta de un programa de educación ambiental y prácticas turísticas sustentables para guías de buceo y visitantes.

**Tabla XXVII.** Oportunidades de los entornos biofísico, social y administrativo en el PNR.

<i>Oportunidad</i>
<b>Entorno biofísico</b>
Diferentes tipos de recursos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrecife de coral vivo (Buceo autónomo)</li> <li>• Biodiversidad de organismos pelágicos y arrecifales (Buceo autónomo)</li> <li>• Cantil rocoso (observación de aves).</li> </ul> Presencia de especies carismáticas en el Parque (corales, tiburones, mantas gigantes, tortugas, ballenas, delfines, atunes y wahoos entre otros) que son atractivas para los visitantes. Características paisajísticas muy atractivas y posibles de aprovechar sustentablemente.
<b>Entorno social</b>
Demanda creciente del turismo de buceo en barcos de vida abordó Disponibilidad de esquemas de subsidios (federales) para la capacitación en temas turísticos, calidad de servicios y habilidades gerenciales.
<b>Entorno administrativo</b>

Atención internacional por parte de Organizaciones no Gubernamentales (ONG)

Existencia de decretos de ley que lo avalan como sitio UNESCO.

Vinculación y estructura legal con otras agencias federales y secretarías gubernamentales nacionales y extranjeras

## Paso 2: Definir las condiciones deseadas para cada sitio

A partir de las amenazas y oportunidades identificadas para la PNR se elaboraron las condiciones deseadas. Las cuales se presentan a continuación.

### **Los recursos naturales del Parque**

- El ambiente marino de cada sitio se encuentra en condiciones óptimas.
- La fragmentación de coral por efecto de anclaje disminuye al 0%.
- Las estaciones de limpieza y el fondo marino se encuentran sin efectos negativos por anclaje de embarcaciones.
- La calidad del agua es buena porque no hay derrames intencionales o accidentales de combustibles ni aceites por embarcaciones, ni por vertimientos de aguas residuales.
- Las especies de interés como tiburones, mantas gigantes, ballenas jorobadas y delfines se mantiene sin perturbación intensa

### **La experiencia del visitante**

- Los visitantes tienen una gama diversa de encuentros con especies pelágicas y arrecifales durante los buceos.
- Los servicios ofrecidos son suficientes para satisfacer las necesidades de los visitantes y estos servicios son de calidad e innovadores.
- Los visitantes regresan al PNR y lo recomiendan como un buen destino turístico.

### **La administración del ANP**

- La intensidad de uso de la PNR por actividades turísticas y recreativas se mantiene en un nivel óptimo (de acuerdo a las capacidades de carga establecidas) lo que asegura un manejo y conservación adecuado del ANP.
- El parque es un modelo a nivel mundial por su vigilancia, cumplimiento de reglas, monitoreo y manejo recreativo.
- Existen instrumentos de planificación que regulan las actividades recreativas, de investigación y educación ambiental.
- Existen los recursos financieros y humanos suficientes para el manejo adecuado del Parque.

- Existen diversos mecanismos de difusión (señales, folletos, medios electrónicos) que informan a la comunidad y visitantes sobre la PNR.

### **Los aspectos sociales**

- Existen empresas, competitivas, capacitadas y certificadas que ofrecen empleos.
- El servicio turístico es de calidad e innovador.
- Existe comunicación y cooperación entre empresas.
- Existe un ordenamiento efectivo y respetado por todos los empresarios y visitantes.

### **Paso 3: Definir las clases de oportunidad y la zonificación para el uso público**

Para poder definir las clases de oportunidad se decidió elaborar una tabla con las condiciones deseables para los sitios utilizados para el buceo autónomo en la PNR y de esta forma poder agrupar en las clases de oportunidad.

**Clases de oportunidad:** Es un conjunto de categorías que agrupan a los sitios que comparten ciertas características (de diversa índole) y sirven para definir los tipos e intensidades de uso y potenciar la experiencia que se quiere ofrecer al visitante.

Cada clase de oportunidad representa una combinación de factores; 1) tipos de ambientes naturales que existen (pináculos submarinos, cordilleras rocosas, estaciones de limpieza, paredes rocosas, fondos arenosos y fondos mixtos), 2) tipo de experiencia que se desea ofrecer al visitante según el tipo de ambiente submarino y las condiciones oceanográficas del sitio (corrientes, profundidad, oleaje), y 3) nivel de certificación de buceo autónomo requerido según las características de cada sitio (corrientes, profundidad, oleaje) en función a lo estipulado en el Programa de Manejo del PNR.

**Tabla XXVIII.** Clases de oportunidad para la PNR. **BAMA** = Buceo autónomo mar abierto; **BACR**= Buceo autónomo cordilleras rocosas; **BAD**= Buceo autónomo de deriva; **BAC**= Buceo autónomo chequeo. Habilidades; **BAEL**= Buceo autónomo estación de limpieza.

<b>Clases de Oportunidad</b>	<b>Nombre de los sitios</b>	<b>Clave</b>	<b>Actividades permitidas</b>
BAMA	Roca Partida	RP	Buceo autónomo en mar abierto para buzos 3 estrellas o equivalente, donde se podrán observar 6 especies de tiburón (sin carnada o métodos de atracción), mantas gigantes y mamíferos marinos (ballena jorobada y delfines)
BACR	Pta. Tosca Pta. Norte	PT PN	Buceo autónomo sobre cordilleras rocosas para buzos 3 estrellas o equivalente para observar manta gigante, tiburones y delfines (sin carnada o métodos de atracción)
BAD	El Cañón	EC	Buceo autónomo de deriva, para buzos 3 estrellas o equivalente durante el cual se podrán observar escuelas de tiburón martillo (sin carnada o métodos de atracción)
BAC	Las Cuevas	LC	Buceo autónomo, para chequeo de habilidades, en este sitio se podrá observar de tiburón puntas blancas embarazadas (sin carnada o métodos de atracción)
BAEL	El Boiler Cabo Pearce	EB CP	Buceo autónomo en estaciones de limpieza para buzos 3 estrellas o equivalente Observación de manta gigante y tiburones (sin carnada ni métodos de atracción)

A continuación se enlistan las características deseables que son comunes para todos los sitios en el PNR:

- El arrecife se encuentra con un impacto mínimo por las actividades recreativas y de investigación.
- La fragmentación de coral por daño humano disminuyó al 0%.
- Los visitantes evitan modificar y perturbar la conducta de la fauna marina (no alimentan ni acosan tiburones o mantas gigantes, ni manipulan invertebrados o molestan a la fauna en general).
- Existe una capacidad de carga establecida para los buzos y ésta se respeta.
- No hay conflictos entre los prestadores de servicios turísticos por los sitios de buceo pues utilizan y respetan el sistema de turnos y el número de capacidad de carga de embarcaciones por sitio.
- Hay reglas de permanencia en los lugares de buceo autónomo
- Existe presencia continua de las autoridades del Parque o del personal de Marina durante la temporada de alta afluencia turística para vigilar el buen comportamiento de los usuarios.
- Durante la inmersión, el buzo podrá disfrutar de un sitio en buen estado de conservación y observar la flora y fauna marina.
- El tamaño del grupo de buzos es pequeño y hay poca probabilidad de encuentro con otros grupos.
- Los usuarios reciben de sus guías información necesaria y relevante sobre el sitio antes de la inmersión.
- Como resultado de la existencia y el seguimiento a las reglas, la experiencia submarina es segura e inolvidable.

**Tabla XXIX.** Sub zonificación de los sitios de buceo autónomo con condiciones deseables, actividades permitidas y experiencias probables para el visitante

<b>Sitio (Zonas en PM)</b>	<b>Condiciones deseables (Biofísicas, sociales y administrativas)</b>	<b>Actividades permitidas</b>	<b>Experiencias probables para el visitante</b>
Roca Partida	<p>Mar abierto, corriente fuerte y profundidad en un pináculo rocoso con diversidad de invertebrados y Fauna pelágica estacional.</p> <p>Máximo dos barcos simultáneos</p> <p>Máximo 3 buceos por barco</p> <p>Grupos no mayores a 8 buzos</p>	Buceo autónomo	<p>Durante la inmersión el buzo podrá observar al menos 6 especies de tiburones, mantas gigantes, ballenas jorobadas (madre y cría), escuelas de delfines y gran diversidad de especies de peces pelágicos y arrecifales.</p>
El Boiler	<p>Bahía interna donde hay dos Pináculos rocosos cubiertos en su parte superior por formas coralinas, estas formaciones rocosas son utilizadas como estación de limpieza por fauna pelágica</p>	Buceo autónomo	<p>Localidad donde el encuentro con mantas gigantes, puntas blancas y delfines son los principales atractivos.</p> <p>Ocasionalmente se puede avistar tiburón tigre y tiburón ballena.</p>

	<p>Máximo dos barcos simultáneos</p> <p>Máximo 3 buceos por barco</p> <p>Grupos no mayores a 8 buzos</p>		
El Cañón	<p>Fondo del tipo rocoso con diversidad de invertebrados y fauna pelágica y arrecifal rodeado por canales de arena.</p> <p>Sitio de resguardo para contingencias climáticas</p> <p>Máximo 3 buceos por barco</p> <p>Grupos no mayores a 8 buzos</p>	Buceo autónomo	<p>Es un sitio donde el buzo podrá observar grandes cardúmenes de jurel, cabrilla y garropa en las temporadas de agregación de estas especies.</p> <p>También es el lugar para el avistamiento de escuelas de tiburón martillo.</p>
Punta Tosca	<p>Peñasco rocoso con diversidad de invertebrados. Y fauna pelágica</p> <p>Máximo 3 barcos simultáneos</p>	Buceo autónomo	<p>Es posible que en esta zona pueda observar distintas especies de tiburones, mantas gigantes y mamíferos marinos</p>

	<p>Máximo 3 buceos por barco</p> <p>Grupos no mayores a 8 buzos</p>		
<p>Cabo Pearce</p>	<p>Cordilleras rocosas submarinas utilizadas como estaciones de limpieza de fauna pelágica, con gran diversidad de invertebrados.</p> <p>Máximo 3 barcos simultáneos.</p> <p>Máximo 3 buceos por barco</p> <p>Grupos no mayores a 8 buzos</p>	<p>Buceo autónomo</p>	<p>Durante la inmersión el buzo podrá observar la flora y fauna marina, alguna de las especies carismáticas del parque (Mantas gigantes, tortugas, tiburones, delfines peces e invertebrados), podrá disfrutar de un sitio en buen estado de conservación.</p> <p>Durante el invierno son frecuentes los encuentros con ballenas jorobadas (madres y crías)</p>
<p>Punta Norte</p>	<p>Cordillera rocosa dividida en 3 barras principales</p> <p>Máximo 3 barcos simultáneos</p> <p>Máximo 3 buceos por barco</p>	<p>Buceo autónomo</p>	<p>El principal atractivo de esta localidad son los encuentros con delfines, también es sitio de crianza y guardería de tiburones puntas plateadas.</p>
<p>Las</p>	<p>Sitio somero de fondo</p>	<p>Buceo</p>	<p>Este sitio se usa</p>

Cuevitas	arenoso y parches rocosos, con cuevas formadas por granitos gigantes que son usadas como refugio por tiburón puntas blancas embarazadas  Máximo 2 barcos simultáneos  Un buceo por barco	autónomo	normalmente para el primer buceo de revisión de flotabilidad y equipo. Durante la inmersión el buzo podrá observar la flora y fauna marina, alguna de las especies carismáticas del parque (tiburones, mantas gigantes y delfines).
----------	--	----------	---

**Indicadores de LCA**

Se definen los impactos detectados, así como los indicadores biofísicos, de experiencia del visitante y de manejo. Para cada indicador se definió su línea base y su Estándar Mínimo Aceptable (EMA), que representa la condición aceptable de cada indicador. También, se agregaron otros valores como estándar que se encuentran por arriba o por debajo de la condición deseada y para cada valor se presenta la estrategia de manejo que deberá ser implementada en caso de ser necesario.

**Tabla XXX.** Indicadores biofísicos

<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Línea Base</b>	<b>Estándar</b>	<b>Estrategia</b>
Fragmentación de cabezas de coral (buzos , anclaje de embarcaciones o huracanes)	Porcentaje de colonias vivas de coral fragmentadas (monitoreo biológico)	5% de las colonias vivas fragmentadas en promedio en los sitios monitoreados (CC PRONATURA, 2015)	Más del 20% promedio	<p>Cerrar parcial o totalmente los sitios más afectados</p> <p>Implementar el plan de restauración de los sitios.</p> <p>Difundir las medidas de mitigación que se van a implementar y sus razones (el estado actual de los sitios) a visitantes y Prestadores de Servicios Turísticos (PST).</p> <p>Realizar el monitoreo biológico según protocolo.</p> <p>Realizar recorridos de vigilancia por CONANP y Secretaria de Marina para registrar los ilícitos</p> <p>Reforzar vigilancia submarina en los sitios de buceo que permanezcan abiertos dando seguimiento a grupos de buceo y detectando el anclaje en sitios no permitidos.</p>
			10-15% promedio	Cambiar la capacidad de carga en los sitios de buceo y/o en el número de buzos por grupo en los sitios más afectados y moderadamente

				<p>afectados (El Boiler, Cabo Pearce y el Cañón).</p> <p>Reforzar capacitación de guías y visitantes en cuanto a buenas prácticas durante el buceo</p> <p>Realizar el monitoreo biológico según protocolo.</p> <p>Realizar recorridos de vigilancia por CONANP y Secretaria de Marina para el registro de ilícitos.</p> <p>Continuar con vigilancia submarina (seguimiento a grupos de buceo y detección de anclaje en sitios no permitidos).</p>
			<p>5% promedio Estándar Mínimo Aceptable (EMA)</p>	<p>Establecer control del número de grupos en cada visita mediante la capacidad de carga por cada sitio de buceo.</p> <p>Dar plática obligatoria sobre las reglas de la PNR y sobre las buenas prácticas de buceo a los turistas abordo previa a la primera inmersión por parte de los PST o guías de buceo</p> <p>Vigilar que los prestadores de</p>

				<p>servicios turísticos, guías o instructores especializados cumplan con los requisitos según la NOM-012-TUR-2016.</p> <p>Realizar el monitoreo biológico según protocolo.</p> <p>Realizar vigilancia submarina (seguimiento a grupos de buceo y detección de anclaje en sitios no permitidos).</p>
	<p>Porcentaje de sitios de visita con factores que generan impacto negativo. (encuesta única del visitante , monitoreo biológico y bitácoras de PST)</p> <p>El 98% de los visitantes opina estar en un ecosistema en buen estado de salud (CC PRONATURA, 2015). Correlación de # buzos/sito Vs. cobertura coralina o reacciones de mega fauna.</p>	Más de 40% de los sitios	<p>Aplicación de programa de monitoreo especializado para conocer la frecuencia de impactos de rápida detección que afectan de manera negativa la salud de los sitios.</p>	
		30% de los sitios	<p>Aplicación de encuesta única para el visitante</p> <p>Detección de indicadores mediante encuesta.</p> <p>Diseño de monitoreo específico. Intensificar protocolos de buenas prácticas por PST</p>	
		Menos del 20% de los sitios en Estándar	<p>Aplicación de encuesta única para el visitante.</p> <p>Dar Charla informativa sobre el</p>	

			Mínimo Aceptable (EMA)	ecosistema marino de la PNR durante los viajes.
Abundancia de especies focales.	Abundancia relativa de especies focales	Monitoreo biológico (CC PRONATURA, 2015) Tiburones(775); Mantas (115); Peces (28,505); Corales (24% cobertura viva); invertebrados (16% cobertura viva)	Más del 50% variación de abundancia	Realización de monitoreo biológico y análisis de información trimestral, además sumar a la evaluación el uso de factores oceanográficos de influencia mediante imágenes satelitales para la identificación de patrones estacionales  Realizar Inspección y vigilancia continua contra la pesca ilegal
			30% Variación de la abundancia	Aplicación de monitoreo biológico y análisis de información trimestral  Incrementar inspección y vigilancia preventiva de pesca ilegal
			10% variación de abundancia Estándar Mínimo Aceptable (EMA)	Llevar un monitoreo biológico continuo para conocer los patrones de abundancia de especies focales para el turismo marino y detectar posibles cambios en los sitios de visita.

Efecto sobre el comportamiento de las especies focales.	% de reacciones negativas de especies focales al comportamiento de los buzos visitantes.	Monitoreo de visitantes, 2015, CC PRONATURA Buzos (1.3 impactos/10 min ) Ninguna reacción 65%, alerta 16 %, evadir a los buzos 11%, Huir 6%, 1% agredir.	Incremento en 50 % de la frecuencia de impactos de algún grupo en específico	Realizar monitoreo que ayude a valorar el efecto de la presencia de turistas y de su comportamiento, en la generación de reacciones de comportamiento en especies focales mediante protocolo establecido (CC PRONATURA, 2015)  Aplicación de medidas de mitigación de impactos  Reducir el número de grupos simultáneos en el agua
			Variación de 30% en la frecuencia de los impactos	Realizar monitoreo que ayude a valorar el efecto de la presencia de turistas y de su comportamiento, en la generación de reacciones de comportamiento en especies focales.( CC, 2015 PRONATURA)  Reforzar platica de seguridad y buenas practicas dada por guías de buceo a buzos visitantes previa a la inmersión  Respetar las reglas de conducta y distancias de avistamiento establecidas por el Plan de Manejo del ANP
			10% variación de	Realizar monitoreo que ayude a valorar el efecto de la presencia de

			reacciones promedio	turistas y de su comportamiento, en la generación de reacciones de comportamiento en especies focales.( CC PRONATURA, 2015)
			Estándar Mínimo Aceptable (EMA)	Análisis de información por crucero Establecer red de inspectores CONANP-PROFEPA
Frecuencia de contactos al sustrato durante actividades subacuáticas. y % de daño	Monitoreo de visitantes CC 2015 PRONATURA	% de impactos recibidos por Corales (5%), otros invertebrados (1%) ,roca(5%),	Más del 50% de los contactos son en el ambiente biótico	Realizar de manera constante evaluaciones sobre el nivel de interacción de los buzos con el sustrato, valorando el daño causado a los organismos bentónicos sésiles  Verificar que se cumplan las reglas estipuladas en el plan de manejo sobre las distancias de aproximación a las estructuras arrecifales ( 2 metros)
			Menos del 50% de los contactos son en el ambiente biótico	Instaurar un programa de inspección continuo mediante inspectores abordó que participen y evalúen las acciones de los visitantes durante las actividades de buceo  Verificar que se realice buceo de chequeo de habilidades (Flotabilidad y navegación)  Dar platica sobre fragilidad de
			Estándar Mínimo Aceptable (EMA)	

				<p>ecosistema bentónico y buenas prácticas de buceo en estos sitios a buzos visitantes</p> <p>Dar curso de buenas prácticas y técnicas de interpretación a guías de buceo de la PNR</p>
--	--	--	--	---

**Tabla XXXI.** Indicadores de la experiencia del visitante

<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Línea Base</b>	<b>Estándar</b>	<b>Estrategia</b>
Insatisfacción del visitante por saturación de turistas	Nivel de satisfacción (encuesta única del visitante)	4% anual (CITA, CC 2015 PRONATURA)	<p>Menos del 20% están poco satisfechos o insatisfechos por la saturación de turistas</p> <p>Estándar Mínimo Aceptable (EMA)</p>	<p>Mantener niveles de visitantes de acuerdo con la capacidad de carga de los sitios de buceo autónomo y buceo libre.</p> <p>Implementar las acciones del Programa de Uso Público.</p>

			Más del 20% están poco satisfechos o insatisfechos por la saturación de turistas	<p>Canalizar los grupos de visitantes a zonas menos congestionadas</p> <p>Controlar el acceso a los sitios de mayor visitación de acuerdo a la capacidad de carga y respetar el acuerdo del número de embarcaciones simultaneas</p> <p>Dar seguimiento a la capacidad de carga de cada sitio de manera semanal, mensual y anual.</p>
Dinámica de visitas y seguridad durante las actividades satisfacen las expectativas de los visitantes	Frecuencia de encuentros con otras actividades que generan incomodidad en los turistas.	5% de encuentros con pesca ilegal 20% de veces que se encontró en un sitio con más de 2 barcos	Más del 20% de las veces	Determinar el grado de tolerancia por parte de los visitantes, al encuentro con actividades de otros grupos y de otras embarcaciones en los sitios de visita mediante aplicación de encuesta sobre este tópico.
			20% de las veces  Estándar Mínimo Aceptable (EMA)	<p>Análisis de información de encuesta única sobre este tópico.</p> <p>Diseño de encuesta secundaria específica.</p>

	Accidentes en el desarrollo de operaciones turísticas en el PNR	1 accidentes por temporada (2015, archivo PNR)	5 o más accidentes de buceo en la PNR de buceo	<p>Evaluar los y corregir los niveles de seguridad que manejan los operadores turísticos en la PNR de manera constante</p> <p>Exigir y verificar vigencia de seguro médico de buceo a buzos visitantes y personal a bordo de embarcaciones de PST</p> <p>Instaurar protocolos de seguridad y realizar prácticas al menos 1 vez en cada temporada con el personal de CONANP, Secretaria de Marina y tripulaciones de las embarcaciones turísticas.</p> <p>Realizar de manera obligatoria los simulacros de emergencia durante cada viaje.</p> <p>Dar cursos de manejo de emergencias remotas a tripulaciones de embarcaciones de PST.</p>
--	---	--	--	--

			<p>0 y 2 accidentes</p> <p>Estándar Mínimo Aceptable (EMA)</p>	<p>Evaluar los niveles de seguridad que manejan los operadores turísticos en la PNR al inicio de cada temporada.</p> <p>Exigir y verificar vigencia de seguro médico de buceo a buzos visitantes y personal a bordo de embarcaciones de PST</p> <p>Instaurar protocolos de seguridad y realizar prácticas al menos 1 vez en cada temporada con el personal de CONANP, Secretaria de Marina y tripulaciones de las embarcaciones turísticas.</p>
	<p>Porcentaje de quejas presentadas por los turistas.</p>	<p>0 denuncias presentadas a la dirección del ANP (2015, archivos PNR)</p>	<p>Más del 30% de los visitantes presentan quejas</p>	<p>Conocer las principales fuentes de insatisfacción de los visitantes y su variación temporal analizando la información generada de la base de datos de manera anual.</p> <p>Crear un plan de mitigación para las insatisfacciones del visitante</p>

			<p>15% de los visitantes presentan quejas</p> <p>Estándar Mínimo Aceptable (EMA)</p>	<p>Dar atención y respuesta a las insatisfacciones manifestadas por los visitantes.</p> <p>Generar base de datos para medir el número de denuncias presentadas.</p>
Tasa de retorno de visitantes al ANP	95% de los visitantes están dispuestos a volver a la PNR (encuesta única del visitante, CC ,2015 PRONATURA)	Menos del 70% ésta dispuesto a volver	<p>Aplicación de encuesta única para determinar la satisfacción del visitante en su visita al PNR</p> <p>Análisis de la información y elaboración de plan de acción.</p> <p>Planeación estratégica en colaboración con PST para dar promoción al turismo de la PNR</p> <p>Cursos de capacitación para tripulaciones sobre buenas prácticas y calidad en el servicio.</p>	
		<p>Al menos el 70% está dispuesto a volver</p> <p>Estándar Mínimo</p>	<p>Monitoreo de la opinión del visitante mediante encuesta de opinión.</p> <p>Análisis de información por temporada.</p>	

			Aceptable (EMA)	
--	--	--	--------------------	--

**Tabla XXXII.** Indicadores de manejo del Parque

<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Línea</b>	<b>Estándar</b>	<b>Estrategia</b>
		<b>Base</b>		
Disminución de capacidad de manejo por un aumento en el número de prestadores de servicios y visitantes	Número de embarcaciones autorizadas en la PNR	Total 10 embarcación es autorizadas en 2015 a 8 prestadores de servicios turísticos	Aumento del 25% del número de embarcaciones autorizadas en 2015	<p>Mantener un padrón de permisionarios actualizado y de acuerdo a la capacidad de carga de buceo.</p> <p>Vigilar que las empresas que operan en la PNR cumplan con las regulaciones y tengan un permiso.</p> <p>Cumplir con las reglas del Plan de Manejo, en especialmente los números de capacidad de carga diarios para los sitios de buceo, además respetar los acuerdos del número de embarcaciones por sitio establecidos por el consejo asesor.</p> <p>Otorgar permisos solo a PST que cumplan con las regulaciones.</p> <p>Negar refrendo de permisos a PST</p>

				con historial de incumplimiento.
			Mismo número de embarcaciones que en 2015 <b>EMA</b>	<p>Mantener un padrón de PST actualizado y de acuerdo a la capacidad de carga.</p> <p>Vigilar que las empresas que operan en la PNR cumplan con las regulaciones y cuenten con un permiso vigente.</p> <p>Otorgar permisos solo a PST que cumplan con las regulaciones.</p> <p>Negar refrendo de permisos a PST con historial de incumplimiento.</p>
	Número de visitantes del Parque al año	14,964 visitantes (Calendarios de barcos de	Aumento del 50% del promedio de visitantes de 2015 <b>EMA</b>	<p>Mantener número de visitantes de acuerdo con la capacidad de carga e implementar un monitoreo continuo de aglomeración por sitio</p> <p>Contratación de personal de acuerdo las necesidades de manejo de la PNR</p>

			<p>Aumento <math>\geq 100\%</math> del promedio de visitantes de 2015</p>	<p>Mantener número de visitantes de acuerdo con la capacidad de carga e implementar las acciones de control del número de grupos simultáneos y de embarcaciones por sitio.</p> <p>Contratación de personal de acuerdo a las necesidades de manejo de la PNR</p> <p>Canalizar los grupos de visitantes a zonas menos congestionadas</p> <p>Reforzar acciones de inspección y vigilancia con ayuda de la Secretaria de Marina</p>
<p>Manejo limitado de la PNR por falta de infraestructura y equipo</p>	<p>Número de Infraestructura nueva instalada (señales, boyas.) y equipo</p>	<p>Inventario de infraestructura de la PNR 2018 (Anexo sección capacidad</p>	<p>No existe la infraestructura necesaria en cada sitio</p>	<p>Instalar la infraestructura básica (señalización)</p> <p>Equipar oficina de la Dirección del Parque.</p> <p>Adquirir el número de vehículos y embarcaciones necesarias (ver Anexo sección capacidad de manejo).</p>

			<p>Existe la infraestructura necesaria en cada sitio</p> <p><b>EMA</b></p>	<p>Dar mantenimiento o renovar equipos en la oficina de la Dirección del Parque.</p> <p>Dar mantenimiento a vehículos y embarcaciones</p> <p>Instalar un centro para voluntarios y estudiantes con servicio social</p>
Falta de atención, vigilancia en la PNR por falta de personal	Número de empleados y voluntarios del PNR	Personal 2015 encuesta capacidad de manejo, CC PRONATURA. 8 personas de planta, ningún guardaparques.	<p>Existe una cantidad menor de personal y voluntarios que el necesario</p>	<p>Contratación de personal de acuerdo a las necesidades de manejo de la PNR. (ver Anexo sección capacidad de manejo).</p> <p>Reasignar las tareas según el personal contratado para hacer más eficiente el manejo.</p>
			<p>Número de guarda parques y personal administrativo necesarios</p> <p><b>EMA</b></p>	<p>Incorporar a vigilantes comunitarios a las tareas de vigilancia.</p> <p>Vigilar los números de capacidad de carga en caso de ser excedidos por vigilancia insuficiente</p>

Capacidad de Manejo del ANP	Afluencia de visitantes a la PNR y violaciones al reglamento	Disponibilidad de recursos para el manejo	Porcentaje de las infracciones por la industria turística o por particulares formalmente presentadas que son resueltas por la	Evaluación sobre Infraestructura, personal y localización Calificación 89% (CC, 2016 PRONATURA)	# 4 de denuncias atendidas 2015	Menos del 50%	Menos del 50 % de las denuncias son atendidas	Evaluar las capacidades y eficiencia en el manejo del ANP y proponer plan que cubra deficiencias detectadas.  Vinculación con otras agencias para fortalecimiento de actividades de inspección y vigilancia (PROFEPA y Secretaria de Marina).  Contratación de personal necesario a la demanda de actividades en el ANP  Compra de equipo necesario para el manejo del ANP (oficina y	Evaluar la capacidad de la administración de la PNR para adelantar acciones legales contra los infractores mediante encuesta de efectividad al departamento jurídico y administración del ANP
						Al menos el 50% de las denuncias son atendidas <b>EMA</b>	Dar seguimiento particular a cada caso. Llevar relación de éxito en denuncias.		

				<p>campo)</p> <p>Búsqueda de recursos para generación de infraestructura necesaria para el ANP (Boyas de amarre, muelles)</p>
			<p>Más del 50% <b>EMA</b></p>	<p>Cubrir carencias detectadas mediante la encuesta de capacidades de manejo, priorizando a corto, medio y largo plazo las necesidades.</p> <p>Dar mantenimiento a lo disponible y gestionar el recurso para cubrir el faltante de infraestructura y contratación de personal</p> <p>Realizar alianzas o vinculación con otras agencias gubernamentales como la Secretaria de marina para fortalecer las acciones de inspección y vigilancia</p>

Paso 8: Monitoreo de indicadores

De acuerdo al protocolo de monitoreo, se obtendrán los valores de los indicadores, donde se podrá evaluar el estado de las condiciones del Parque y la estrategia de manejo a implementar.

A continuación se presentan los indicadores para la evaluación de los impactos por actividades de uso público en la PNR y un panorama general del protocolo de monitoreo mediante el cual será medido cada uno de ellos.

**Tabla XXXIII. Protocolos de Monitoreo**

<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Línea base</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Estrategia</b>
BIOFÍSICOS	Porcentaje de colonias fragmentadas	Este indicador se medirá como parte del monitoreo biológico de corales en el PNR. <ul style="list-style-type: none"><li>• Por transecto se cuantificará el número de cabezas de coral con fragmentación inducida por acción humana (manipulación por buzos, golpes de anclas) o climáticas (huracanes)</li></ul>	Toda la temporada durante los meses de noviembre a junio	CONANP UABCS OSC PST

	<p>Modificación de comportamiento de fauna pelágica</p>	<p>Este indicador se medirá como parte del monitoreo de visitantes durante las inmersiones de buceo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizaran seguimientos de buceo a turistas al azar por periodos de 10 min, donde se observaran y registraran las acciones realizadas por los buceadores en presencia de la mega fauna. Y de la reacción de la mega fauna ante la presencia de los buceadores.</li> <li>• Sistematización de la información en bases de datos.</li> <li>• Análisis mensuales de la información.</li> <li>• Correlación del número de reacciones negativas por especie con respecto al número</li> </ul>	<p>Toda la temporada durante los meses de noviembre a junio</p>	<p>CONANP UABCS OSC PST</p>
--	---	---	---	---

		de buzos por sitio / mensual / anual		
	Nivel de certificación y número de buzos/sitio/año en la PNR	<p>Este indicador se medirá como parte del monitoreo de visitantes al ANP</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llenado de bitácora homologada de los prestadores de servicios turísticos donde aparezcan datos como: Fechas del tour, sitio visitado, número de buzos, nivel de certificación de los buceadores.</li> <li>• Sistematización de la información en bases de datos.</li> <li>• Análisis anuales de</li> </ul>	Todo el año	PST (Registra número de clientes y nivel certificación )CONANP (captura de datos y análisis)

		<p>la información.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlación del daño por sitio con respecto al nivel de certificación de los buzos y el número de buzos por año en cada sitio.</li> </ul>		
	Presencia de basura en los sitios de buceo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recorrer el sitio y verificar la presencia/ausencia de basura.</li> <li>• Toma de fotografías en sitios con basura.</li> <li>• Hacer un compendio de fotos.</li> <li>• Realizar un análisis comparativo anual</li> </ul>	Una vez al año después de la Temporada alta.	CONANP

		sobre la evolución de presencia/basura y seguir la estrategia propuesta.		
EXPERIENCIA DEL VISITANTE	Nivel de satisfacción del visitantes	<p>Repartir encuestas a los PST</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar la encuesta única del visitante al mayor número posible de visitantes</li> <li>• Sistematización de la información en bases de datos.</li> <li>• Análisis anuales de la información sobre nivel de satisfacción por concentración de visitantes, calidad de atención del personal del Parque.</li> </ul>	Todo el año	CONANP PST
MANEJO	Embarcaciones autorizadas en el PNR	Revisar los permisos de los PST operando en el Parque, así como	Todo el año	CONANP

		<p>el de particulares que se encuentren navegando o realizando actividades dentro del ANP</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualizar el padrón de embarcaciones autorizadas cada año.</li> <li>• Registrar el incumplimiento de las reglas o ilícitos cometidos por los dueños de embarcaciones.</li> <li>• Sistematización de la información en bases de datos.</li> <li>• Análisis anuales de la información para estimar la tendencia y medir el nivel de aumento en el número de embarcaciones.</li> </ul>		
	Número de visitantes al año en el Parque	Obtener el número de visitantes a través de la cantidad de brazaletes vendidos, del número de encuestas aplicadas y	Todo el año	CONANP

		<p>bitácora de los PST.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematizar la información en bases de datos.</li> <li>• Calcular el número de visitantes por temporadas y anual.</li> </ul>		
	Número de infraestructura nueva instalada (señales, boyas) y equipo de trabajo para el personal	<p>Realizar el inventario anual de la infraestructura y equipo existente en el Parque (cantidad y estado).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematización de la información en bases de datos.</li> <li>• Estimar la cantidad y el estado de la infraestructura en playas y el equipo.</li> </ul>	Una vez al año	CONANP
	Número de empleados y voluntarios de la PNR	<p>Registro del nuevo personal y voluntarios.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematización de la información en bases de datos.</li> </ul>	Una vez al año	CONANP

## Discusión

### *Estructura de la comunidad arrecifal en los Parques Nacionales Cabo Pulmo y Revillagigedo.*

El ensamblaje de especies que brindan el servicio ecosistémico de recreación en los Parques Nacionales Cabo Pulmo y Revillagigedo, se encuentra compuesto por especies provenientes de las provincias biogeográficas Panámica, Californiana, e Indo-Pacífico. La gran diversidad biológica que se encuentra tanto en Cabo Pulmo como en las Islas Revillagigedo, es una de las más altas del Pacífico mexicano (Kerstitch, 1989). Consideramos que tales características de biodiversidad marina, son en gran medida, las que atraen a miles de turistas año con año a realizar prácticas de buceo autónomo en estos Parques Nacionales. Sin embargo, como se explicará a mayor detalle más adelante, el incremento en los niveles de uso de las áreas, puede ocasionar un impacto directo que se verá reflejado de manera negativa en los recursos naturales que brindan el servicio ecosistémico de recreación en los sitios de buceo autónomo.

Es bien sabido que, buzos de todo el mundo consideran a los atributos de diversidad y abundancia de corales y peces presentes en un sitio de buceo, como factor crucial para la selección de lugares nuevos para ir a visitar. Sin embargo, la percepción de los buzos recreativos con respecto a estos atributos suele ser algo subjetiva. Wielgus *et al.* (2003), demostraron que para los buzos turísticos, cuenta más la cantidad de organismos encontrados en agregaciones por sitio y el tamaño de estos, que la variedad de especies encontradas durante la inmersión. Tal conjetura nos permite plantear lo siguiente: (1) entre los buzos, son más atractivos los sitios donde se encuentran peces en cardúmenes grandes, a diferencia de sitios con grupos pequeños de peces, aunque más variados en especies, y (2) la calidad de un sitio de buceo en términos de coral para los buzos, se refiere a veces a la "cobertura de coral", que es la proporción del sustrato cubierto por coral vivo en cada localidad y no precisamente a la diversidad de especies encontradas.

Por lo tanto, con la finalidad de mantener la calidad en la experiencia de los visitantes y la sustentabilidad del arrecife, es de gran relevancia realizar un

monitoreo constante de la composición en la estructura comunitaria ictiofaunística y bentónica, en los ecosistemas arrecifales que son utilizados de manera turística, tal como sucede en los Parques Nacionales de Cabo Pulmo y Revillagigedo, esto con el objeto de llevar una detección temprana de aquellos sitios donde las fluctuaciones en los índices ecológicos pudieran estar mostrando algún tipo de perturbación. Dichas fluctuaciones en los atributos ecológicos nos ayuda a la identificación de indicadores importantes para la gestión dentro del ANP (Scura y van't Hof, 1993; Hawkins et al., 1999).

En el presente trabajo, los valores de abundancia, riqueza y diversidad variaron entre los grupos taxonómicos y entre los sitios de buceo autónomo del PNCP y PNR como se describe a continuación.

#### Ictiofauna

Con la finalidad de ayudar a la discusión de los patrones en el caso del PNCP se agruparon las localidades, a las cuales nos referiremos como: norte, centro y sur. En cuanto a los peces se observó que los valores de abundancia de especies de peces fueron mayores para los sitios del centro (e.g. Los Morros), a diferencia de la riqueza de especies, la cual demostró ser mayor en los sitios del sur del PNCP (e.g. El Rincón). Es importante mencionar que ambos sitios son justamente los que reciben las mayores cantidades de visitantes durante la temporada alta de turismo de buceo y, no es de sorprender, dada la gran variedad de especies que se pueden encontrar en Los Morros, son de gran interés e impacto visual para los buzos que visitan Cabo Pulmo. Entre las especies carismáticas de mayor relevancia encontramos a los jureles (*Caranx sexfasciatus*) y meros (*Mycteroperca jordani*) los primeros forman un cardumen grande que reside en esta zona del PNCP, y los últimos debido a su gran tamaño (90 cm; NIPARAJA monitoreo comunitario, 2015), los coloca como los peces más grandes del lugar. Por el contrario, los valores menores de abundancia pero los mayores para la riqueza, los registró una de las localidades más sureñas, que es la que se ubican en los límites del parque Marino; esta baja abundancia y alta riqueza se puede deber a que están próximas a la zona de pesca autorizada (CONANP, 2006). En estas localidades, las tallas de los peces son mucho más pequeñas (NIPARAJA

monitoreo comunitario, 2015), dominando especies herbívoras como damiselas (*Stegastes rectifraenum*), cirujanos (*Acanthurus triostegus*) y lábridos (*Thalassoma lucassanum*).

En cuanto al Parque Nacional Revillagigedo, albergó una gran diversidad de especies de peces, muchas de las cuales se encuentran bajo algún estatus de protección o son de importancia pesquera. En el archipiélago fue común encontrar durante las visitas, una gran variedad de especies como: los atunes aleta amarilla (*Thunnus albacares*), el wahoo (*Acanthocybium solandri*), los cardúmenes de jureles (*Caranx lugubris*, *Caranx caballus*, *Caranx sexfasciatus*) las mantas gigantes (*Manta birostris*), especies varias de tiburones como puntas blancas (*Triaenodon obesus*), puntas plateadas (*Carcharhinus albimarginatus*), tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*), tiburón ballena (*Rhincodon typus*), tiburón galápagos (*Carcharhinus galapagensis*).

Las observaciones realizadas indican que Las Cuevitas y El Cañón fueron los sitios con un mayor número de especies, así como los más diversos y con mayor equidad. Esto pudiera ser consecuencia de las características de los sitios, ya que, específicamente Las Cuevitas, es un lugar que se compone por deformaciones rocosas, con múltiples huecos (cuevas) y oquedades que pudieran estar sirviendo como sitio de refugio y alimentación para algunas especies de peces, dado que estos organismos se encuentran íntimamente ligados a la estructura del hábitat, principalmente al sustrato (Fourrière, 2012; Espinosa y Sala 2005; Pondella *et al.* 2005; Chávez *et al.*, 2008).

La tendencia en la abundancia en el archipiélago señala que el sitio de Roca Partida es donde podemos encontrar el mayor número de individuos de peces. Dichos resultados se atribuyen a las condiciones oceanográficas, ya que se encuentra expuesto e influenciado por factores como las surgencias, corrientes y oleaje, que generan una alta productividad. Dichos factores crean condiciones que, posiblemente, originen algún tipo de zonación o cambios en la estructura comunitaria, esto aunado al hecho de que en este sitio predomina el ambiente pelágico, favoreciendo que haya un mayor número de peces que, posiblemente habitan o se alimentan en esta zona (Begon *et al.* 2006; Espinoza y Salas 2005;

Fourri re, 2012). Para el caso de los tiburones y mantas, las especies que resultaron más abundantes fueron: *T. obesus*, *C. galapagensis* y *M. birostris*. Esto concuerda con lo registrado por Ketchum y colaboradores (2009), quienes mencionan que *T. obesus*, y *C. galapagensis* fueron bastante comunes en Revillagigedo. Por su parte *M. birostris* es de las especies más comunes dentro de la reserva (CONANP, 2004).

La abundancia de tiburones fue mayor en Roca Partida, esto debido, probablemente, a que este islote se encuentra expuesto a la interacción de corrientes y oleaje, condiciones con las que se ven favorecidos los procesos de surgencias, que son los que propician que haya una alta biodiversidad, y como ya se mencionó anteriormente estas condiciones posiblemente promuevan la presencia de un gran número de peces pelágicos y de especies que habitan principalmente la columna de agua, como lo son los tiburones y mantas (Fourri re, 2012; Lara *et al.*, 2008).

En el caso de la riqueza, equidad y diversidad para tiburones y mantas el sitio que presentó los valores más altos fue Punta Tosca. Esto pudiera ser consecuencia de que en esta área se encuentran una gran cantidad de macroalgas y briozoarios y con estas se instauran diferentes hábitats que representan una opción para la obtención de alimento y refugio para larvas, juveniles y adultos de peces y otros organismos, los cuales atraerían a una mayor cantidad de tiburones que posiblemente aprovechen la presencia de estos peces como estaciones de limpieza, ya que estas se componen por individuos carnívoros o herbívoros. Otra posibilidad, es que los tiburones visiten este sitio para alimentarse de dichos peces, con lo cual se verá favorecida la alta diversidad y equidad en esta zona (Helfman *et al.* 2009; Gratwicke y Speight 2005; García, 2008; Fourri re, 2012).

### Invertebrados Bentónicos

En Cabo Pulmo los invertebrados bentónicos mostraron un patrón contrario al presentado por el grupo de los peces, en sus valores de abundancia, riqueza y diversidad. Los valores mayores de abundancia se presentaron en las localidades

del sur, donde se encontraron los menores valores de abundancia de peces. Esta condición minimiza la relación depredador-presa existente entre ambos grupos, favoreciendo el desarrollo de una comunidad más numerosa de invertebrados en las localidades donde hay menos peces y que son más pequeños. Hay que recordar que los peces son depredadores importantes de coral y otros invertebrados arrecifales (Vine, 1974). El mayor número de especies de invertebrados bentónicos se encontró en la zona centro, concentradas en una sola localidad, “El Cerrito”. Este sitio se encuentra conformado por roca en el fondo que presenta grietas profundas, tales características ofrecen un hábitat ideal y una disponibilidad de refugio alta, debido a la gran cantidad de oquedades en el sustrato para esconderse de depredadores, característica favorable para la sobrevivencia de los invertebrados que pueden ser depredados por peces carnívoros. Tales condiciones fisiográficas en “El Cerrito”, pueden estar favoreciendo la mayor riqueza de especies en este sitio. Es posible que la distribución de especies de invertebrados bentónicos del PNCP esté relacionada a patrones ecológicos, o a cuestiones de la muy particular dinámica poblacional de cada grupo, y no precisamente sea derivado de la influencia del turismo.

Lo anterior, puede estar actuando de manera positiva para el desarrollo del turismo de buceo en Cabo Pulmo, ya que sitios con mayor presencia de organismos de este grupo tan diverso y carismático, suelen ser más atractivos para los buceadores. Se ha observado que el grupo de los asteroideos o “estrellas de mar” es muy popular entre los practicantes de buceo, por ejemplo, en otras ANP como El Parque Nacional Arrecifes de Cozumel la mayoría de las campañas publicitarias se enfocan en este grupo. Las mayores concentraciones de asteroideos en Cabo Pulmo se presentaron en los sitios más someros, donde es menor la ocurrencia de depredadores. La posibilidad de poder observar a estos magníficos ejemplares desde las localidades de fácil acceso le da un valor agregado al Parque.

Los registros realizados sobre invertebrados bentónicos para el Parque Nacional Revillagigedo mostraron que el grupo dominante en el archipiélago fueron los equinodermos (*D. mexicanum*, *T. depressus*, *C. coronatus* e *I. fuscus*).

Lo cual coincide con lo reportado por Ramírez (2010), en donde *D. mexicanum* fue el organismo más abundante, seguido por *T. depressus*. Esto probablemente sea consecuencia de que *D. mexicanum* o erizo negro presenta una mayor afinidad con las zonas tropicales (Olivares, 1986), como es el caso de Revillagigedo.

El mayor número de individuos de invertebrados bentónicos se presentó en Roca Partida. Dicho resultado pudo verse influenciado, por el hecho de que *D. mexicanum* fue la especie más abundante dentro del grupo de invertebrados bentónicos y en Roca Partida se registró el más alto número de individuos de esta especie. Por su parte la mayor riqueza, equidad y diversidad de invertebrados bentónicos se concentró en Las Cuevitas. Esto probablemente se deba a que es un sitio con una amplia cobertura rocosa en la que se encuentra una gran cantidad de macro algas, que son el principal alimento para los equinodermos (grupo con el mayor número de especies registradas durante los censos de invertebrados bentónicos) que buscan zonas coralinas o rocosas con fines de alimentación (Ramírez, 2010).

#### Comunidad coralina

En la comunidad coralina, los patrones reflejados por los índices ecológicos de cada sitio de buceo pueden ser considerados una prueba potencial de cómo se está manifestando el impacto del incremento de la actividad del buceo turístico dentro del PNCP. La actividad tiene una mayor influencia sobre las localidades centrales y sureñas de Cabo Pulmo, ya que estas presentan los valores más altos de riqueza y diversidad de especies coralinas, pero no son más abundantes. Esto coincide con lo encontrado en Bonaire por Scura y van't Hof (1993); Dixon *et al.*, (1993) y Hawkins *et al.*, (1999), quienes confirman abundancias de coral bajas en los sitios con niveles altos de uso; y una clara diferencia en la estructura de la comunidad con los valores de diversidad y riqueza más elevados a los sitios muy utilizados y valores menores en los sitios poco utilizados.

Con base en lo anterior, lo sucedido en Cabo Pulmo en los últimos 30 años en que se ha realizado la actividad de buceo, es que, el daño ocasionado como consecuencia del incremento en el turismo de buceo, la falta de vigilancia de las prácticas de buceo realizadas por los operadores turísticos y visitantes en estas

localidades, debería ser similar a lo encontrado por Hawkins et al., (1999) y Scura y van't Hof (1993), esto es, provocar al principio una disminución en el número de corales ramificados del género dominante *Pocillopora* debido al daño mecánico por los buzos y posteriormente un incremento en la abundancia de estos y disminución de los masivos o incrustantes, como *Pavona* y *Porites*. Sin embargo, esto no se presentó, por el contrario, este efecto favoreció el aumento en la cobertura de estos últimos, lo cual pudo ser resultado de la combinación de las actividades recreativas con procesos naturales, como el impacto de huracanes y el blanqueamiento de coral producto del sobre calentamiento de la superficie del mar debido a eventos ENSO que han impactado el sitio (Reyes-Bonilla & Calderón-Aguilera, 1994; Reyes Bonilla et al., 2002). Tal dinámica en la composición específica de los arrecifes, puede ofrecer la ventaja de un menor grado de fragilidad en el estado actual de los sitios donde ha comenzado el proceso de sucesión, ya que al haber un cambio en la dominancia de especies ramificadas por formas masivas, se favorece un mayor grado de resistencia al impacto físico ocasionado por los turistas durante las actividades de buceo autónomo. De alguna manera, esto compensa el valor menor en abundancia de organismos.

Entre los aspectos negativos de esta sucesión de especies, se debe tomar en cuenta que las del tipo masivo como *Pavona* y *Porites*, tienen un periodo de crecimiento mucho más lento. Esto se debe a que su esqueleto es más denso que las del tipo ramificado (CITA); factor que puede ser clave para el declive o mantenimiento de la población coralina, particularmente en localidades donde los niveles de uso turístico superen a los sugeridos.

Entre las distintas especies de corales, la capacidad para resistir al daño físico o mecánico es diferente (Marshall, 2000), por lo que es posible que especies más sensibles puedan perderse en arrecifes con altas intensidades de turismo. Al respecto, Liddle y Kay (1987) mencionan que las especies masivas mostraron mayor resistencia a los daños físicos, mientras que las especies ramificadas, fueron altamente susceptibles al daño. Por lo tanto, los cambios en el número o tipos de forma de especies de coral presentes en un arrecife pueden ser un indicador útil para medir el grado de perturbación. Tales cambios en la

composición de las especies podrían conducir a una modificación en los indicadores ecológicos de abundancia, diversidad y riqueza. La detección de las fluctuaciones en las medidas de los índices ecológicos debe ser tomada en cuenta durante la selección de indicadores para el manejo de ecosistemas coralinos.

Por otro lado, el tamaño de las colonias de corales también puede cambiar con frecuencia, al igual que la dominancia de especies, dependiendo del tipo de perturbación a la que sean expuestos los organismos (Bak y Meesters, 1998). A este respecto, la reducción en el tamaño del coral ha ocurrido de manera notable en algunas de las localidades más populares y de fácil acceso dentro de la parte sur del PNCP, como es el caso de la bahía de “Los Chopitos”. Aquí, se puede apreciar una transición en el dominio de las especies del género *Pocillopora* por las del género *Porites* en las secciones más cercanas a la costa. De igual manera, se observó una reducción en las tallas de los corales estando representados en su mayoría por colonias pequeñas. Esta reducción en tamaño y cambio en la dominancia de especies, puede ser atribuido al daño por pisoteo de los buzos y snorkelistas al entrar al arrecife, ya que la mayor concentración de corales en este sitio se encuentra en la parte somera y próxima a la costa, cuestión que favorece el fácil acceso para la visita de los turistas hasta esta zona desde la playa sin necesidad de hacer uso de ninguna embarcación.

En otros sitios de gran popularidad para el turismo ubicados en la zona centro del Parque Nacional, pero a una distancia mayor de la costa y en un estrato de profundidad mayor (e.g. “El Bajo” y “Los Morros”), fue donde se encontró el mayor número de colonias fragmentadas como consecuencia del daño ocasionado por los buzos. A pesar del aparente daño físico, el dominio de las especies de coral en ambas localidades sigue siendo protagonizado por el Género *Pocillopora*; por el contrario en la bahía de “Los Chopitos” se observa un aumento en el dominio de las especies de coral del tipo incrustantes en ciertas secciones del arrecife.

Los sitios que se encuentran en la parte norte del PNCP, son los que podemos considerar como en un mejor estado de conservación y menos impactados por el buceo turístico. Ya que, del total de las localidades evaluadas,

fueron los que presentaron las mayores abundancias del coral ramificado dominante (*Pocillopora*), como “Las Tachuelas”. Por otra parte, el número de colonias con daño por fragmentación fue mínimo en esta localidad, comparado con los sitios ubicados en la parte central y sur del PNCP, situación que reafirma su estatus de no perturbación. Nuestras observaciones concuerdan con lo estipulado por Hawkins y Roberts (1993b), quienes dicen que el tamaño de las colonias de coral disminuye en localidades donde es frecuente el impacto por pisoteo. Los autores concluyen que una intensidad de impacto elevada puede alterar de manera permanente la constitución estructural de las especies de coral, cambiando de un arrecife ramificado a uno del tipo plano, donde los géneros dominantes sean los masivos e incrustantes. El cambio en la forma del arrecife de uno ramificado a uno plano puede conferir la ventaja de una mayor resistencia al impacto físico ocasionado por las actividades de buceo y un incremento en la diversidad de especies de corales (Hawkins y Roberts, 1993b).

#### *Daño antropogénico*

A pesar de la importancia económica del turismo de buceo en Latinoamérica (CITA), pocas son las investigaciones enfocadas en evaluar la influencia del comportamiento de los buzos y los niveles de daños en los recursos naturales, como puede ser la pérdida de cobertura coralina (CITA) o la modificación del comportamiento de especies focales como tiburones, mantas gigantes o mamíferos marinos (CITA) o pérdida del hábitat por fragmentación en sitios donde la presencia de buceadores es constante (CITA).

Para el caso del Parque Nacional Cabo Pulmo, el daño infligido por los buceadores se encontró relacionado con la falta de flotabilidad y habilidades de control o por descuido, dando lugar a interacciones accidentales como chocar con el coral y aletear sobre él, causando ruptura o lesiones en el tejido, dependiendo del tipo de coral involucrado en el incidente. Otras acciones detectadas fueron, sentarse sobre las cabezas de coral, o la típica foto abrazado del coral; este tipo de comportamientos puede suscitarse, debido a la ignorancia de los buzos sobre la fragilidad de los corales y las consecuencias que dichos impactos tienen sobre los organismos. Afortunadamente para el PNCP, la mayoría de los buzos causan

poco daño, sólo unos pocos causan daños severos (e.g. romper a la mitad un coral). Dentro de la gama de impactos observados, otro de los frecuentes fue causar sedimentación sobre los corales como consecuencia del aleteo cercano al fondo por buzos principiantes o en formación. Al respecto, Rogers (1990) determinó que esta circunstancia afecta a los organismos de tal manera que puede inducir a menores tasas de crecimiento, reducción de la productividad y en el reclutamiento. En la mayoría de las ocasiones donde algún buzo produjo impactos sobre el coral, el evento se suscitó primordialmente sobre organismos del género *Pocillopora*, posicionado como el género afectado de manera más frecuente. La causa de este suceso está ligada al hecho de que las especies de este género son muy comunes dentro del Parque y se incrementa la probabilidad de ser afectadas por el comportamiento perjudicial de los buzos. Según Zakai *et al.*, (2000), la ruptura del coral afecta procesos vitales como el crecimiento y la reproducción sexual. La detección en la disminución de ambos eventos, puede servir como indicador de si las estrategias de manejo en el arrecife, funcionan para que éste continúe saludable y su uso se siga dando de manera sostenible. Hawkins y Roberts (1992), observaron que el tejido roto y erosionado se vuelve más susceptible a la invasión por patógenos, posiblemente aumentando la mortalidad de las colonias de coral. Por tanto, la ruptura inducida por los buzos en los arrecifes visitados con mayor frecuencia dentro del PNCP puede tener efectos perjudiciales para las comunidades coralinas. *Pocillopora* es uno de los géneros más susceptibles a morir, dejar de reproducirse sexualmente o blanquearse por cuestiones de impacto turístico (Zakai *et al.*, 2000) y ambiental (Lirman *et al.*, 2001), lo cual incrementa su fragilidad.

Existen otros puntos de vista que muestran un pensamiento más optimista sobre la relación del turismo de buceo y el ecosistema en el que se realiza la actividad. Meesters *et al.*, (1994), afirman que algunas especies de coral presentan un crecimiento relativamente rápido y por lo tanto en cierta medida pueden tolerar rupturas repetidas. Esto implica que un estrés relativamente alto no necesariamente tiene efectos adversos sobre las comunidades coralinas. En el caso particular del PNCP, la opción de que el daño por fragmentación puede estar

favoreciendo el re-poblamiento de zonas aledañas a estos sitios con mayor grado de impacto es factible. Si pensamos en los fragmentos de coral roto como individuos a reclutarse potencialmente en la población ya existente, esto ofrece un efecto de prevalencia de los organismos siempre y cuando los fragmentos efectivamente se consoliden como nuevos individuos de la población en el arrecife y no se pierdan arrastrados por las corrientes (Serour, 2004). Aun así, desde un punto de vista estético, las partes del arrecife que han recibido los mayores números de visitantes y que presentan un gran número de colonias rotas y fragmentos sueltos, pueden ser consideradas menos atractivas para los buzos.

A diferencia de lo observado en el PNCP, donde el mayor porcentaje de impactos fue recibido por los organismos bentónicos, los registros para el Parque Nacional Revillagigedo mostraron que los incidentes registrados con mayor frecuencia fueron el tocar, perseguir, acosar, utilizar métodos de atracción de fauna, así como obstruir la ruta de nado de la fauna marina (e.g. manta gigante, tiburón ballena y delfines), la mayoría de estas acciones fueron realizadas de manera premeditada y en plena conciencia del acto o con el objetivo de fotografiar o grabar a los ejemplares y haciendo uso excesivo de iluminación externa y flash. Sin embargo, aunque lo anterior es una práctica habitual de los visitantes durante su estadía en el Parque nacional, favorablemente va disminuyendo su intensidad conforme van pasando los días de buceo en cada crucero; de igual manera es importante mencionar que de la proporción de buzos observados (325 buzos), el 63% presentó un comportamiento ejemplar durante su visita al PNR, dirigiéndose de manera respetuosa y sin perturbar a los organismos marinos.

Tomando en cuenta lo anterior para ambas ANP, se corrobora que los buceadores que utilizan instrumentos fotográficos, a pesar de ser los que comúnmente tienen un mayor grado de experiencia y educación en el buceo, fueron quienes ocasionaron el mayor daño en ambas ANP. En particular para Cabo Pulmo, la gran mayoría de los impactos de fotógrafos involucraron contacto evidente con organismos bentónicos y en algunos casos el impacto ocasionó la ruptura de colonias de coral. Además, este perfil de buzos fueron los que establecieron contacto con el arrecife de manera más frecuente comparado con

otros buceadores que no usaron instrumentos fotográficos. Los impactos en la mayoría de los casos se realizaron de manera premeditada para conseguir la flotabilidad y estabilidad óptimas durante el disparo y en otras ocasiones por descuido del buzo al momento del aleteo durante el enfoque del objetivo a fotografiar, tal como se reporta en la literatura por Salm (1985, 1986) y Dixon et al., (1993). Ellos observaron que los buzos que utilizan cámaras fotográficas, en muchos casos, tienen flotabilidad negativa como producto del lastre extra requerido para maniobrar el equipo fotográfico, o también por la poca habilidad de control en su flotación neutra. Como consecuencia de esto, se observó con frecuencia que los fotógrafos se agarran del arrecife como soporte para minimizar cualquier movimiento durante el proceso de rodaje. En el caso de PNR el impacto más notable ocasionado por los buzos fotógrafos sobre la fauna marina fue el constante uso de flash sobre el rostro de los animales, el cual ya ha sido comprobado como dañino (CITA).

Por otra parte, de manera exclusiva para el Parque Nacional Revillagigedo otras situaciones de impacto fueron detectadas, como la fragmentación al hábitat en algunas de las localidades como El Cañón y Cabo Pearce, a consecuencia del anclaje de las embarcaciones que visitan de manera turística y particular el PNR. Es importante tomar en cuenta este punto, sobre todo en el caso de Cabo Pearce, el Boiler y el Cañón, ya que en estos sitio es común encontrar individuos de *Manta birostris* (manta gigante), debido a la presencia de pináculos submarinos (estaciones de limpieza), donde se congregan variadas especies de peces como el *Holacanthus clarionensis* (pez clarión) *Johnrrandallia nigrirostris* (mariposa) y *Forcifiger flavissimus* (mariposa), entre otros, quienes conforman la fauna característica de las estaciones de limpieza a las cuales acuden individuos de *M. birostris* para ser atendidas y desparasitadas. Si dichas estaciones de limpieza se pierden como consecuencia de la fragmentación por el anclaje de embarcaciones en esta zona, se perderá una parte fundamental del ecosistema y muy posiblemente también disminuya la presencia de *M. birostris* en el archipiélago.

Por otra parte, por medio de entrevistas con miembros de las tripulaciones se obtuvieron registros de que en años anteriores a nuestras observaciones

individuos de *M. birostris* han sido dañados o han terminado muertos por enredarse con los cabos de los anclajes con boyas que utilizan algunas de las embarcaciones con dos objetivos: 1. Crear una línea donde el buzo pueda hacer un descenso controlado en situaciones de mala visibilidad y presencia de corriente fuerte en el sitio, 2. Marcar de manera más precisa el punto donde se desean realizar las inmersión de manera consecutiva, esta práctica se realiza para perder menos tiempo durante la localización del punto exacto para el buceo a lo largo del día. Durante el periodo del presente estudio no se detectó que ningún organismo de *M. birostris* se viera involucrado en tal situación, sin embargo, la práctica antes descrita continúa realizándose de manera habitual.

Por todo lo anterior, es necesario diseñar nuevas áreas para el fondeo de las embarcaciones, o hacer vigentes las legislaciones existentes en el área; y también es necesario diseñar un protocolo especial, en el caso de ser indispensable el uso de un cabo para la seguridad de los clientes en situaciones poco favorables para el buceo, donde no se ponga en riesgo la integridad de los organismos de *M. birostris*, y que además cubra el aspecto de seguridad para el visitante.

El tamaño de los grupos de buceo es otro problema a resolver en el PNR. Es prudente establecer un nuevo número máximo de buzos por guía de buceo en cada grupo diferente del establecido en el plan de manejo (4 buzos por guía), ya que, el valor que aparece en este documento, no se respeta porque es demasiado pequeño y poco funcional para las compañías turísticas. Lo ideal según la opinión de los guías entrevistados fue de 6 buzos a máximo 8 buzos. Es importante hacer notar que, durante las visitas con las distintas compañías, en ocasiones se presencié la realización de grupos de buceo de 10 o más participantes y en la mayoría de estas ocasiones surgieron problemas para los guías de buceo, con respecto al control del grupo y en algunas ocasiones hubo buzos perdidos. Lo recomendable, es establecer un numero consensado entre los guías de buceo y que este no exceda los valores ya establecidos en la Norma oficial mexicana de buceo autónomo (NOM-TUR-012 2016).

Para efectos de manejo, se propone que los siguientes criterios sean tomados en cuenta para la generación de medidas de regulación del buceo autónomo y el uso del arrecife, con el objeto de reducir los niveles de daño antropogénico causados por los buzos sobre las especies marinas de interés: (1) limitar el número total de los buzos por sitio, (2) transferir los buceadores que se encuentren bajo entrenamiento y de inmersiones introductorias de los arrecifes frágiles a los sistemas dominados por canales de arenales y con menor densidad de formas frágiles vulnerables al daño por fragmentación, (3) exigir que antes de cualquier inmersión dentro del Parque Nacional, se dé una breve charla a los buzos sobre la importancia ambiental de la localidad, donde se haga hincapié en la fragilidad potencial del sitio en el que se realizará la inmersión y la sensibilidad de los organismos marinos que habitan en él, así como brindar informes sobre las reglas de conducta durante las actividades de turismo recreativo en el ANP y (4) la incorporación de sesiones obligatorias sobre cómo comportarse en el entorno natural de las ANP dentro de los cursos para la certificación de los guías naturalistas a cargo de las inmersiones. Este último se considera de vital importancia para el fomento de las buenas prácticas de buceo. La aplicación de un plan de gestión y la incorporación de los elementos antes mencionados pueden ser una buena estrategia de manejo para ambos Parques Nacionales, para evitar una disminución sustancial de la diversidad relacionada con el estrés inducido por el turismo en estas localidades que son de importancia económica y ecológica, y de la cual depende el capital social de la gente que labora en la industria del buceo autónomo.

#### *Afluencia turística anual*

El turismo de buceo en los Parques Nacionales Cabo Pulmo y Revillagigedo está compuesto, tanto por buzos nacionales como internacionales, que disfrutan de actividades recreacionales dentro de ambas ANP. Durante el año 2015, el PNCP recibió la visita de 5,941 visitantes que realizaron actividades de buceo autónomo. Por su parte en el PNR la oferta turística potencial en 2015 fue de 14,964 visitantes. El análisis de la información por localidad y las observaciones realizadas en campo durante las visitas al ANP, permitió evidenciar que el uso de

los sitios de buceo en ambos Parques Nacionales no se está realizando de manera proporcional, esto es, el buceo autónomo se concentra en una ciertas zonas específicas de cada ANP (sitios ubicados al centro–norte del PNCP; Roca Partida y El Boiler en Isla San Benedicto para el PNR).

#### Parque Nacional Cabo Pulmo

La afluencia turística registrada durante 2015 (5,941 buceo autónomo) muestra que, el buceo está más concentrado en octubre y noviembre (que coincide con los tiempos de mayor transparencia del agua), mientras que en la época de invierno, diciembre y enero tuvieron el menor número de visitantes posiblemente como consecuencia de los vientos del norte que se presentan en esa temporada y restringen la navegación y actividades turísticas. Por otro lado, la distribución de los visitantes en los sitios no es proporcional, ya que hay sitios más utilizados o demandados que otros, propiciando posibles escenarios de aglomeración en algunas localidades, lo que podría afectar el efectivo manejo del PNCP.

El buceo autónomo se encuentra concentrado en la parte norte del Parque Nacional (El Bajo, El Cantil, El Vencedor y Los Morros), estas zonas se caracterizan por profundidades mayores a los 9 m, por tener alta diversidad y abundancia de especies arrecifales y donde se concentran los peces de mayor tamaño (Alvarez Filip *et al.*, 2006). Por ejemplo, el sitio El Vencedor, donde se encuentra “un pecio”, el alto número de visitantes que presenta puede ser atribuido a la frecuente presencia de tiburones toro *Carcharhinus leucas* en ese lugar (Aburto Oropeza *et al.*, 2011), dicho fenómeno ha atraído a una gran cantidad de buzos con predilección por estos animales (Reyes Bonilla *et al.*, 2014), por lo que se podría esperar en el futuro un incremento de turistas a este sitio, sí la tendencia de avistar tiburones toro continua de manera constante.

#### Parque Nacional Revillagigedo

En ese mismo sentido, es importante resaltar que parte de realizar un estudio sobre la capacidad de carga y los límites de cambio aceptable para el buceo en el Parque Nacional Revillagigedo, es obtener datos que nos sirva para plantear y mejorar las estrategias de manejo dentro del archipiélago, si la afluencia

turística aumenta como consecuencia de la creciente popularidad del destino turístico. El análisis realizado a los calendarios de visitas muestra que el número potencial de buzos visitantes en la temporada 2015 fue de 14,964 buzos/temporada. Es importante resaltar que, el escenario actual no es este exactamente, pues sabemos que los operadores de buceo en la actualidad no venden el total de sus fechas, pero es un buen indicativo para señalar cuántos y cuáles son los barcos con permiso existente y cuál es el escenario posible a presentarse si se continúan emitiendo autorizaciones a nuevos barcos.

Es de vital importancia que los manejadores del PNR tomen con mucha cautela la cifra calculada de 14,964 buzos/año, pues como ya se mencionó existen otras compañías que ya cuentan con un permiso, sin embargo se desconoce cuál es la capacidad de sus barcos y el número de viajes que realizarán al PNR. Es probable que en el momento que estas compañías comiencen a utilizar el permiso del cual ya son acreedoras, la cifra de 14,964 buzos/años aumente significativamente.

#### *Perfil y Satisfacción del Visitante*

El resultado de entrevistar a visitantes durante el periodo de estudio en los Parques Nacionales Cabo Pulmo y Revillagigedo, nos permitió tener una visión sobre la demografía, el pensamiento y satisfacción de los buzos turísticos con respecto a los servicios obtenidos y el ecosistema visitado.

Se demostró que ambas ANP son destinos internacionales, ya que en su mayoría, los visitantes encuestados provenían de otros países, este hecho puede estar relacionado al alto costo de los viajes ofertados por los tour operadores, el cual puede variar de 3,500 USD a 15,000 USD para el caso del PNR, tales precios dejan a la actividad fuera del alcance económico de la gran mayoría de los nacionales y otros posibles buzos latinoamericanos, en el caso del PNCP la actividad de buceo autónomo es más accesible, pero lo remoto del Parque Nacional, incrementa el costo de traslado, hospedaje y alimentación necesarios para poder visitar el Parque Nacional. Con lo anterior, se demuestra que el buceo turístico en el PNR y en el PNCP está dejando una importante derrama económica para el país, dado que los turistas extranjeros gastan sumas más elevadas en

transporte, hospedaje y alimentación durante sus viajes, que los visitantes nacionales (Ruíz, 2015).

Al describir el “perfil tipo del visitante” con los datos recabados para ambas ANP, de manera general podemos ver que en su mayoría son hombres de edad adulta (40 a 60 años) los que más participan de estos safaris de buceo y no es de extrañar que sea así, volviendo al ejemplo del costo de viaje, es más probable que esta categoría que cuenta con una economía estable, sean los que puedan costear precios elevados. Por el contrario, el turismo de buceo representado por los jóvenes que visitan destinos en la costa buscan precios más accesibles (Lucrezi *et al.*, 2013); en general son buzos experimentados, ya que cuentan con certificaciones de nivel avanzado o superior con entrenamiento de técnicas especializadas de buceo, quienes además son conscientes de la fragilidad del ecosistema en donde están y mostraron preocupación por la preservación del mismo.

El pensamiento generalizado de los visitantes para ambos Parques Nacionales fue el de un ecosistema saludable, donde el principal atractivo para los buzos, es poder ver en conjunto especies tanto pelágicas (tiburones, mantas y mamíferos marinos), como especies arrecifales (corales), cosa que es casi imposible de ver en cualquier otro sitio del mundo; por lo cual, la mayoría de los visitantes está deseoso de volver a visitar estos destinos y por supuesto, se encuentran dispuestos a recomendar a otros buzos que visiten el Parque Nacional Cabo Pulmo y el Parque Nacional Revillagigedo.

Sin embargo, aunque la mayoría de las opiniones sobre ambos Parques Nacionales son favorables, los encuestados opinaron que el número actual de buzos se encuentra en “la cantidad justa”. Este último descubrimiento debe ser usado para crear estrategias de manejo que contemplen la mitigación de los impactos negativos en la opinión de los buzos visitantes como consecuencia de la aglomeración de barcos en los sitios de buceo, derivado de una expedición ilimitada de autorizaciones que permitan incrementar de manera desmedida el uso turístico, afectas de manera negativa a las especies de interés y disminuir la calidad de la experiencia para los visitantes.

Se recomienda que para poder tomar decisiones efectivas de manejo con respecto al desarrollo de las actividades turísticas de buceo autónomo en el PNCP y en el PNR, se adecuen los números de autorizaciones emitidas cada temporada a las necesidades de la actividad turística (esto puede ser por medio de reuniones con los manejadores del PNR, los operadores de buceo y los investigadores), y que además se frene la expedición de nuevos permisos como un principio precautorio que salvaguarde y asegure la protección del ANP.

Al respecto, sobre el papel que juegan las compañías turísticas en las medidas de conservación de ambos Parques Nacionales, las observaciones realizadas permitieron notar que están comprometidas con el desarrollo de actividades de buceo de mínimo impacto, de las respuestas dadas por los encuestados al respecto, las opiniones fueron en su mayoría que los guías realizan charlas de sensibilización para los visitantes y que desde el momento de realizar sus reservas para el viaje, reciben información sobre las reglas de conducta y detalles relevantes del ANP, lo cual tiene una repercusión positiva en un comportamiento de menor impacto antropogénico sobre las especies de interés (mantas, tiburones y mamíferos marinos) durante el desarrollo de las actividades de buceo turístico.

#### *Capacidad de Carga de Buceo autónomo en el Parque Nacional Cabo Pulmo y el Parque Nacional Revillagigedo*

El buceo recreativo es una división de rápido crecimiento en la industria turística Internacional y Nacional (Santander y Propin, 2009). Como los arrecifes se han vuelto más accesibles y con mejores instalaciones cercanas para los visitantes, el número de personas que bucean en este ecosistema potencialmente frágil ha aumentado de manera exponencial (Hawkins y Roberts, 1993a). Según Harriot *et al.*, (1997), PADI (Professional Association of Diving Instructors), el mayor organismo mundial de entrenamiento de buceo, reconoce un aumento en las certificaciones internacionales de buceo de 10,000 para el año 1967 a más de 10 millones en 2016. Hasta hace poco, el turismo de buceo se pensó como una actividad totalmente compatible con el uso sostenible de los recursos marinos, en oposición a las actividades extractivas, como la pesca, la minería y la construcción

de instalaciones turísticas, ya que aporta beneficios económicos para las comunidades locales donde se realiza y pueden ayudar a proteger la vida marina, proporcionando un incentivo para su conservación (César *et al.*, 1997). A pesar de los cuantiosos beneficios económicos generados por el buceo autónomo en ANP, existen variados estudios que documentan como el turismo de buceo excesivo que sobrepasa el umbral de la capacidad de carga causa daño significativo a los ecosistemas marinos como los arrecifes coralinos (Hawkins y Roberts, 1992; 1993; Harriot *et al.*, 1997; Medio *et al.*, 1997; Roupheal & Inglis, 1997; Zakai & Chadwick-Furman, 2002).

Hoy en día, la degradación de los recursos naturales que brindan servicios ecosistémicos de recreación, que puede ser atribuible a la presión ejercida por el buceo autónomo en Áreas Naturales Protegidas, se ha convertido en una preocupación generalizada y es necesario evaluar adecuadamente los efectos negativos del uso turístico y establecer indicadores de los límites de capacidad de carga turística con la finalidad de apoyar estrategias de gestión eficaces para los Parques Nacionales Cabo Pulmo y Revillagigedo. Es por esto que, la metodología utilizada en esta investigación para la determinación de Capacidad de Carga de buceo turístico en ambas ANP, mantiene un enfoque diferente, que representa una visión multidisciplinaria del problema a resolver (la designación de cuotas de visitantes por sitio de buceo y en total para cada Parque Nacional), utilizando aspectos biológicos, sociales y de manejo para su determinación (CITA).

Como resultado de la aplicación del modelo de Capacidad de Carga para ambas ANP obtuvimos que, el número promedio de buzos que pueden soportar los arrecifes del Parque Nacional Cabo Pulmo fue de 16,683 buzos/sitio/año. En cuanto al Parque Nacional Revillagigedo la cuota establecida por el modelo de CC fue de 44,343.38 buzos/sitio al año. Estas cantidades son 2.5 (PNCP) y 7 (PNR) veces superior, al valor de 6000 buzos por sitio propuesto como medida precautoria para otras AMP's alrededor del mundo (Hawkins y Roberts, 1997; Dixon *et al.*, 1993; Zakai y Chadwick-Furman, 2002; Sousa *et al.*, 2006).

Esta diferencia entre la Capacidad de Carga obtenida en este estudio y el valor calculado como medida precautoria en otras AMP's, posiblemente se deba a

la metodología de cálculo utilizada aquí, ya que ésta involucra aspectos del medio físico, biológico y del medio social que muchos de estos trabajos no incluyen, pues basan sus estimaciones en la relación daño/nivel de uso, además que muchos de ellos no diferencian entre el daño natural y el ocasionado por la actividad.

Teniendo en cuenta el valor calculado de 9,438 buzos/sitio/año en el PNCP y la cantidad de visitantes registrada durante el periodo de 2015 que fue de 5,941 buzos/ANP/año/, así como los 44,343.38 buzos/sitio al año en el PNR y la cantidad de visitantes potenciales calculados a partir de la capacidad en cada embarcación y el número de viajes reportados durante 2015 que fue de 14,964 buzos/ANP/año, podemos decir que el nivel de uso por practicantes de buceo tanto en el PNCP como en el PNR, no es considerado una amenaza para la prevalencia de los recursos naturales. Sin embargo, el análisis sobre la cantidad de visitantes que realizaron buceo autónomo durante el pico turístico o en ciertas localidades refleja una realidad diferente. En el caso de Cabo Pulmo durante el pico turístico (Octubre) la localidad más visitada “El Bajo”, nos permite observar que el valor capacidad de carga de 465/buceos/mes, es casi excedido por el número de inmersiones realizadas durante ese mes en 2015 (434 buceos/octubre 2015). En cuanto al Parque Nacional Revillagigedo la localidad de Roca Partida tiene una capacidad de carga mensual de 240 buceos/mes y está siendo rebasada con un total de 600 buceos/enero de 2015. Por lo tanto, sin importar que el número general de la capacidad de carga en ambas ANP este lejano a llegar a su límite y en consecuencia, a que desde el análisis puntual se demuestra un problema de aglomeración de buceadores en ciertas localidades específicas se recomienda que, con la finalidad de garantizar la viabilidad a largo plazo de los recursos naturales en cuestión, es importante que el uso turístico se mantenga por debajo de los niveles perjudiciales antes propuestos. Se sabe que cuando la proporción de practicantes de buceo está por debajo de la capacidad de carga de un sitio, el daño ocurrido en los recursos naturales es mínimo, pero, si esta proporción se encuentra por encima de la capacidad de carga, la ocurrencia del daño a especies como el coral puede aumentar en gran medida (Chadwick-Furman, 1997). Al parecer, la capacidad de carga de buzos en ANP depende de

una combinación de factores que varían entre los sitios, como la presencia y proporción de organismos con ciertos tipos de formas vulnerables; a la sensibilidad de las especies a la presencia humana; al nivel de formación de los buceadores que practican la actividad recreacional en la localidad y la presencia de otros factores de estrés antropogénicos, como la contaminación por hidrocarburos o el daño por anclaje (Hawkins y Roberts, 1997; Roupheal y Inglis, 1997; Schleyer y Tomalin, 2000). Sin embargo, es importante señalar que el uso de las ANP debajo o dentro del rango de umbral de capacidad de carga, no implica la sostenibilidad económica de la actividad. De manera positiva para ambos Parques Nacionales, los ingresos generados por los gastos de los turistas en las actividades de buceo autónomo retribuyen generosas divisas que son base de la economía local tanto de nacionales como extranjeros (CITA).

No debemos olvidar que una característica importante del ecoturismo dentro de un ANP, es que el ingreso generado por las visitas de los turistas se utilice para mejorar los recursos naturales que en un principio atrajeron a los turistas (Kangas *et al.*, 1995). Desafortunadamente, en países como México los ingresos generados por el turismo de buceo no son efectivamente utilizados para la conservación de sus recursos. Los funcionarios de gobierno del Servicio de Administración Tributaria (SAT) no destinan dichas divisas a realizar mejoras en la supervisión del impacto de la actividad recreacional en el ecosistema arrecifal. Situaciones similares se han descrito para los arrecifes de coral en Indonesia (Cesar *et al.*, 1997) y Sri Lanka (Berg *et al.*, 1998). Los aspectos económicos que derivan de las actividades de buceo autónomo en Cabo Pulmo y Revillagigedo requieren más estudios y un mayor esfuerzo para evaluar las compensaciones entre el daño ambiental y los beneficios económicos recibidos

#### Límite de cambio aceptable

El límite de cambio aceptable (LCA) es una herramienta que nos ayuda a evaluar los valores numéricos obtenidos del modelo de capacidad de carga (CC), desde la siguiente óptica: ¿Qué cambios estamos dispuestos a aceptar? Y ¿Qué cambios se pueden permitir que ocurran?; ambas preguntas son de gran

relevancia cuando se analiza la pertinencia de utilizar estas metodologías como estrategia de manejo, que ayuden a enfrentar los efectos derivados del uso turístico en Áreas Naturales Protegidas.

Para el caso particular del buceo autónomo en los Parques Nacionales Revillagigedo y Cabo Pulmo, se diseñó un sistema de monitoreo para los LCA que permite detectar cambios en tres aspectos: 1) indicadores de cambios biofísicos (pérdida de especies clave, modificación en el comportamiento de especies focales, destrucción del entorno físico submarino); 2) indicadores de cambios en el nivel de satisfacción del visitante (satisfacción con el destino visitado, sentimiento de aglomeración, retorno al ANP); 3) indicadores de cambios en el manejo del ANP (estado de la infraestructura, personal, presupuesto, número de permisos expedidos). Con base en estos tres aspectos, biofísicos, de satisfacción del visitante y de manejo es que, el sistema de monitoreo de LCA planteado ayudara a evaluar si los números propuestos por el modelo de capacidad de carga para cada sitio de buceo en los dos Parques Nacionales está funcionando de manera adecuada para el manejo de visitantes, sin poner en riesgo la prevalencia de los recursos naturales que brindan el servicio ecosistémico de recreación, ni entorpeciendo las acciones de manejo por un incremento desmedido de visitantes al ANP.

De manera paralela a la propuesta de los indicadores de LCA, se plantearon diferentes escenarios que podrían ocurrir dependiendo de cómo se dé el flujo de visitantes en cada Parque Nacional, por lo cual, se determinó la situación actual (línea base), un escenario deseado (Estándar Mínimo Aceptable “EMA”) que llevaría a cada uno de los indicadores a la condición deseada y uno o dos escenarios favorable y/o desfavorable (estándares mayores o menores al EMA). La propuesta de estos escenarios se da con el fin de elaborar una estrategia de manejo para actuar, en caso de que el indicador rebase o disminuya respecto al EMA. De este modo, mediante la propuesta consensuada de indicadores de LCA y el planteamiento de las estrategias de manejo pertinentes en cada tipo de escenario previsto es que, la metodología de LCA evalúa y trabaja en

colaboración con el modelo de capacidad de carga en las acciones de manejo de visitantes en Áreas Naturales Protegidas.

Sin embargo, para que el uso de ambas herramientas funciones (CC y LCA), será necesario mantener el sistema de monitoreo de manera constante (dependiendo del indicador del que se trate será la periodicidad asignada para el monitoreo: mensual, trimestral o anual) con el objetivo de contar con información que permita identificar de manera temprana, los efectos que el uso turístico conlleva sin confundirlos con los que de manera natural suceden en ambos Parques Nacionales (influencia por tormentas tropicales y Huracanes). Por ejemplo, para los indicadores del tipo biofísicos el monitoreo deberá realizarse al menos dos veces por año, con el objetivo de poder detectar posibles fluctuaciones en los parámetros biológicos medidos (% de cobertura de corales o incremento en el número de reacciones negativas de especies focales). Para los indicadores de satisfacción del visitante, se recomienda un análisis mensual de las encuestas a visitantes y de los volúmenes de afluencia por sitio, con la finalidad de detectar los incrementos de visitantes y como va cambiando su opinión del Parque Nacional a lo largo del año. Para los indicadores de manejo, se recomienda un análisis anual de las capacidades de manejo y de los recursos disponibles para tales fines

Tomando en cuenta lo anterior, la necesidad de mantener un sistema de monitoreo constante tanto para el Parque Nacional Cabo Pulmo, como para el Parque Nacional Revillagigedo comprende un reto económico y de vinculación interinstitucional supremo; principalmente por las modificaciones realizadas a la estructura del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF; conocido como presupuesto base cero) por parte de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SAT), las cuales disminuyeron el presupuesto público destinado al cuidado y la protección de las ANP (Chacón y Garduño, 2016). Los datos sobre el PEF de los años 2016 y 2017 muestran una reducción del 52% con relación al año anterior. Tal situación, pone de manifiesto la imperante necesidad de implementar estrategias de recaudo de recursos que subsanen los deficientes presupuestos otorgados. Una posible estrategia para lograr este fin sería formar un fideicomiso con dinero de donaciones de los visitantes, el estudio realizado por el Fondo de

Conservación Estratégica (CSF, 2016), demostró que los visitantes del Parque Nacional Cabo Pulmo estarían dispuestos a pagar una tarifa más alta, hasta 2.5 veces, para fortalecer el manejo del Parque, lo cual implicaría un aproximado de \$745,000 MXN ó \$41,000 USD adicionales por año. Esto ayudaría a mejorar las capacidades logísticas, humanas y económicas, para hacer frente a los retos que implica el manejo de visitantes dentro de ambas ANP. Conociendo la disponibilidad a pagar de los visitantes y teniendo en cuenta el crecimiento constante en el flujo de éstos en ambas ANP, el establecimiento de un programa de donaciones voluntarias independientes, podría ser una estrategia que beneficiaría a la recaudación de fondos destinados al manejo de ambos Parques Nacionales, los cuales podrían ser utilizados para financiar la vigilancia, combustible, embarcaciones y contratación de guardaparques.

Por otra parte, establecer algún tipo de cuota a pagar por los operadores turísticos como colaboración y fortalecimiento a las acciones de manejo del ANP proporcional al número de buceadores que lleven a realizar actividades sería pertinente; esto como una especie de impuesto como pago de los servicios ecosistémicos de los cuales se están beneficiando (servicio ecosistémico de recreación). Para ejemplificar el porqué de esta sugerencia, se analizaron los beneficios económicos generados por la actividad de buceo autónomo en el Parque Nacional Cabo Pulmo (número de visitantes x costo promedio del buceo autónomo= 5,941 buzos x \$130 USD= \$772,330USD) y se comparó con la cifra recaudada por pago de derechos de visitantes al Parque Nacional en el año 2015 (número de visitantes x precio de brazalete de acceso al ANP =\$62MXN pesos x 5,941 buzos= 368,342 MXN / \$23,195USD). Este simple ejercicio comparativo demuestra cuán redituable es la actividad de buceo autónomo en el Parque Nacional, pero de igual manera muestra que está dejando poco recurso como apoyo para la administración del PNCP.

Por lo tanto, si se lograra implementar cualquiera de estas sugerencias para el recaudo de recursos destinados a las acciones de manejo de ambos Parque Nacionales, sería viable el establecimiento de un monitoreo constante de los indicadores de LCA, que ayude a la toma de decisiones de manejo en tiempo y

forma, logrando evitar daños irreversibles en los recursos naturales que son objeto del interés turístico en ambos Parques Nacionales.

## CONCLUSIONES

Con base en lo expuesto se concluye que el uso turístico por actividades de buceo autónomo dentro del Parque Nacional Cabo Pulmo y el Parque Nacional Revillagigedo, se encuentra dentro de los límites de la capacidad de carga; sin embargo, el uso de los sitios de buceo no se está realizando de una manera proporcional, ocasionando que sitios como Roca Partida y El Boiler en el PNR; Los Morros, El Bajo, El Vencedor en el PNCP se encuentran bajo presión constante por aglomeración de barcos en algunas épocas, lo cual disminuye la calidad de la experiencia del visitante.

En cuanto al efecto de la presencia de buceadores sobre la fauna marina, hasta el momento no existen evidencias que demuestren un daño evidente o tangible ocasionado por la interacción de los buzos, que pudiera implicar una modificación del comportamiento de la mega fauna o pérdida de los componentes bentónicos.

Sobre las operaciones de buceo llevadas a cabo por los tour operadores en ambas ANP en algunas ocasiones no son realizadas de manera aceptable, por lo tanto, existen algunos aspectos que se pueden mejorar, mediante la toma de acuerdos entre los operadores turísticos, sobre la dinámica idónea para llevar a cabo las actividades de buceo en cada sitio y, con el objetivo de realizar la actividad turística de buceo recreativo de manera sustentable dentro de los Parques Nacionales

La opinión sobre el uso turístico por actividades de buceo de los visitantes al PNCP y el PNR fue de “aglomeración de embarcaciones” y “la cantidad justa de visitantes”, sin embargo, los buzos visitantes se encuentran satisfechos con la calidad del destino y con la presencia de especies de especies arrecifales y pelágicas.

Por todo lo anterior nuestra recomendación es que, para poder tomar decisiones funcionales de manejo, con respecto al desarrollo de las actividades turísticas de buceo autónomo en el PNCP y el PNR, se adecuen los números de autorizaciones vigentes, en función a las necesidades de la actividad turística, (esto puede ser por medio de reuniones con los manejadores del ANP, los tour

operadores y los investigadores) y que, además, se frene la expedición de nuevos permisos como un principio precautorio que salvaguarde y asegure la protección de ambos Parques Nacionales, así como asegure que la calidad de la experiencia sea la de un destino de alta calidad, donde sus visitantes se encuentran satisfechos y se muestran interesados en volver, como fue la opinión manifestada por los visitantes al Parque Nacional Cabo Pulmo y al Parque Nacional Revillagigedo durante el periodo de estudio.

Es de vital importancia, monitorear y actualizar de forma sistemática la CC conforme cambien las condiciones del arrecife, la probabilidad de contactos y la capacidad de manejo; así como realizar el monitoreo de los indicadores de Límite de Cambio Aceptable que ayuden con la obtención de información, tal como: monitorear el porcentaje de cobertura, diversidad y estructura de la comunidad en sitios con altos niveles de visitación. Conocer el efecto que tiene la educación de los buzos en la frecuencia de actividades que potencialmente dañan el arrecife. Detectar especies clave que ayuden a inferir daño en los corales específicamente derivado del buceo. Así como, Identificar los atributos de los sitios de buceo importantes para los turistas en la elección de su área para bucear.

Por lo tanto concluimos que el uso de la Capacidad de Carga para establecer estrategias de manejo en ANP, no es un factor “estático” si no, más bien “dinámico”, puesto que cambia en función de la dinámica particular del ecosistema y de la influencia de factores externos (antropogénicos o climáticos), así como, con respecto a la capacidad de manejo de las autoridades involucradas en la gestión del recurso, por lo cual, el Límite de cambio Aceptable se considerará una herramienta eficaz que hace mancuerna con la Capacidad de Carga, en el manejo de ecosistemas sensibles a la perturbación antropogénica y que son utilizados de manera turística. El éxito de la capacidad de carga y el límite de cambio aceptable como estrategia de manejo en áreas naturales protegidas depende del establecimiento de un monitoreo constante posterior a su determinación.

### *Perspectivas y recomendaciones de manejo.*

A medida que más personas descubren el Parque Nacional Cabo Pulmo y el Parque Nacional Revillagigedo, gracias a la gran publicidad de la que ha sido objeto en los últimos años, y como consecuencia de las múltiples campañas de conservación realizadas por distintas ONG'S para ambas ANP, la tarea para mantener los recursos de una manera sustentable, al tiempo que se brinda una grata experiencia a los visitantes y se aplican estrategias de gestión, se ha convertido en un reto para los directivos de ambos Parques Nacionales.

Como ya se mencionó anteriormente, los visitantes pueden causar efectos perjudiciales, por lo que los esfuerzos para vigilar y mantener estas áreas deben llevarse a cabo con el fin de lograr un equilibrio entre las necesidades humanas y ecológicas. Los administradores del recurso pueden sentirse abrumados por la responsabilidad de mantener sano el sitio, al tiempo que se proporciona experiencias de calidad a los turistas. Es difícil establecer un número grande con respecto a la capacidad de carga de las localidades, sin exponer el ecosistema al deterioro general y además intentar ponerlo en un contexto manejable. Gran parte de la gestión de recreación ha sido construido tradicionalmente alrededor del marco del concepto de capacidad de carga. La capacidad de carga tiene por objeto hacer frente a la cantidad y tipo de uso que un área puede sostener con el fin de mantener la salud ecológica mientras que proporciona oportunidades para experiencias gratificantes a los visitantes (Hof y Lime, 1997). Todos los principales recursos para la recreación en la actualidad requieren de estrategias de gestión con base en este concepto. A pesar de que la capacidad de carga es a veces difícil de alcanzar o conceptualizar, los administradores pueden proteger un ecosistema mediante el establecimiento de buenos indicadores y monitoreando los niveles de salud de un sistema, para posteriormente vigilar que no se produzcan impactos perjudiciales de manera excesiva sobre el recurso.

Complementariamente, para el establecimiento de estos límites, se debe considerar el requerimiento de localización del sitio de visita y el conocimiento técnico sobre la real y verdadera capacidad de soporte del número de turistas de buceo autónomo. Así como considerar que cada uno de los ecosistemas

representativos de cada sitio seleccionado, tiene una dinámica trófica natural, establecida y construida a través del tiempo, sobre la base de los procesos naturales característicos del área (Del Monte-Luna et al., 2004). De igual manera, esta distribución de carga turística por sitio de visita debe ser establecida en relación a las variaciones estacionales y/o espaciales sobre la composición de especies y su disponibilidad natural en base a los procesos bio-ecológicos de las especies residentes en el área (permanentes o temporales).

Por otro lado, se debe poseer pleno conocimiento sobre la estrategia de cómo se desarrollan las actividades durante las visitas, para lo cual se requiere de la implementación y seguimiento de un manual de procedimientos y/o normativas a ser cumplidos tanto por los operadores turísticos, guías, tripulación, como por los visitantes. Simultáneamente, se requiere el establecimiento de un plan de seguimiento o sistema de monitoreo de las actividades y los procesos que se presentan, enlazados con indicadores de tipo biofísicos (efectos del daño por fragmentación), bio-ecológicos (efecto buzo/organismos/sitios, reacción de los organismos), de manejo (cumplimiento de las normativas, comportamiento de los turistas) y sociales. Toda esta información debe guardarse en una base de datos, que debe ser procesada y analizada constantemente, para reforzar o cambiar las estrategias inicialmente planteadas.

El éxito de la actividad, tanto su operación como el manejo para mantener el equilibrio económico-ecológico-social del PNCP en el tiempo, depende de una serie de procesos. Uno de ellos, tal vez uno de los más básicos pero de mucha importancia, lo constituye la manera en la que se ofertan los servicios de buceo por parte de los operadores turísticos locales y las conductas de los guías que acompañan a los grupos de visitantes. Alternativas sobre el manejo de los turistas en la temporada turística anual (estación alta y estación baja) deben ser consideradas y presentadas como una especie de plan de contingencia. Así, se lograría satisfacer la necesidad de servicios por parte de los operadores y se estaría cumpliendo adecuadamente y contribuyendo con el uso y manejo racional de los recursos naturales de la Parque Nacional Cabo Pulmo.

Por otra parte, el establecimiento de un plan de monitoreo constante de los sitios de buceo autónomo es de vital importancia, ya que la validez sobre la cifra estimada de capacidad de carga depende directamente de la fluctuación de los indicadores de Límite de Cambio aceptable y no solo de la fluctuación turística.

Para poder lograrlo se recomienda:

- Crear un programa de subsidio secundario que aporte flujo monetario al presupuesto anual otorgado al ANP, en colaboración con otras agencias de gobierno, ONG'S o A.C.
- Crear un programa que permita recibir donaciones de los visitantes que tengan disponibilidad a pagar por la conservación del ANP
- Diseñar una estrategia de manejo que permita dirigir el flujo de visitantes de manera proporcional entre las localidades de ambos Parques Nacionales, evitando la aglomeración en localidades específicas durante los picos turísticos.
- Realizar mayores esfuerzos que permitan mejorar el sistema de acopio de datos, sobre el uso turístico por localidad y actividad dentro del ANP.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Abernethy, V.D. 2001. Carrying capacity: the tradition and policy implications of limits. Ethics in Science and Environmental Politics, 2001: 9-18.
- Álvarez Del Castillo, A. 2012. Capacidad de Carga de Buceo del Parque Nacional Cabo Pulmo. Tesis de maestría. La Paz, Baja California Sur, México CICIMAR. 94pp.
- Alvarez Borrego, S. y J. R. Lara Lara. (1991) The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. En: Dauphin and Simoneit., Editores, "The Gulf and Peninsula, Province of the Californias. America Asoc. of Petroleum Geologist, Memoria 47.". Proporcionar la editorial. pp 555-567 p.
- Alvarez-Filip, L., H. Reyes-Bonilla & L. E, Calderón-Aguilera. 2006. Community structure of fishes in Cabo Pulmo Reef, Gulf of California. Marine Ecology, 27: 253-262
- Anaya Reyna, G. 1993. "Conservación del arrecife coralino de Cabo Pulmo: avances sobre el proceso de planeación y propuesta de lineamientos de manejo". Tesis de Licenciatura. UABCS. La Paz, Baja California Sur, México, 100 pp.
- Anaya Reyna, G. y R. Riosmena. 1996. Macroalgas del arrecife coralino de Cabo Pulmo-Los Frailes, Baja California Sur, México. Revista Biología Tropical. 44:903-906.
- Anaya Reyna G. y O. Arizpe. 1998. Cabo Pulmo (BCS., Mexico), "The Northern most coral reef in the eastern Pacific Planning for a Marine National Park in Mexico". En: Munro y Willison (eds.). Linking Protected Areas with Working Landscapes Conserving Biodiversity. 231-237 p.
- Anónimo. 1995. Decreto por el que se declara Área Natural Protegida con el carácter Parque Marino Nacional, la zona conocida como Cabo Pulmo, ubicada frente a las costas del municipio de los Cabos, Baja California Sur. D.O.F. Tomo DI. No 5.
- Bak-R, P. M., and E. H. Meesters. 1998. Coral population structure: the hidden information of colony size-frequency distributions. Marine Ecology Progress Series, 162: 301–306.

- Bastida Zavala, J. R. 1991. "Previous list of the polychaetes (Annelida: Polychaeta) from Cabo Pulmo-Los Frailes reef, BC Sur". *Bull. Mar. Sci.* 48:54
- Berg-H, M., Ohman., S, Troeng., & Olof Linden. 1998. Environmental economics of coral reef destruction in Sri Lanka. *Ambio*, 27: 627-634.
- Bedolla, Y. 2007. Caracterización ecológica de la comunidad de macroinvertebrados marinos submareales rocosos del Archipiélago de Revillagigedo, México. Tesis de licenciatura. UABCS. La Paz, BCS, México. 121pp.
- Begon, M. Harper, J. Townsend. 2006. *Ecology: From individual to Ecosystems*. 4ta edición. Editorial Blackwell publishing. USA. 1148pp
- Brusca, R. C. Y D. A. Thomson. 1975. "Pulmo reef: the only coral reef in the Gulf of Cali- California". *Marine Science*. 1:37-53.
- Bezaury Creel, J. 2005. Protected areas and coastal and ocean management in Mexico. *Ocean and Coastal Management*, 11: 1016-1046.
- Cesar, H., G. C, Lundin., S. Bettencourt., & J, Dixon. 1997. Indonesian coral reefs- an economic analysis of a precious but threatened resource. *Ambio*, 26: 345-350.
- Chadwick-Furman, N.E. 1997. Effects of SCUBA diving on coral reef invertebrates En: the US Virgin Islands: implications for the management of diving tourism. *Proc. 6th Int. Coelen. Biol.* pp.91-100.
- Cifuentes, M., C.A.B, J-Mesquita., M, E-Méndez., N, Morales., D, Aguilar., M, Cancino., M, Gallo., C, Jolón., N, Ramírez., E, Ribeiro., E, Sandoval & M, Turcios. 1999. Capacidad de carga turística de las Áreas de Uso Público del Monumento Nacional el Guayabo, Costa Rica. WWF Centroamérica, Turrialba.
- Cintra-Buenrostro, C. E., H. Reyes-Bonilla y O. Arizpe-Covarrubias. 1998. Los equinodermos (Echinodermata) del arrecife de Cabo Pulmo, Pacífico de México. *Revista de Biología Tropical* 46:341-344.
- Cisneros- Montemayor, A. Barnes, Al- abdulrazzak, D. Navarro, E. Rashid, U. 2012. Global economic value of shark ecotourism: implications for conservation. *Fauna & Flora international*. 1-8.

- CNAP. 2006. Metodología para Capacidad de Carga de Visitantes en las Áreas Marinas Protegidas de Cuba. WWF, CNAP, SNAP, PNUD, GEF. 33pp.
- CONANP. 2004. Programa de conservación y manejo Reserva de la Biósfera Archipiélago de Revillagigedo. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas México. 207pp.
- CONANP. 2006. Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Cabo Pulmo. 128 pp. México.
- Cubero, P. Herron, P. González, F. 2011. Shark reactions to scuba divers in two marine protected areas of the Eastern Tropical Pacific. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*.21: 239–246.
- Del Monte-Luna, P., B, Brook., M, Zetina-Rejón & V. Cruz- Escalona. 2004. The carrying capacity of ecosystems. *Global Ecol. Biogeogr*, 13: 485-495.
- Dearden, P., M, Bennett & R, Rollins. 2006. Implications for coral reef conservation of diver specialization. *Environmental Conservation*, 33: 353-363.
- Di Franco, A. Balata. P, Milazzo, M. 2013. Effects of recreational scuba diving on Mediterranean fishes: evidence of involuntary feeding. *Mediterranean Marine Science*. 4(1): 15-18.
- Dixon, J. A., L, Fallon-Scura., & T, van't Hof. 1993. Meeting ecological and economic goals-marine parks in the Caribbean. *Ambio*, 22: 117-125.
- Espinoza, M. y Salas, E. 2005. Estructura de las comunidades de peces de arrecife en las Islas Catalinas y Playa Ocotal, Pacífico Norte de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 53 (3-4): 523-536.
- Fourrier, M. 2012. Comparación de la estructura del ensamblaje de peces entre islas oceánicas del pacífico oriental tropical: el Archipiélago de Revillagigedo y el atolón de Clipperton. Tesis de licenciatura. UABCS. La Paz B.C.S, México 136pp.
- Gallo, F., A, Martínez & J. I, Ríos. 2001. Capacidad de carga de visitantes en áreas de buceo de San Andrés Isla, Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira. 7 pp

- García-Madriral, M.S. 1999. Anomuros (Anomura) del arrecife de Cabo Pulmo-Los Frailes y alrededores, Golfo de California. *Revista de Biología Tropical* 47(4): 923-928.
- García-Madriral, M.S. & J.R. Bastida-Zavala. 1999. Cangrejos braquiuros (Brachyura) del arrecife de Cabo Pulmo-Los Frailes y alrededores, Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical* 47(1-2): 123-132.
- García, N. 2008. Tiburones: conservación, pesca y comercio internacional. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 236.
- González, F. Cubero-Pardo, P. 2010. Efecto de actividades turísticas sobre el comportamiento de fauna representativa de las Islas Galápagos, Ecuador. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 38(3): 493-500
- Gratwicke, B. y Speight, M. 2005. Effects of habitat complexity on Caribbean marine fish assemblages. *Marine Ecology Progress Series.* 292: 301-310.
- Glynn, P.W. y I. G. Mc. Intyre. 1977. "Growth rate and age of coral reefs on the Pacific Coast of Panama". *Proc. 3rd. Int. Symp. Coral Reefs, Miami* 2:251-259.
- Glynn, P.W. 1988. "El Niño-southern oscillation 1982-1983: nearshore population, community and ecosystem responses". *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 19: 309-345.
- Green, E., Donnelly R. (2003) Recreational SCUBA diving in Caribbean marine protected areas: Do users pay? *Ambios* 32, 140–144.
- HARRIOT, V. y BANKS, S. (1997) «Recreational Diving and its Impact in Marine Protected Areas in Eastern Australia. *Ambio*, (26)3, pp. 173-179.
- Hawkins, J. P., & C. M, Roberts. 1997. Estimating the carrying capacity of coral reefs for scuba diving. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, 2: 1923-1926.
- HAWKINS, J. P. y ROBERTS, C. M. (1992) «Effects of recreational SCUBA diving on fore-foot slope communities of coral reefs». *Biological Conservation.* 62, pp. 171-178.
- HAWKINS, J. P. y ROBERTS, C. M. (1993a) «Can Egypt's coral reefs support ambitious plans for diving tourism?» en *Proceedings of the 7th International*

- Coral Reef Symposium, Vol. 2, pp. 1007-1013. University of Guam Press. Guam.
- HAWKINS, J. P. y ROBERTS, C. M. (1993b) «Effects of recreational diving on coral reefs. Trampling of reef-flat communities». *Journal of Applied Ecology*, 30, pp. 25-30.
- Hawkins, J. P., C. M, Roberts., T, van't Hof., K, de Meyer., J, Tratalos., & C, Aldam. 1999. Effects of recreational SCUBA diving on Caribbean coral and fish communities. *Conservation Biology*, 13: 888-897.
- Helfman, G. Collette, B. Facey, D y Bowen, B. 2009. *The diversity of fishes. Biology, Evolution, and Ecology*. 737pp.
- Hof, M., & D.W, Lime. 1997. Visitor Experience and Resource Protection framework in the National Park System: Rationale, current
- Inglis, G. J., Johnson, V. I., & Ponte, F. (1999). Crowding norms in marine settings: A case study of snorkeling on the Great Barrier Reef. *Environmental Management*, 24, 369–381.
- Jameson, S., M, Ammar., E, Saadalla., H, Mostafa., & B, Riegl .1999. A coral damage index and its application to dive sites in the Egyptian Red Sea. *Coral Reefs*, 18: 333-33
- Kanagas, P., M, Shave., & P, Shave. 1995. Economics of an ecotourism operation in Belize. *Environmental Management* 19: 669-673.
- Kerstitsch, A. 1989. *Sea of Cortez marine invertebrates. A guide for the Pacific coast Mexico to Ecuador*. Sea Challengers. Monterrey, CA., pp: 108-109
- Ketchum, J y Reyes-Bonilla. 1997. Biogeography of hermatypic corals of the Archipiélago Revillagigedo, México. 8th International Coral Reef Symposium 1:471-476.
- Ketchum, J. Klimley, A. Hoyos-Padilla, M. Galvan, F. Hearn, A. 2009. Conservación de tiburones del Archipiélago de Revillagigedo: ¿último refugio en el Pacífico mexicano?. Encuentro Nacional para la Conservación y Desarrollo Sustentable de las Islas de México, Ensenada, B.C.CICIMAR.
- Knowlton, N. 2001. "The future of coral reefs" en Proceedings of the National

- Academy of Sciences of the United States. (98)10, pp. 5419-5425.
- Liddle, M. & A. Kay. 1987. Resistance, survival, and recovery of trampled corals on The Great Barrier Reef. Biological Conservation 42: 1-18.
- Lirman, D., P. W Glynn., A. C Baker., & G. E. Leyte-Morales. 2001. Combined effects of three sequential storms on the Huatulco coral reef tract, México. Bull. Mar. Sci., 69: 267–278.
- López-Pérez RA, Mora-Pérez MG, Leyte-Morales GE (2007) Coral (Anthozoa: Scleractinia) recruitment at Bahías de Huatulco, Western México: Implications for coral community structure and dynamics. Pac Sci 61 (3): 355-369
- Lucrezi, S. Saayman, Van der Merwe M. P. 2013. Managing diving impacts on reef ecosystems: Analysis of putative influences of motivations, marine life preferences and experience on divers' environmental perceptions. Ocean & Coastal Management. 76: 52-63.
- Marshall, P. A. 2000. Skeletal damage in reef corals: relating resistance to colony morphology. Marine Ecology Progress Series, 200:177–189.
- Martínez Olgúin, E., L. Segura Vernis y O.C. Arizpe. 1992. Los foraminíferos recientes del único arrecife coralino del Golfo de California. Resumen del IV Congreso de la Asociación de Investigadores de Mar de Cortés. U.A.B.C.S/ I.I.B. Ensenada. 62 pp.
- McField, M., & P, Kramer. 2007. Healthy reefs for healthy people. Smithsonian Press, Washington. 228 pp
- Medina-Rosas P, Carriquiry JD, Cupul-Magaña, AL (2005) Reclutamiento de Porites (Scleractinia) sobre sustrato artificial en arrecifes afectados por el Niño 1997-98 en Bahía Banderas, Pacífico Mexicano. Cien. Mar. 31 (1A): 103-109
- Medio, D., Ormond, R. F. G., & Pearson, B. (1997). Effects to corals by scuba divers. Australian Institute of Marine Science. Biological Conservation, 79(1), 91–95.

- Meesters, E., M, Noordeloos., & R, Bak. 1994. Damage and regeneration: links to growth in the reef-building coral *Montastrea annularis*. Mar.Ecol.Prog.Ser., 112: 119-128.
- MPA STAFF. 2004. Assessing the Carrying Capacity of MPAs: How Many Visitors Can Your MPA Hold? MPA News, 6(2): 1-4.
- NOOA. 2011. <http://www.nodc.noaa.gov/OC5/SELECT/woaselect/woaselect.html>.  
Disponible 29/04/16.
- Ortega-Rubio, A y Castellanos, A. 1994. Características generales. Pp.19-29. En: Ortega-Rubio A. y A. Castellanos-Vera (Eds.). *La isla Socorro, Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz. 359p.
- Pomeroy, R.S., J.E. Parks., & L.M. Watson. 2004. How is your MPA doing? A guide book of natural and social indicators for evaluating marine protected area management effectiveness. International Union for Conservation of Nature, Glandand Cambridge.
- Pondella, D. Gintert, B. Cobb, J y Allen, L. 2005. Biogeography of the nearshore rocky-reef fishes at the southern and Baja California islands. *Journal of Biogeography* 32: 187–201.
- Ramirez Coredero, Clemente Alejandro. 2008. Uso ecoturístico y capacidad de carga de buceo en las Islas Marietas y Los Arcos, Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México. Licenciado en Biología. CUCBA. Universidad de Guadalajara. 94 p.
- Ramírez, G. 2010. Estructura comunitaria comparativa de los erizos de mar (echinoidea: regularia) en arrecifes del pacífico mexicano. Tesis de licenciatura. UABCS. La Paz B.C.S, México. 89pp.
- Reyes Bonilla H. 1993a. Biogeografía y ecología de los corales hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico de México. En: Salazar-Vallejo I. S., & N. E. González (Eds.), Biodiversidad marina y Costera de México (pp. 207-222). México: Comisión Nacional de Biodiversidad/Centro de Investigaciones de Quintana Roo.

- Reyes Bonilla H. 1993b. Estructura de la comunidad, influencia de la depredación y biología poblacional de corales hermatípicos en el arrecife de Cabo Pulmo, Baja California Sur. Tesis Maestría, CICESE, Ensenada, B.C.
- Reyes Bonilla, H., F. Sinsal Duarte y O. C. Arizpe Covarrubias. 1997. Gorgonias y corales pétreos (Anthozoa: Gorgonacea y Scleractinia) de Cabo Pulmo, México. *Rev. Biol. Trop.* 45(4): 1439-1443
- Reyes-Bonilla, H. y L. E. Calderón-Aguilera. 1999. Population density, distribution and consumption rates of three corallivores at Cabo Pulmo Reef, Gulf of California, Mexico. Marine Ecology Progress Series, 20: 3-4.
- Reyes-Bonilla H, Calderón-Aguilera LE (1994) Parámetros poblacionales de *P. panamensis* (Anthozoa: Scleractinia) en el arrecife de Cabo Pulmo, México. *Rev Biol Trop* 42:121-128
- Reyes-Bonilla H, Carriquiry JD, Leyte-Morales GE, Cupul-Magaña AL (2002) Effects of the El Niño-Southern Oscillation and the anti-El Niño event (1997-1999) on coral reefs of the western coast of Mexico. *Coral Reefs* 21:368-372
- Reyes-Bonilla, H. Álvarez- Del Castillo. A, Cupúl. A. González, P. Loreto, R. Narro, C. Torrejón, N. Vázquez, L.. 2012. Evaluación de la capacidad de carga para buceo en Áreas Naturales Protegidas del Mar Caribe y el Golfo de California, México. *Medio Ambiente y Política Turística*.150- 162.
- Rielg, B., & A. P, Cook. 1995. Is damage susceptibility linked to coral community structure? A case study from South Africa. *Beitrage zur Palaontologie*, 20: 65-73.
- Ríos, E. Galván, C. Rodríguez, F. López, E. Muñoz, V. 2013. The Tourism Carrying Capacity of Underwater Trails in Isabel Island National Park, Mexico. *Environmental Management*. 51: 4. 13pp.
- Robinson, J. y A. A. Thomson. 1992. Status of the Pulmo Coral Reefs in the lower Gulf of California. *Environ. Conserv.* 19: 261-264
- Robertson, D y Allen, G. 2003. Shorefishes of the tropical eastern Pacific: An ecosistema de Puntos Carrizales, Colima, México Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima México. 114pp.

- Rogers, C. S. 1990. Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. Mar.Ecol. Prog., Ser. 62: 185-202.
- Rouphael, A. B., & J. G, Inglis. 1997. Impacts of recreational SCUBA diving at sites with different reef topographies. Biological Conservation, 82: 329-336.
- Ruíz, A. 2015. Estimación del valor económico total y catálogo de foto identificación de la manta gigante (*manta birostris* walbaum, 1792) en el Archipiélago Revillagigedo. Tesis de licenciatura. UABCS. 55pp.
- Salm, R. V. 1985. Integrating marine conservation and tourism. Intl. J .Env. Stud. 25: 229-238
- Salm, R. V. 1986. Coral reefs and tourist carrying capacities: the Indian Ocean Experience. UNEP Ind. Environ, 9: 11-14
- Santander, L. C., & E. Propin. 2009. "Impacto ambiental del turismo de buceo en arrecifes de coral". Cuadernos de Turismo 24. Universidad de Murcia. Murcia, España. pp. 207-227. pp. 275-279.
- Schleyer, M. H., & B. J, Tomalin. 2000. Damage on South Africa coral reefs and assessment of their sustainable diving capacity using a fisheries approach. Bulletin of Marine Science, 67: 1025-1042.
- Scura, L. F., T. van't Hof. 1993. The Ecology and Economics of Bonaire Marine Park. The World Bank Environment Department Divisional Paper No. 1993-44, 48 p.
- Serour, R. K. 2004. An environmental economic assessment of the impacts of recreational scuba diving on coral reef systems in Hurghada, the Red Sea, Egypt. MS Thesis, Department of Biological Resources Engineering, University of Maryland, College Park. 63 pp
- Silva, J. 1997. Propuesta para mitigar los efectos del buceo recreativo en la Bahía de La Paz. Tesis de Licenciatura. UABCS. 56pp.
- Souza-Melo, R., M. C, Crispim., E, Rodriguez-Viana de Lima., & A. Kioharu-Nishida. 2006. Estimativa da capacidade de carga recreativa dos ambientes recifais da Praia do Seixas (Paraíba-Brasil). Turismo – Visão e Ação, 8(3): 411-422.

- Squires, D.F. 1959. Results of the Puritan American Museum of Natural History Expedition to Western Mexico. 7.7. Coral and coral reefs in the Gulf of California. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 118(7): 367- 432
- Tratalos, J.A., & T.J. Austin (2001). Impacts of recreational SCUBA diving on coral communities of the Caribbean island of Grand Cayman. *Biological Conservation* 102: 67-75.
- Van Treeck, P., & M, Eisinger., 2008. Diverting pressure from coral reefs: Underwater Parks as a Means of Integrating Development and Reef Conservation. Chapter 8. En: B. Garrod and S. Gössling (Eds.) *New Frontiers in Marine Tourism: Diving Experiences, Sustainability, Management*. Elsevier. Amsterdam.
- Veron, J. E.N. 2000. *Corals of the World*. Australian Institute of Marine Science, Townsville.
- Villareal Cavazos, A., H. Reyes Bonilla., B. Bermúdez Almada y O. Arizpe Covarrubias. 2000. Los peces del arrecife de Cabo Pulmo, Golfo de California, México: Lista sistemática y aspectos de abundancia y biogeografía. *Rev. Biol. Trop.* 48(2/3): 413-424
- Vine, P. J. 1974. Effects of algal grazing and aggressive behavior of the fishes *Pomacentrus lividus* and *Acanthurus* shoal on coral-reef ecology. *Mar. Biol.* 24: 131-136.
- Walters, M y Samways, R.2001. Sustainable dive ecotourism on a South African coral reef. *Biodiversity Conservation.* 10: 2167-2179.
- Wielgus, J., N. E, Chadwick-Furman., N, Zeitouni., M, Shechter. 2003. Effects of coral reef attribute damage on recreational welfare. *Mar Resour Econ*, 18: 225–237.
- Worachananatan, S. Carter, R. Hockings, M. Reopanichkul, P. 2008. Managing the Impacts of SCUBA Divers on Thailand's Coral Reefs. *Journal of Sustainable Tourism.*16(6): 645-663.

Zakai, D., O, Levy., & N. E, Chadwick-Furman 2000. Experimental fragmentation reduces sexual reproductive output by the reef building coral *Pocillopora damicornis*. Coral Reefs,19: 185-188.

Zakai, D., & N. E, Chadwick-Furman. 2002. Impact of intensive recreational diving on reef corals at Eliat, northern Red Sea. Biological Conservation, 105: 179-187.

ANEXO

SITE / LUGAR \_\_\_\_\_ DATE / FECHA \_\_\_\_\_

INTERVIEW No. / FOLIO \_\_\_\_\_

1. **Gender / Sexo:** Male / H Female / M
2. **Age / Edad:** Younger than /menor de 18\_\_\_19-29\_\_\_30-40\_\_\_41-50\_\_\_51-60\_\_\_more/más 60\_\_
3. **Where are you from?/ Lugar de procedencia:**
4. **How did you hear about the Biosphere reserve?/¿Cómo se enteró sobre la Reserva de la Biósfera?**
5. **Agency name / Nombre de la agencia que lo trajo**  
\_\_\_\_\_
6. **Which activities did you perform?/¿Qué actividad realizó durante su visita?**  
SCUBA dive / Buceo autónomo Snorkeling / Snorkeleo
7. **What was the name of the site where you went? / ¿A qué sitio lo llevaron?**
8. **If you chose SCUBA dive, what is your certification level?/ ¿Si selecciono la actividad de buceo autónomo, su certificación a qué nivel de buceo corresponde?**
9. **How often have you done this activity previously?/¿Con qué frecuencia ha realizado esta actividad con anterioridad?**  
a) Never / Nunca b) Once /Una vez c) Twice /Dos veces d) Three times /Tres veces e) More than 3 /Más de 3 veces
10. **Have you performed this activity here before?/¿Había realizado esta actividad en este lugar anteriormente?**  
Yes / Si No / No
11. **How many immersions did you do? / ¿Cuántas inmersiones realizaste?\_\_\_\_\_**
12. **How would you rate your skills?/¿Cómo considera sus habilidades?**  
a) Very good / Muy buena b) Good / Buena c) Acceptable / Aceptable f) Bad/ Mala g) I have no skills / No tengo habilidad
13. **Did the guide give you a briefing before the activity?/¿Le informaron sobre el desarrollo de la actividad antes de comenzar?**  
Yes /Si No /No
14. **Did the guide take care of you? / ¿El guía estuvo al pendiente de usted? Yes / Si  
No**

15. **Did you know the MPA regulations?/¿Conocía los reglamentos del ANP?** Yes / Si  
No
16. **Where did you get that information?/¿Dónde obtuvo esa información?**  
a) Signs/ Señalamientos      b) National Park brochures / Folletos del parque      c) Your agency / Empresa de buceo      d) Other / Otro
17. **Were you aware which activities were permitted and which were forbidden?/¿Tenía conocimiento de las actividades permitidas y prohibidas dentro del ANP?**  
Yes / Si      No/ no
18. **How would you rate your knowledge of the reefs? / ¿Cómo calificaría su conocimiento sobre los arrecifes?**  
a) Very good / Muy bueno      b) Good / Bueno      c) Acceptable / Aceptable      d) Bad / Malo      e) I have no knowledge / No tengo conocimiento
19. **Would you attend a slide show giving information about the reefs in your hotel? / ¿Atenderían algún taller donde se ofrezca mayor información acerca de los arrecifes en su hotel?** Yes / Si      No
20. **What interested you the most when visiting the reef?/¿Qué les interesó más de su visita?**  
a) Fish Peces      b) Corals Corales      c) Both Ambos      d) Other Otra cosa
21. **Did you see what the guide said you would see?/¿Vio lo que le dijeron que vería?** Yes/ Si      No
22. **How do you perceive the amount of visitors to the site? / ¿Cómo percibe la cantidad de visitantes?**  
a) Right amount / La cantidad justa      b) Too many / Muchos      c) Too few / Pocos
23. **How do you perceive the condition of the coral reef? /¿Cómo percibió las condiciones del arrecife?**  
a) Very healthy / Muy saludable      b) Good / Buena      c) Acceptable / Aceptable      d) Regular / Regular      e) Poor / Pobre
24. **Could you identify a reason for your perception that the reef was not healthy? / ¿Qué razones identifica para decir que el arrecife no es saludable?**  
a) Too few fish / Pocos peces      b) Too few corals / Pocos corales      c) Too few large fish / No muchos peces grandes  
d) Too many damaged corals / Muchos corales dañados
25. **How would you rate your experience? / ¿Cómo califica su experiencia?**  
a) Very good / Muy buena      b) Just good / Solo buena      c) Acceptable / Aceptable      d) Regular / Regular      e) Bad / Mala
26. **You return to anp? / ¿Usted regresaría Al ANP?**  
Yes / Si      No / No

27. Recommend to a friend or family member visit? / ¿Recomendaría a un amigo o familiar que visite?      Yes / Si      No/ No