



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Posgrado

CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA POR BUCEO Y
SNORKEL EN LOS ISLOTES, PARQUE NACIONAL
ARCHIPIÉLAGO ESPÍRITU SANTO

TESIS

Que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales
(Orientación en Biología Marina)

P r e s e n t a

Alexia Paulette Buchoul

La Paz, Baja California Sur, Enero 2016

ACTA DE LIBERACIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 10:00 horas del día 22 del Mes de Enero del 2016, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado y Formación de Recursos Humanos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:

"Capacidad de carga turística por buceo y snorkel en Los Islotes, Parque Nacional Archipiélago Espíritu Santo"

Presentada por la alumna:

Alexia Paulette Buchoul

Aspirante al Grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACIÓN EN BIOLOGÍA MARINA.

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

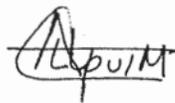


Dr. Eduardo Francisco Balart Páez

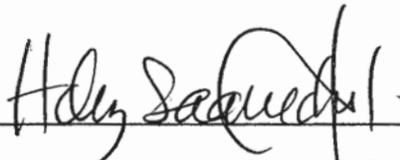
LA COMISIÓN REVISORA



Dr. Héctor Reyes Bonilla



Dr. Amílcar Leví Cupul Magaña



Dra. Norma Yolanda Hernández Saavedra,
Directora de Estudios de Posgrado y
Formación de Recursos Humanos

CONFORMACIÓN DE COMITÉ

Comité tutorial

Dr. Eduardo Fransisco Balart Páez

Director

Centro de investigaciones biológicas del Noroeste S.C

Dr. Héctor Reyes Bonilla

Co-tutor

Universidad Autónoma de Baja California Sur

Dr. Amílcar Leví Cupul Magaña

Co-tutor

Universidad de Guadalajara

Comité revisor

Dr. Eduardo Fransisco Balart Páez

Dr. Héctor Reyes Bonilla

Dr. Amílcar Leví Cupul Magaña

Jurado de grado

Dr. Eduardo Fransisco Balart Páez

María del Carmen Blázquez Moreno

Dr. Amílcar Leví Cupul Magaña

Suplente

Dra. María del Carmen Blázquez Moreno

Dr. James Ketchum

RESUMEN

“Los Islotes”, área insular arrecifal ubicada en el extremo norte del Parque Nacional Archipiélago Espíritu Santo, posee una gran biodiversidad e importancia socioeconómica en la región. Por eso, las autoridades están particularmente interesadas en su uso sustentable, protección y conservación a largo plazo. Para apoyarlas a tomar oportunamente las medidas necesarias para asegurar el uso sustentable del arrecife, se evaluó el impacto del buceo recreativo y snorkel mediante el indicador capacidad de Carga (CC) por buzos/buceos por día/mes/año. Su cálculo implicó la caracterización del área de estudio así como la capacidad de manejo del sitio por parte de la autoridad del Parque. Se determinó el nivel de uso del sitio por mes y por zona para buceo diurno y nocturno. El daño antropogénico fue medido mediante un seguimiento de los buzos por 10 minutos, en el cual el número de contactos sobre el arrecife y organismos fue registrado. El perfil y percepción de los visitantes fue obtenido mediante encuestas proporcionadas a los turistas. La CC por zona y para el sitio completo fue evaluada. En la actividad de buceo con snorkel, las manos fueron el medio de contacto más frecuente (77.6 %), contactando mayoritariamente a lobos marinos (69%) y estrellas de mar (13%); en el buceo Scuba lo fueron las aletas (44%) seguido de las manos (28 %), siendo el contacto con el sustrato rocoso lo más frecuente (70%) y con lobos marinos (11.5%). Durante el año de estudio (marzo 2014 – febrero 2015), la afluencia turística fue de 19,317 visitantes (3,920 buzos Scuba y 15,397 snorkels). La capacidad de carga anual calculada fue de 51,757 visitantes (23,287 buceos Scuba y 28,470 snorkels). Se concluye que la CC no está actualmente sobrepasada en “Los Islotes”, ya que el sitio explota solamente el 16.8 % de su capacidad total para la práctica del buceo y al 54.5 % para la actividad de snorkel. Sin embargo, el análisis por zona indica que si hay un foco rojo en una zona que atender.

Palabras clave: *Capacidad de Carga, Buceo recreativo, Parque Marino Archipiélago Espíritu Santo, Golfo de California.*

ABSTRACT

“Los Islotes”, insular reef area located at the northern end of the Espiritu Santo island National Park. Has a rich biodiversity and socio-economic importance in the region. Therefore, the authorities are particularly interested in their use, protection and long-term preservation. To enable the authorities of the Marine Protected Area opportunely take the necessary measures to ensure sustainable use of the reef, the impact of recreational diving is measured by the carrying capacity (CC) indicator by divers/dives per day/month/year was evaluated. Its involves the characterization of the study area in term biophysical and management capacity of the site. Dive surveys will be conducted to obtain the inventory of organisms present in the site. The level of use of the site was determined. Anthropogenic damage to the bodies was measured by tracking the divers for 10 minutes, the number of contacts on the reef and organisms involved will be recorded. The profile and perception of visitors was obtained through surveys provided to tourists. Subsequently, the CC was calculated by area and for the entire site. For snorkels, hands were the most frequent means of contact 77.6%, mostly contacting sea lions (69%) and stars (13%). As for diving were the fins (44%), followed by hands (28%), on rocky layer contact in the majority (70%) and sea lions (11.5%). During the year of study (March 2014 - February 2015), the number of tourists was 19,317 visitors (3,920 Scuba diving and 15,397 Snorkeling). The annual carrying capacity was calculated at 51.757 visitors (23.346 Scuba diving and 28.470 snorkeling). In conclusion, the CC is not currently exceeded in "Los Islotes", as the site exploits only 26% of total capacity for diving and 45.5% for snorkeling activity. However, the analysis by zones show there is a red light in one zone to attend.

Keywords: *Carrying capacity, Scuba diving, Espiritu Santo island National Park, Gulf of California.*

DEDICATORIA

A mi esposo...

Amante del mar y del buceo...por haberme dado su apoyo incondicionalmente, la ayuda y el ánimo que me permitieron ir hasta el final de este trabajo.

A mis padres...

También por su apoyo incondicional, sin ellos nunca hubiera llegado hasta aquí, este paraíso que es el mar de Cortés y logrado lo que he logrado hasta ahora.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR) por permitirme realizar mis estudios de Maestría en sus instalaciones.

A mis compañeros de maestría, por su presencias y apoyo durante estos año en el CIBNOR.

Al Consejo Nacional de ciencia y tecnología CONACYT por apoyarme con una beca (No. 301917) que permitió cubrir mis gastos durante el desarrollo de mis estudios en México.

A mi director de tesis, Dr. Eduardo Balart Páez, por su apoyo, guía, soporte académico, información, comprensión y ayuda en la realización de mi proyecto de Tesis.

A mis cotutores, el Dr. Héctor Reyes Bonilla (UABCS) y el Dr. Amilcar Leví Cupul Magaña (U. de G.) por su apoyo, guía, y contribución en este proyecto.

A la Asociación Niparajá, que inicialmente apoyaron financieramente este proyecto. Al proyecto PEP del CIBNOR por su apoyo para el desarrollo de las salidas de campo.

Agradezco el apoyo de Jorge Angulo Calvillo, Enrique Calvillo Espinoza, y Rafael Aguilar García por su apoyo en el trabajo de campo. A Alexandra Álvarez del Castillo por su adiestramiento inicial en las técnicas de campo y diseño de las bitácoras y encuestas. A la Dra. Noemí Bocanegra Castillo por el apoyo en el Laboratorio de Necton y Ecología de Arrecifes. Así mismo agradezco a los prestadores de servicios: Fun Baja, Marlin Adventure, Rebequita, Baja Bay Tours,

Espíritu y Baja por compartir información de sus bitácoras así como permitir el desarrollo de las encuestas en “Los Islotes”.

A la Capitanía de Puerto de La Paz apoyó con información valiosa para la estimación de varios parámetros.

A las autoridades del Parque Nacional Archipiélago Espíritu Santo por apoyar el desarrollo de este proyecto, brindar valiosa información, y conceder las autorizaciones mensuales para el trabajo de campo.

Contenido

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLA.....	x
TABLA DE ANEXO	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES.....	4
3. JUSTIFICACIÓN.....	8
4. HIPOTESIS.....	9
5. OBJETIVOS.....	10
5.1 Objetivo general	10
5.2 Objetivos particulares	10
6. AREA DE ESTUDIO	11
6.2 Características Físicas	11
6.3 Oceanografía Biológica	22
6.4 Uso turístico.....	23
7. MATERIAL Y MÉTODOS	26
7.1 Cuantificación y tipificación del daño promedio al sitio.....	26
7.2 Estimación del nivel de uso de “Los Islotes”	27
7.3 Estimación de la relación entre impacto al sitio con el nivel cultural y experiencia de buceo y snorkel de los visitantes.....	30
7.4 Cálculo de la capacidad de carga.....	30
8. RESULTADOS.....	59
8.1 Resultados de la cuantificación y tipificación del daño promedio al sitio ..	59
8.2 Estimación del nivel de uso del sitio “Los Islotes”	75
8.3 Relación entre impacto al sitio con el nivel cultural y experiencia de buceo y snorkel de los visitantes.....	85
8.4 Cálculo de la capacidad de carga.....	92
9. DISCUSIÓN	101
9.1 Daño promedio al arrecife	101

9.2 Nivel de Uso	107
9.3 Relación entre impacto al sitio con el nivel cultural y experiencia de buceo y snorkel de los visitantes.....	109
9.4 Estimación de la Capacidad de Carga.....	110
10. CONCLUSIONES	113
10.1 RECOMENDACIONES.....	114
11. LITERATURA CITADA	116
12. ANEXOS	125

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. A) Localización del área de estudio "Los Islotes". B) Foto que muestra el lado sur de "Los Islotes".....	14
Figura 2. Zonificación del sitio de estudio "Los Islotes" (modificado de Aburto-Oropeza y Balart, 2001).....	15
Figura 3. Sitio de estudio "Los Islotes" en donde se muestra la zonificación y la batimetría correspondiente.....	15
Figura 4. Batimetría en los "Islotes" (Aburto-Oropeza, 1999).....	16
Figura 5. Temperatura mínima, máxima y promedio en grados Celsius (°C) en la ciudad de La Paz, B.C.S., durante el año de estudio (marzo 2014-marzo 2015) (National Center for Environmental Information, NOAA).....	17
Figura 6. Precipitación pluvial (cm) en la ciudad de La Paz, B.C.S, durante el año de estudio (marzo 2014-marzo 2015) (National Center for Environmental Information, NOAA).....	18
Figura 7. Patrón y fuerza del viento (m.s-1) en la Bahía de La Paz durante el año de estudio (marzo 2014-marzo 2015) (National Centers for Environmental Information, NOAA).....	20
Figura 8. Promedio mensual de la temperatura del mar en Bahía de La Paz durante el año de estudio (marzo 2014-marzo 2015) (Datos tomados de la NOAA).....	21
Figura 9. Manejo actual del turismo en el sitio de "Los Islotes" (CONANP).....	25
Figura 10. Proporción (%) de turistas por zona que entran en contacto con los componentes del arrecife.....	61
Figura 11. Medio de contacto de los buzos con los componentes arrecifales del sitio.....	62
Figura 12. Proporción de los diferentes componentes arrecifales del sitio impactados por los buzos.....	63
Figura 13. Proporción (%) de turistas con snorkels que entraron en contacto con los componentes arrecifales del sitio.....	67
Figura 14. Proporción (%) de medios de contacto de los practicantes de snorkel con los componentes arrecifales del sitio.....	68
Figura 15. Proporción de los diferentes componentes arrecifales del sitio impactados por turistas con snorkel.....	69
Figura 16. Proporción (%) de uso de los diferentes medios de anclaje en el sitio "Los Islotes" durante el año de estudio.....	71
Figura 17. Estimación del número promedio de lanchas establecidas por día en las diferentes zonas de Los Islotes.....	74
Figura 18. Estimación mensual del número de visitantes en "Los Islotes" durante.....	75
Figura 19. Resultados del análisis estadística ANOVA mostrando si existe una diferencia entre los 3 métodos (1.Venta de brazaletes, 2. Monitoreo de embarcaciones, 3. Prestadores de servicios) (intervalo de confianza 0.95, $F(2, 33)=2.5523$, $p=0.09318$).....	76

Figura 20. Resultados de la comparación entre número de visitantes dado por los prestadores de servicios y por la CONANP, durante el año de estudio en "los Islotes".	77
Figura 21. Resultados de la prueba de Tuckey, que muestra la diferencia en la frecuencia turística (buzos y snorkel) entre los diferentes meses año en "Los Islotes" durante el año de estudio (intervalo de confianza 0.95, $F(11, 36)=4.8849$, $p=0.00014$).	79
Figura 22. Fluctuación del turismo en "Los Islotes" durante el año de estudio (marzo 2014 - marzo 2015) para las actividades de buceo y snorkel.	80
Figura 23. Fluctuación anual del turismo de snorkel y buceo en la zona 1 durante el año de estudio en "Los Islotes".	81
Figura 24. Fluctuación anual del turismo de buceo y snorkel en la zona 2 durante el año de estudio.	82
Figura 25. Fluctuación anual del turismo de buceo y snorkel (%) en la zona 3 durante el año de estudio.	82
Figura 26. Fluctuación anual del turismo de buceo y snorkel en la zona 5 durante el año de estudio.	83
Figura 27. Fluctuación del turismo de buceo y snorkel en la zona 6 durante el año de estudio.	84
Figura 28. Prueba de Tuckey que muestra la diferencia en el uso de las diferentes zonas del sitio (intervalo de confianza 0.95, $F(5, 72)=13.2444$, $p=0.0000$).	84
Figura 29. Frecuentación turística en el sitio según la nacionalidad.	85
Figura 30. Frecuentación por edad del turismo en el sitio "Los Islotes".	86
Figura 31. Porcentaje de respuesta relativo a tipo de medio por la cual los turistas se enteraron del sitio.	86
Figura 32. Habilidad de los turistas para el buceo en función del tipo de certificación.	87
Figura 33. Frecuencia con la cual los turistas practicaron la actividad de buceo o snorkel anteriormente a su visita en el sitio.	87
Figura 34. Frecuencia del turismo (%) en el sitio según las habilidades de los turistas.	88
Figura 35. Lugar en el cual los turistas recibieron información sobre el reglamento del parque.	89
Figura 36. Calificación de conocimiento de los visitantes sobre los arrecifes.	89
Figura 37. Grupo biológicos de interés para los visitantes en el sitio de "Los Islotes".	90
Figura 38. Percepción del estado de salud del arrecife por parte de los visitantes.	91
Figura 39. Percepción de la cantidad de visitantes por parte de los turistas.	91
Figura 40. Comparación entre el nivel de uso actual estimado y la CCE para la actividad de buceo diurno.	94
Figura 41. Comparación entre el uso actual y la CCE en el sitio "Los Islotes".	99

LISTA DE TABLA

Tabla I. Numero de seguimientos realizados en las diferentes zonas del sitio	26
Tabla II. Resultados de seguimiento de buzos durante el periodo de marzo 2014-marzo 2015 en "Los Islotes", cuantificación del daño promedio al arrecife.	60
Tabla III. Análisis por zonas de los diferentes componentes arrecifales impactados por los buzos.....	64
Tabla IV. Resultados del seguimientos de snorkels durante el periodo de marzo 2014-marzo 2015 en "Los Islotes", cuantificación del daño promedio al arrecife.....	66
Tabla V. Análisis por zonas de los impactos en diferentes componentes arrecifales del sitio para la actividad de snorkel.....	70
Tabla VI. Análisis del tipo de fondeo en "Los Islotes" durante el año de estudio.	73
Tabla VII. Estimación del turismo de buceo y snorkels en número de visitantes durante el año de estudio (marzo 2014- marzo 2015) en "Los Islotes".....	78
Tabla VIII. Mediciones de las diferentes zonas del sitio correspondiendo a los senderos de buceo.....	92
Tabla IX. Resultados del cálculo de la capacidad de carga para la actividad de buceo diurno por día.....	93
Tabla X. Comparación entre el uso actual y la CCE ilustrada mediante el porcentaje de explotación del sitio por zona.	94
Tabla XI. Resultados del cálculo de la capacidad de carga para la actividad de buceo nocturno realizada desde un crucero de buceo.	96
Tabla XII. Resultados del cálculo de la capacidad de carga para la actividad de buceo nocturno realizada desde La Paz.	96
Tabla XIII. Resultados del cálculo de la capacidad de carga para la actividad de snorkel diurno.	97
Tabla XIV. Comparación entre el uso actual y la CCE ilustrada mediante el porcentaje de explotación de cada zona.	98
Tabla XV. Resultados de la capacidad de carga para la actividad de snorkel nocturno en "Los Islotes".....	100

TABLA DE ANEXO

Anexo 1. Hoja de campo para el seguimiento de los buzos y snorkels.....	125
Anexo 2. Hoja de monitoreo de embarcaciones realizados durante las salidas al campo.....	126
Anexo 3. Encuesta proporcionada a los turistas durante las salidas al campo.....	127
Anexo 4. Fotos ilustrando el anclaje prohibido en la zona 5 en "Los Islotes", en febrero 2015, durante un día de viento fuerte de Norte.....	131
Anexo 5. Ilustración de lanchas amarradas entre ellas en la zona 5 de "Los Islotes" en febrero durante un día de viento fuerte de norte. (La primera está amarrada a una boya).....	131
Anexo 6. Ilustración de un barco de prestadores de servicios anclado en la punta este de "Los Islotes", zona 1, marzo 2015, día de calma.....	132
Anexo 7. Ilustración de dos embarcaciones de prestadores de servicios anclados en el lado norte de la zona 1 de "Los Islotes", Octubre 2014, día de calma.....	132

1. INTRODUCCIÓN

Nuestro planeta está constituido por una gran variedad de lugares que albergan una diversidad biológica muy rica. Estos lugares están expuestos a diversos factores de orígenes naturales y antropogénicos que van afectando su biodiversidad.

La conservación de un sitio es la manera más eficaz de reducir la pérdida de biodiversidad (Eken et al., 2004). Hay varias maneras de dirigir bien la conservación de un sitio, pero la clasificación como Áreas Naturales Protegidas (ANPs) se han convertido en la manera preferida para aplicar la conservación de sitios (Rodríguez et al., 2004). Su función es la de proteger la diversidad biológica y mantener la integridad ecológica de los ecosistemas, que proporcionan una amplia gama de servicios ambientales, medios de vida y sustento a las comunidades locales (Ervin 2003; IUCN 2005).

Las áreas marinas protegidas, categoría de ANPs, han sido propuestas como una herramienta central para la protección de la biodiversidad marina y la conservación de los recursos marinos (Lubchenco et al., 2003). Durante décadas, la creación de Áreas Marinas Protegidas (AMP) ha sido considerado como la única manera de restaurar las comunidades naturales y proteger los ecosistemas marinos (Milazzo et al., 2002). Pero las características de muchas de las Áreas Marinas Protegidas (AMPs) inducen un aumentado del turismo de buceo recreativo en estas áreas (Luna et al., 2009).

El Golfo de California es uno de los mares más bellos y productivos del mundo. La UNESCO clasificó en 1995 sus islas como reserva mundial de la biosfera y, desde 2000, forman parte del Área de Protección de Flora y Fauna “Islas del Golfo de California”. Ahí se encuentra el Área Natural protegida Parque Nacional Archipiélago de la Isla Espíritu Santo (PNAES). Presenta en su parte norte uno de los sitios más populares de buceo libre y Scuba de la zona: “Los Islotes”. Ahí existe una importante y diversa fauna y flora marina (Hernández Camacho, 2001;

Aburto-Oropeza y Balart, 2001; Guzmán Méndez, 2009) incluyendo una colonia de más de 400 lobos marinos (Sterzen et al., 2006). Sin embargo, el desarrollo del turismo en la Bahía de La Paz se ha incrementado notablemente en últimos años. Su biodiversidad otorga a Los Islotes un gran interés biológico y socioeconómico. Es el sitio de reproducción más meridional del león marino de California (*Zalophus californianus californianus*) en el Hemisferio Norte y representa una de las principales atracciones turísticas de la ciudad de La Paz (Labrada-Martagón et al., 2005). Sin embargo, si el desarrollo turístico no está planificado o está mal administrado y ejecutado puede tener graves consecuencias sobre el medio ambiente, afectando los recursos, las estructuras sociales, las culturas, y las actividades económicas (Coccosis y Mexa 2004).

Por todo esto, las autoridades están particularmente interesadas en su uso, protección y conservación a largo plazo. Sin embargo, no existe ningún trabajo que dimensione y caracterice el buceo recreativo en la zona, así como que evalúe su impacto en el área. La introducción de indicadores de sostenibilidad para el análisis de la actividad turística es considerada un elemento esencial y es el primer paso en el desarrollo del turismo sostenible de los destinos frágiles y sensibles. Estos indicadores se han diseñado para proporcionar datos e información fiables sobre los impactos ambientales y socio-económicos del desarrollo del turismo, facilitando la toma de decisiones responsables (Kostopoulou y Kyritsis, 2006).

La capacidad de carga (CC) turística es un indicador que nos permite saber si el sitio se encuentra en riesgo o no, y planear su manejo en el corto y mediano plazo. Se define como “el número máximo de personas que pueden visitar un lugar al mismo tiempo, sin causar la destrucción del medio ambiente físico, económico y socio-cultural y una disminución inaceptable de la calidad a los visitantes (Clivaz et al., 2004). La determinación de la capacidad de carga no debe ser tomada como un fin en sí misma ni como la solución a los eventuales

problemas del sitio “Los Islotes”. Es una herramienta de planificación que sustenta y requiere decisiones de manejo (Amador et al., 1996).

La CC de un área marina protegida (AMP) depende del tamaño y característica del arrecife, el daño generado por un buzo promedio, y la capacidad de manejo de la AMP (Pomeroy et al., 2004). Se mide en términos de número de buceos por sitio por año (Jameson et al., 1999). La información generada por este estudio permitirá a las autoridades de la AMP tomar oportunamente las medidas necesarias para asegurar el uso sustentable del arrecife, y planear las estrategias y acciones de manejo adaptativo ante diferentes escenarios de incremento turístico probables en el futuro.

Este trabajo tiene por fin de establecer los límites críticos de esa actividad en “Los Islotes”, el sitio más visitado de la AMP isla Espíritu Santo, tomando en cuenta sus características biológicas, físicas, el impacto causados por los buzos y la capacidad de manejo de las autoridades.

2. ANTECEDENTES

Estudios en varios lugares del mundo demuestran que existe un impacto significativo del buceo recreativo sobre los arrecifes en las AMP. Fue notado en el Mediterráneo por Luna et al. (2009), en Egypto por Jameson et al. (1999), en el Golfo de Aqaba, Israel por Zakai y Chadwick-Furman (2002), en Australia por Roupbael e Inglis (1997), en el Sudáfrica por Schleyer y Tomalin (2000), en las Antillas Holandesas por Dixon et al. (1993); e igualmente en Latinoamérica, como en Colombia por Gallo et al. (2001), en Brasil por Sousa et al. (2006). Hawkins et al. (1999), en las afueras de la isla Caribeña de Bonaire compararon comunidades de corales y peces entre reservas sin buceo y sitios ambientalmente similares con buceo y en los cuales el uso máximo alcanzaba los 6,000 buceos por sitio por año. Determinaron que existió un decline en la proporción de colonias de especies masivas de coral dentro de los sitios de buceo (perdida de 19.2%) comparado con una perdida menor en los sitios no buceados (perdida de 6,7%).

Hay acuerdo en varios estudios que el estatuto de AMP induce que un sitio se vuelva más conocido, conduciendo a un incremento del turismo de buceo recreativo (Davis y Tisdell, 1995; Luna et al., 2009). Por lo tanto se vuelve cada día más importante determinar la máxima intensidad de uso que puede soportar cada sitio de buceo. Jameson et al. (1999) determinaron que la capacidad de carga de buceo recreativa en una AMP se mide en términos de número de buceos por sitio por año.

Los estudios realizados en los últimos 20 años muestran que la máxima intensidad de uso de un sitio que recibe un turismo de buceo recreativo no depende solamente de la cantidad de visitantes si no de varios factores. Entre ellos, depende de cada buzo y de los diferentes comportamientos que puedan presentar bajo el agua (Gallo et al., 2001; Luna et al., 2009). Un estudio dirigido por Roupbael e Inglis (2001) concluye que cuando se realiza actividad fotográfica bajo el agua, se provoca un daño mayor sobre el arrecife. Otros factores que

influyen en la capacidad de carga de un sitio son la topografía de los sitios de buceo (Rouphael y Inglis, 1997), el nivel de educación y antecedentes del buzo (Hawkyns y Robers, 1997), la presencia de organismos frágiles (Rielg y Cook, 1995), la presencia de otras fuentes de estrés antropogénicas (Hawkins y Roberts, 1997), y de la capacidad de manejo de la AMP (Dixon et al., 1993). También fue demostrado por Medio et al. (1996) y Camp y Fraser (2012) que cuando se da una explicación (“briefing”) sobre el sitio a los visitantes antes de practicar la actividad de buceo, que incluya la biodiversidad que se encontrará y el comportamiento que deben tener con ella, el daño sobre el arrecife es minimizado.

En lo que la mayoría de los autores concuerdan es en el hecho de que la capacidad de carga es elástica en lugar de fija, y depende de muchos factores ya citados. La CC debe ser actualizada frecuentemente dependiendo de cómo se ajusten los factores por las acciones de manejo. La estimación de la Capacidad de carga de visitantes (CCV) de los sitios de buceo, se presenta más como una línea de referencia para la evaluación de la intensidad de uso, que como el elemento principal de la estrategia de manejo (Gallo et al., 2001).

Internacionalmente, varios estudios han sido realizados para definir el máximo uso de un sitio que puede tener una AMP y el daño causado por el turismo de buceo recreativo sobre esas áreas. En 1993, Fallon Scura y Van't Hof, así como Dixon et al. (1993), mediante una comparación del estado en cinco sitios con diferentes intensidades de uso, llevaron a postular “la hipótesis de que el impacto de los buzos se hace rápidamente evidente cuando el uso excede un nivel de 4.000- 6.000 buzos en un sitio por año”.

Gallo et al. (2003) trabajaron para determinar la CC en áreas de buceo de las islas San Andrés (Colombia); seleccionaron 23 sitios de buceo de los más usados y utilizaron la metodología de Cifuentes-Arias *et al.* (1999) adaptada al medio marino. Los resultados indicaron un promedio de 29.2 buzos por sitio al día, esto es, 10,657.7 anuales.

Courtney (2007), estuvo trabajando para determinar la capacidad de carga por buceo y snorkel en el área natural protegida “Honolua bay” en Hawái. Determinaron que el nivel de uso del sitio era de 85,680 visitantes al año (73,008 snorkels y 12,672 buzos) y que la CC no estaba sobrepasada, ya que el sitio explotaba solamente el 26% de su capacidad total para la práctica del snorkel y el 25% para la actividad de buceo.

Reyes et al. (2012) presentaron estimaciones del número actual y máximo de buzos que realizan actividades en dos ANP, el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos (PNAPM) y el Área de Protección de Flora y Fauna Cabo San Lucas (APFFCSL) utilizando la metodología de Cifuentes-Arias et al. (1999) para 17 sitios de buceo. En la APFFCSL, la capacidad de carga física estimada para la totalidad de la zona de estudio arrojó la cifra de 418 buzos al día (con o sin equipo autónomo), que equivalen a 628 buceos diarios. En el PNAPM se estableció que el valor promedio diario por sitio debe ser de 58.4 buceos/día/sitio, o 21,279.5 buceos al año. Se concluyó que tanto en la APFFCS como en el PNAPM la cantidad actual de practicantes de buceo está entre 62% y 68 % de la CC estimada, y que entonces las cifras de uso actual son inferiores a la capacidad potencial de carga de los sitios.

Posteriormente, Ríos-Jara y colaboradores (2013) realizaron un estudio de capacidad de carga de 6 senderos de buceo en la Isla Isabel en Nayarit, México. Determinaron que el límite máximo de uso se encontraba entre 1,252 y 1,642 buceo/año/senderos, mientras que el uso actual era de 8,597 buceo/año para los 6 senderos. Por tanto, concluyeron que la capacidad de carga no era sobrepasada y que por lo tanto la actividad de buceo no estaba causando daños notables en el sitio por el momento.

Dada la gran población de lobos marinos presentes en Los islotes, el contacto con los visitantes es continuo. De hecho, ellos son parte de los atractivos

que ofrece el sitio. A pesar de eso, varios estudios realizados muestran que no hay impacto sobre la dinámica de la población. Labrada-Martagón et al. (2005) cita que Los Islotes es uno de los más visitado en el golfo de California por los turistas y donde hay el mayor número de barcos anclados durante todo el año. Pero también es el área con el mayor número de lobos marinos y la zona más importante para su reproducción. En su estudio destaca el hecho de que la dinámica de los lobos marinos en Los Islotes se ha mantenido igual en los últimos 20 años. Szteren et al. (2006), en un estudio sobre 13 sitios que albergan una población de lobos marinos (*Zalophus californianus californianus*) en el Golfo de California demuestran que Los Islotes es uno de los sitios con el más fuerte incremento de su población, con un aumento del 50.6%.

3. JUSTIFICACIÓN

El turismo de buceo recreativo está incrementando significativamente a lo largo del tiempo en “Los Islotes”. Se sabe que esta actividad va afectando a las áreas marinas protegidas y arrecifes en general. Sin embargo, ningún trabajo ha evaluado el impacto que tiene el turismo sobre la biodiversidad en este sitio y en todo el Parque. No se sabe si la máxima intensidad de uso del buceo recreativo ya se alcanzó o si llegó a su nivel crítico, es decir, si se está dañando el arrecife. La información generada por este estudio permitirá a las autoridades de la AMP tener herramientas concretas para apoyar la toma oportuna de las medidas necesarias que aseguren el uso sustentable del arrecife, y planear las estrategias y acciones de manejo adaptativo ante diferentes escenarios de incremento turístico probable en el futuro.

4. HIPOTESIS

El turismo de buceo recreativo en “los Islotes” se ha incrementado en estos últimos 20 años. Sin embargo, el sitio no es tan frecuentado como ocurre en otros parques marinos protegidos, en los cuales se determinó que las actividades de buceo y snorkel no habían alcanzado sus límites máximos de uso.

Entonces, se considera que el turismo de buceo y snorkel no ha alcanzado tampoco su límite en Los Islotes, y que la capacidad de carga no está sobrepasada aún.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Determinar la capacidad de carga (límite máximo de uso) de buceo recreativo y actividad de Snorkeling, en el arrecife “Los Islotes”, en Isla Espiritu Santo.

5.2 Objetivos particulares

Para lograr este objetivo general se proponen los siguientes objetivos particulares:

1: Cuantificar y tipificar el umbral y la frecuencia del daño promedio causado por buzo/snorkel/buceo por zona y por la totalidad del arrecife.

2: Estimar el nivel de uso de “Los Islotes” por zona y por la totalidad del arrecife mediante la cuantificación de buzos/snorkel por día/mes/año

3: Estimar la relación entre impacto al sitio con el nivel cultural y experiencia de buceo y snorkel de los visitantes.

4: Estimar la capacidad de carga por zona y para la totalidad del arrecife para las actividades de buceo y de snorkeling en “Los Islotes”.

6. AREA DE ESTUDIO

Los Islotes se ubican a 300 m de la parte noreste del Archipiélago Espíritu Santo-La Partida, en la Bahía de La Paz, Baja California Sur (Figura 1); en las coordenadas 24°35'N y 110°25' O (Aburto-Oropeza, 1999). Es una pequeña isla conformada de dos grandes rocas, una de las cuales forma un arco natural.

Se procedió a sectorizar Los Islotes en 6 zonas (Figuras 2 y 3) siguiendo los criterios de Aburto-Oropeza y Balart (2001) de la manera siguiente.

Zona 1: Punta Este, El Arco

Zona 2: Lado Noreste

Zona 3: Lado Noroeste

Zona 4: Punta Oeste, Guardería

Zona 5: Lado Sur Oeste

Zona 6: Lado Sur Este

Esa división se realizó considerando que las características de las diferentes zonas del sitio (tipo de cobertura y morfología de fondo, profundidades, organismos presentes entre otros) ofrecen un atractivo turístico diferencial a las actividades de buceo recreativo y snorkel (Figura 3 y 4).

6.2 Características Físicas

Geomorfología arrecifal

De manera general, Los Islotes presentan un sustrato con cobertura mayoritariamente rocoso (57%), con abruptas caídas profundas. También presenta, en menor proporción, tapete de algas incrustantes (29%), corales escleractineos (8%), arena (3%) y algas coralinas (3%) (Guzmán Méndez, 2009). Sin embargo, existe una diferencia significativa entre las diferentes zonas en cuanto al tipo de sustrato y a su morfología (Aburto-Oropeza, 1999) a pesar que la mayor parte del fondo corresponde a rocas; también presentan profundidades distintas.

En la zona 1 se encuentra el arco con paredes con presencia de corales; tiene una profundidad máxima de 4.5 m. En el lado sur, a la derecha del arco, se encuentra un arrecife de corales de aproximadamente 15 m² con una profundidad de 1,30 m, siendo la parte más baja de la zona, por lo que es explotada solamente por los snorkel. Su parte más profunda se encuentra a 30 m, al noreste de la zona, en donde se encuentran colonias de coral negro (Wills López, 2008). Presenta áreas con grandes acantilados que descienden verticalmente hasta los 15 m de profundidad y posteriormente presenta una pendiente suave compuesta de roca de tamaño grande (desde 0.5 a 5 m). En su área más profunda es arenosa (17 %).

En la zona 2 se encuentren rocas de gran tamaño (mayores a 5 m) que se encuentran apiladas de manera azarosa y sin arreglo especial. Tiene una profundidad mínima de 3 metros y máxima de 26 m. Esta zona esta desprovista de coral y tiene una proporción muy pequeña de cobertura arenosa (5%). Aquí se encuentra una de las 2 áreas principales de reproducción y crianza de lobos marinos del sitio (Hernández Camacho, 2001).

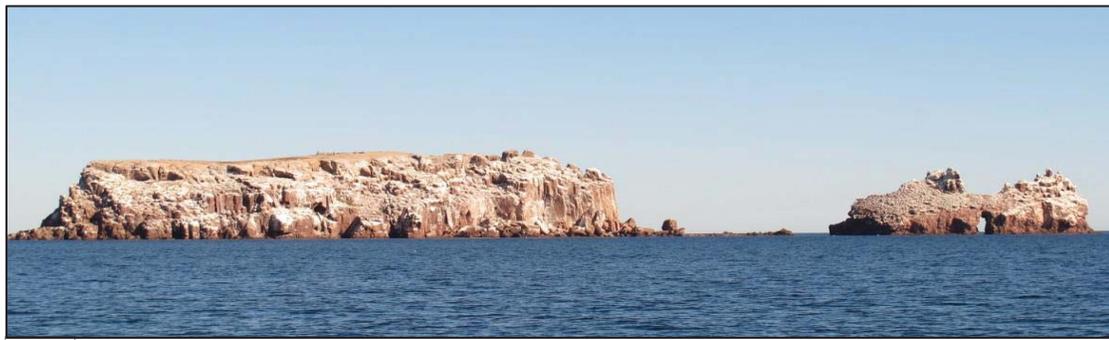
En la zona 3 se forman cuevas y grandes oquedades que sirven de refugios a muchos organismos (Aburto-Oropeza, 1999). Tiene una profundidad mínima de 7 metros y máxima de 25 metros. Al igual que la zona 2, está conformada de piedras de gran tamaño y tepetates y 2 esta desprovista de corales, pero con una proporción de cobertura arenosa aún más pequeña (3%).

La Zona 4 es una nueva área de reproducción y crianza de lobos marinos, llamada "guardería", por el número de crías (individuos que todavía no cumplen el primer año de edad; (Leboeuf et al., 1983) que se encuentran ahí. Tiene una profundidad mínima de 12 metros y máxima de 25 metros. La zona 4, al igual que la 1 presenta una gran pared que se extiende hasta los 15 metros de profundidad rodeando toda la punta oeste del sitio, con un fondo de tipo arenoso representando el 24 % de la totalidad de la zona.

La zona 5 presenta un pequeño acantilado de 4 m de profundidad y posteriormente un pendiente suave bajando hasta un fondo arenoso que representa el 24% de la totalidad de la zona. Su proporción de corales representa el 3.7 % de su área. Ahí se encuentra una cueva de 4.5 m de profundidad, en donde se concentran las crías y juveniles (1 a 4 años) en los primeros meses (septiembre a enero) que siguen a los nacimientos, lo cual ocurre mayoritariamente a finales de junio (Auriolles y Sinsel, 1988). Esto hace de esta zona una de las favoritas para el buceo y snorkel en este periodo del año. Tiene una profundidad máxima de 14 metros y mínima de 3 metros a la entrada de la cueva.

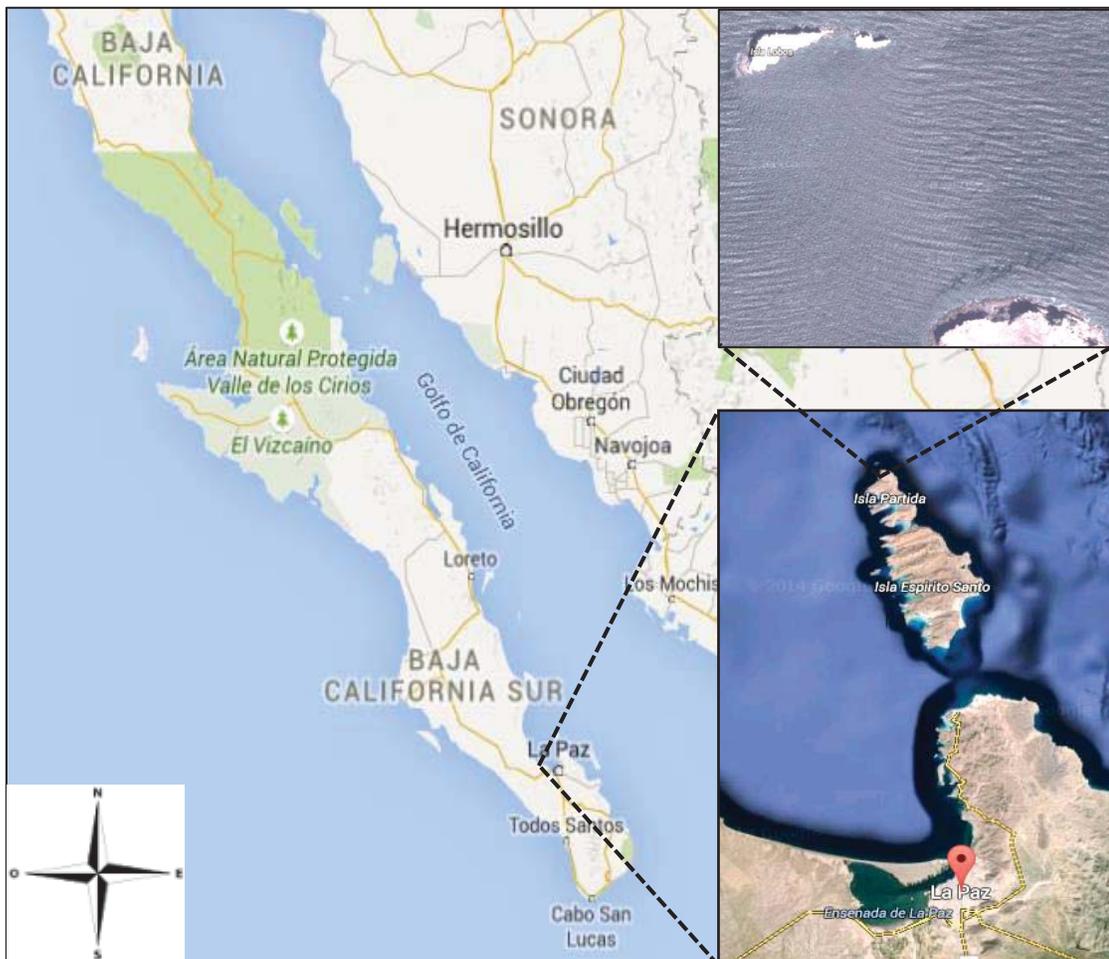
La zona 6 es la segunda área principal de reproducción y crianza de lobos marinos del sitio, al igual que la zona 2, tiene una profundidad mínima de 3 m. Se distingue por la presencia de rocas pequeñas (máximo 30 cm) con una pendiente suave en los primeros 7 m y posteriormente se vuelve más vertical hasta los 14 metros para llegar en un fondo de arena. Esta zona tiene la mayor cobertura arenosa del sitio (32.5%).

Por lo tanto, las zonas con mayores profundidades son las zonas 1 y 4, correspondiendo a las puntas oeste y este, seguidas de la zona 3. Las zonas más someras son la 6 y la 5 (Figura 4).



B

125 m



A

Figura 1. A) Localización del área de estudio "Los Islotes". **B)** Foto que muestra el lado sur de "Los Islotes".

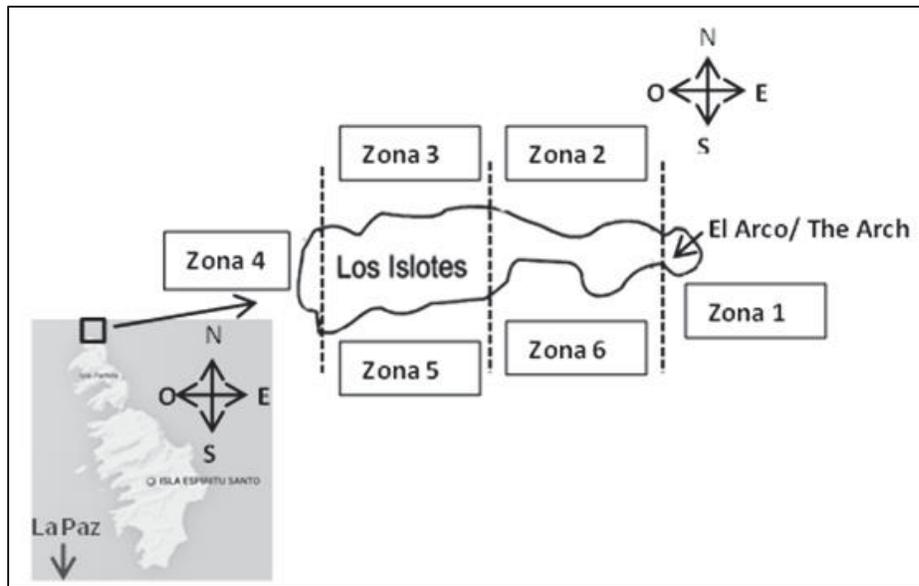


Figura 2. Zonificación del sitio de estudio "Los Islotes" (modificado de Aburto-Oropeza y Balart, 2001).

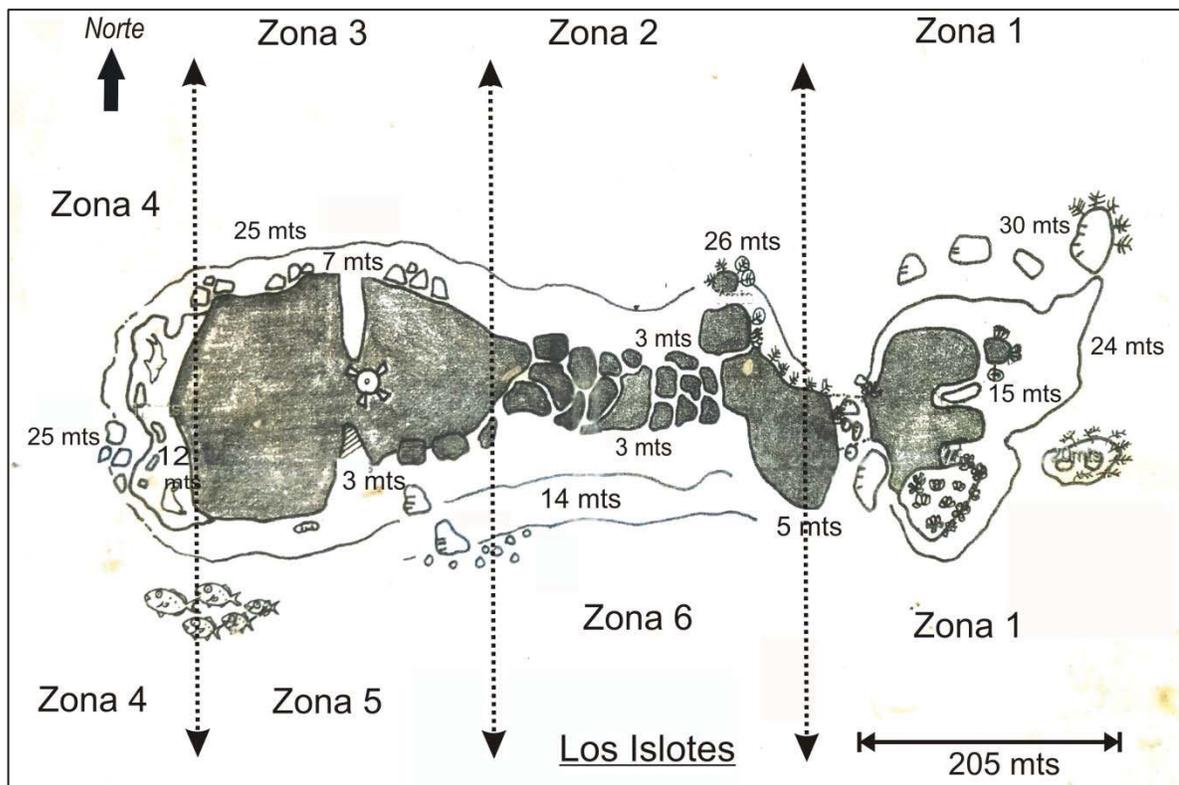


Figura 3. Sitio de estudio "Los Islotes" en donde se muestra la zonificación y la batimetría correspondiente.

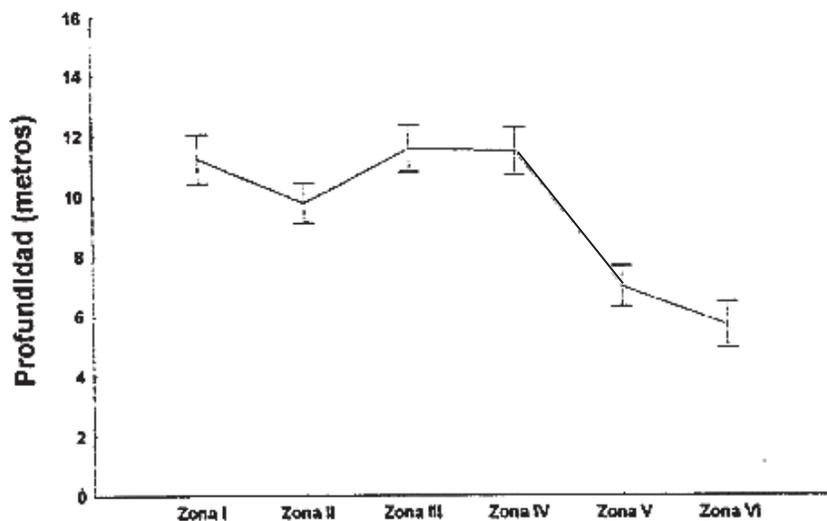


Figura 4. Batimetría en los "Islotes" (Aburto-Oropeza, 1999).

Clima y temperatura

En la bahía de la Paz el clima es muy seco y cálido. La media anual más alta oscila entre los 27 y 30°C y se presenta en los meses de agosto y septiembre respectivamente mientras que el mes más frío es enero, donde la media mensual es aproximadamente 17° (Velasco García, 2009). Las temperaturas máximas y mínimas son aproximadamente de 44°C y 11°C (CONANP, 2000). Las precipitaciones se concentran en el periodo cálido del año, entre los meses de julio a octubre, periodo correspondiente a la temporada de huracanes.

La precipitación más alta se da en los meses de agosto a septiembre con medias de 45 a 49 mm mensuales, y las mínimas se registran en los meses de abril, mayo y junio, que son inferiores a los 4 mm (INEGI, 1996).

Durante el año de estudio el mes más cálido fue agosto, con un promedio de ~39°C, y los más fríos fueron los meses de diciembre y enero con un promedio de

~ 21°C (Figura 5). Los meses con más precipitación fueron julio, agosto y septiembre, ese último teniendo el valor más alto con 21.6 cm (Figura 6). Durante el mes de septiembre 2014 el huracán “Odile” impactó en Baja California Sur, lo que provocó fuertes lluvias y vientos, así como marejadas y condiciones peligrosas para las actividades de buceo. El turismo se vio muy afectado en varias ciudades del estado, incluyendo La Paz.

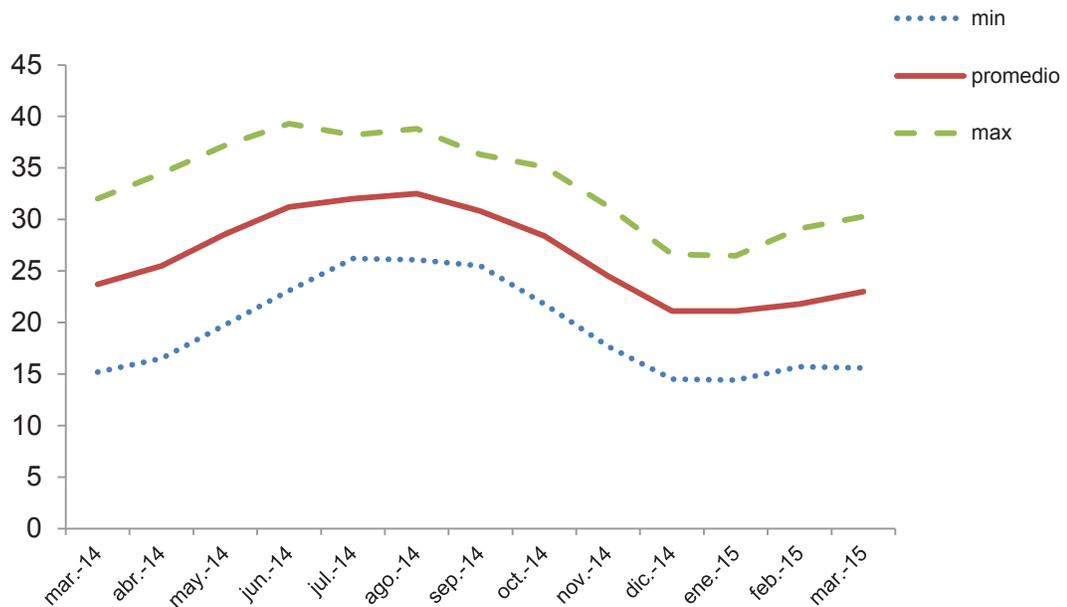


Figura 5. Temperatura mínima, máxima y promedio en grados Celsius (°C) en la ciudad de La Paz, B.C.S., durante el año de estudio (marzo 2014-marzo 2015) (National Center for Environmental Information, NOAA).

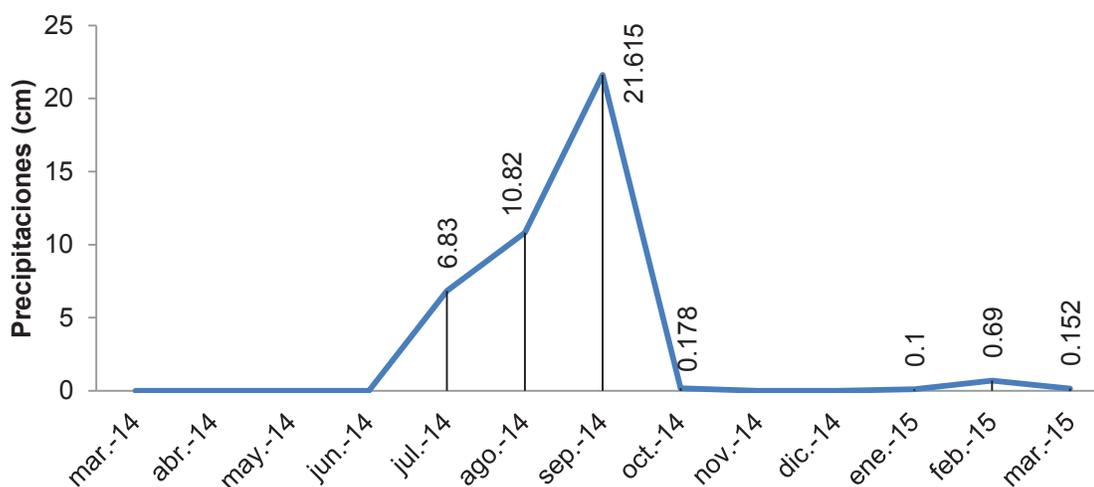


Figura 6. Precipitación pluvial (cm) en la ciudad de La Paz, B.C.S, durante el año de estudio (marzo 2014-marzo 2015) (National Center for Environmental Information, NOAA).

Vientos

El sitio de “los Islotes” tal como la Bahía de La Paz en general, se encuentra sujeto principalmente a dos patrones de vientos. Los vientos del sur y sureste, que ocurren al final de la primavera y persisten en verano y hasta inicio del otoño, localmente llamados Coromuel, con magnitudes promedio de 8 nudos ($\sim 4 \text{ m s}^{-1}$). Estos vientos ocurren generalmente combinados con calmas frecuentes. Y Los vientos del norte y noroeste, dominantes a finales del otoño y en el invierno, son fuertes y persistentes, y alcanzan magnitudes de 24 nudos ($\sim 12 \text{ m s}^{-1}$) (Jiménez et al., 2005).

Por su orientación las diferentes zonas están afectadas de manera diferente según los patrones de viento. Las zonas 2 y 3, orientadas al norte, están muy sensibles a

los vientos fuertes de Norte, Noroeste. Cuando soplan fuertes estos vientos es imposible realizar las actividades en la zona, ya que provocan olas grandes en este lado del sitio, por lo tanto, el turismo se concentra de lado sur, lado opuesto, en la zona 5 y 6. La zona 5 es la más protegida porque las paredes del islote presenta una mayor altura que en la zona 6 (Figura 1A).

Las zonas 5 y 6 al contrario, están expuestas a los vientos de sur y sureste, menos fuertes y frecuentes que los del norte; sin embargo, cuando estos soplan fuerte impiden el acceso a dichas zonas, provocando entonces una concentración del turismo en las zonas opuestas, zona 2 y 3.

Las zonas 1 y 4, por situarse ambas en los extremos del sitio están expuestas tanto a los vientos de sur-sureste como de norte-noroeste, además de ser muy afectadas por los cambios de mareas. Este conjunto de condiciones provoca olas grandes y fuertes corrientes, por lo que impiden frecuentemente el acceso a dichas zonas.

Durante el año de estudio, los meses de noviembre hasta marzo tuvieron los de vientos más fuertes, soplando hasta 14 m.s^{-1} (50 km/h), siendo vientos de nortenoeste. En septiembre hubo algunos días de fuertes vientos como resultado del huracán Norbert (del 2 a 8 de septiembre 2014), huracán Odile (10 al 18 de septiembre 2014) y del huracán Polo (16 al 22 de septiembre).

Los meses con vientos más débiles, fueron los meses de abril hasta agosto y durante el mes de octubre, correspondiendo a los meses de primavera y verano, con vientos mayoritariamente de sur, sureste (Figura 7).

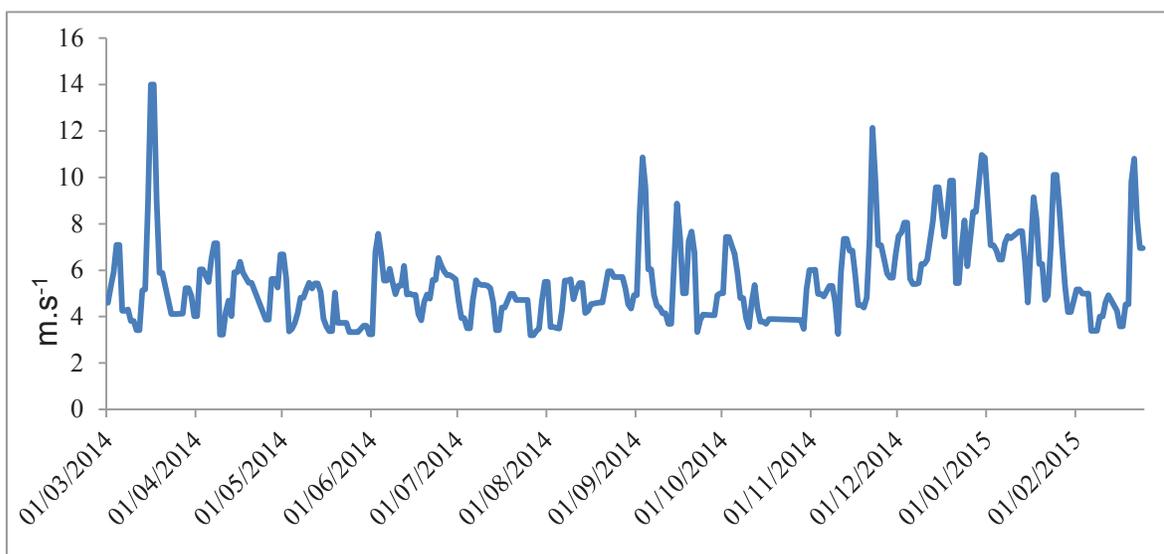


Figura 7. Patrón y fuerza del viento (m.s-1) en la Bahía de La Paz durante el año año de estudio (marzo 2014-marzo 2015) (National Centers for Environmental Information, NOAA).

Corrientes

El patrón de corrientes del área sigue el 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). Sin embargo en “Los Islotes”, las corrientes más fuertes e importantes son mediadas por el mecanismo de cambio de mareas, y su dirección depende ella. Estas corrientes en el área sur del Golfo de California se presentan como un régimen de micromareas con amplitud entre 0.5 y 1 m, sin embargo, las mareas vivas exceden 1.5 m (CONANP, 2000). Las zonas más afectadas por estas corrientes de mareas en “Los Islotes” son la 4 y 1, más expuestas, ya que corresponden a las dos puntas extremas del sitio. Debido a ello en varias ocasiones, durante el año, impide las actividades de buceo y snorkel en esas zonas.

Temperatura

En la bahía de La Paz, la temperatura del mar varía mucho a lo largo del año (Figura 8). Durante el invierno-primavera los menores niveles de insolación junto con la influencia de los vientos del Noroeste, son los causantes del enfriamiento de las aguas superficiales hasta alcanzar sus mínimos anuales (21-24°C), mientras que las temperaturas más elevadas (27-31°C) se registran durante verano-otoño, cuando la insolación es mayor y los vientos menos persistentes del Sureste, acarrear por advección aguas cálidas del trópico hacia el golfo (Bernal et al., 2001).

Durante el año de estudio, las temperaturas del mar más bajas fueron reportadas durante los meses de marzo 2014 y febrero 2015 (21.67 C° y 22 C° respectivamente) y el mes más caliente fue el de agosto con un promedio de 30.7 C°.

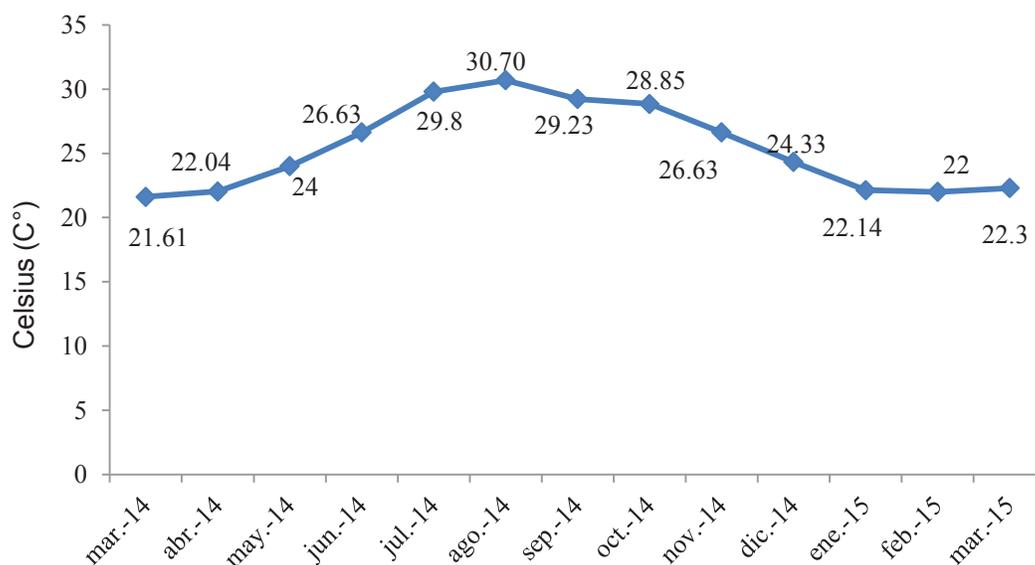


Figura 8. Promedio mensual de la temperatura del mar en Bahía de La Paz durante el año de estudio (marzo 2014-marzo 2015) (Datos tomados de la NOAA).

6.3. Oceanografía Biológica

Los Islotes, al igual que las demás partes del PNAES, se caracteriza desde el punto de vista biogeográfico por especies provenientes de la provincia Panámica (CONANP, 2000). Los corales rígidos y blandos configuran uno de los mayores atractivos turísticos del PNAES, siendo el género *Pocillopora* el más abundante en el Golfo de California (Olmos et al., 2014). El sitio de Los Islotes está conformado por una comunidad pequeña de corales, ya que representa solamente el 8% de la cobertura total del sitio (Guzmán Méndez, 2009), sin embargo, repartido de manera no uniforme en el islote. En la zona 1 se encuentra una mayor diversidad, aunque en esta zona *Tubastrea* se presenta en gran cantidad sobre las paredes del arco, y *Gorgonias* presentes en gran abundancia en el arrecife en la parte sur de la zona 1. El género *Pocillopora* está presente en todo el sitio. Estas formaciones coralinas son de gran importancia ya que son utilizadas como hábitat, sitios de reproducción, alimentación y refugio para muchas otras especies.

Los Islotes alberguen una ictiofauna de 102 especies incluidas en 82 géneros y 42 familias. Tres familias destacan por tener un número de especie superior a las demás: *Serranidae* (8 especies), *Labridae* (8 especies), *Pomacentridae* (7 especies). Siete familias presentan un número moderado de especies (entre 4 y 5), teniendo un número superior de especies en respecto a las otras *Muraenidae*, *Lutjanidae*, *Haemulidae* y *Scaridae*. Mientras que las 32 especies restantes incluyen en promedio 2 especies (Aburto-Oropeza, 1999; Aburto-Oropeza y Balart, 2001; Conanp-Semarnat, 2011). La diversidad de peces en el sitio aumenta junto con la temperatura del mar; a mayor temperatura mayor diversidad (Aburto-Oropeza y Balart, 2001). También se ha mostrado que existe una diferencia entre las diferentes zonas: las zonas 1, 2 y 3, más expuestas, tienen una menor riqueza que las zonas más protegida 4, 5 y 6 (Aburto-Oropeza 1999). Los equinodermos están representados por 19 especies en el sitio, siendo las más representadas *Phataria unifascialis*, *Pentaceraster cumingi* y *Pharia pyramidata*; y 10 especies de

moluscos, siendo las más representativas *Hexaples hyotis*, *Murex prínceps*, *Pinctada mazatlanica*. (Guzmán Méndez, 2009).

La especie más representativa e importante para el turismo en el sitio es el lobo marino (*Zalophus californianus californianus*). La colonia está compuesta de más de 450 individuos. Tres áreas del sitio se destacan por ser áreas de reproducción y crianza; la 2 y 6 siendo las zonas principales y la 4 considerada como una zona nueva de reproducción. Las demás zonas (1, 3, 5) son consideradas como zonas de solteros, es decir zonas en donde se encuentran machos adultos que no obtuvieron territorios, así como algunos jóvenes y machos viejos. Su periodo reproductivo comienza en mayo cuando llegan los machos adultos y establecen los territorios, y termina al final de julio cuando finaliza el periodo de cópula (Hernández Camacho, 2001). Durante esta temporada es más difícil para el turista acercarse a ellos ya que los machos son muy territoriales y tienen tendencia a ser más agresivos en los primeros meses de nacimiento de las crías. La mayoría de los nacimientos ocurren a finales de junio (Aurioles-Gamboa y Sinsel, 1988).

Además, es importante notar que algunas especies presentes en Los Islotes” están consideradas bajo alguna categoría de protección según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010 (Olmos-Martínez et al., 2014); por ejemplo, la madreperla (*Pinctada mazatlanica*), el pepino de mar (*Isostichopus fuscus*), peces como la damisela azul y amarilla (*Chromis limbaughi*), el lobo marino de California (*Zalophus californianus*), el ángel rey (*Holacanthus passer*) y el ángel cortés (*Pomacanthus zonipectus*).

6.4 Uso turístico

Desde los años 90's, el interés turístico del Archipiélago Espíritu Santo se incrementó mucho debido a su diversidad biológica y su belleza paisajista, que hacen de ella un área apropiada para diversas actividades como ecoturismo,

buceo, snorkel entre otros. “Los Islotes” es el lugar del PNAES más visitado principalmente por la colonia de lobos marinos que se encuentra ahí. Es el sitio de mayor actividad para la práctica del buceo autónomo y el snorkel. Hoy en día hay aproximadamente 25 prestadores de servicios realizando actividades turísticas de buceo y snorkel en el sitio. De ellos 16 lo hacen frecuentemente, es decir casi todos los días, dependiendo de la temporada y mes del año. Diez de ellos realizan la actividad de buceo además del snorkel, mientras que los demás solamente realizan la actividad de snorkel, y en ciertos casos de kayaks.

Con el fin de limitar el daño causados por esas actividades sobre el sitio, ciertas instalaciones fueron habilitadas por la CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). Diez boyas de amarre fueron instaladas repartidas en cada lado de Los Islotes con el fin de limitar el anclaje de las lanchas menores (menos de 10.5 m o 30 pies) en el sitio (Figura 9), lo cual está prohibido. Las embarcaciones de mayor tamaño no pueden usar las boyas de amarre y tienen que anclarse, sin embargo, afuera del sitio, es decir afuera de las zonas de tránsito y natación, en la parte de fondo arenoso.

Las boyas de amarre están repartidas en ambos lados del sitio de la manera siguiente: del lado norte 3 boyas, 2 en la zona 2, y 1 en la zona 1. Del lado sur 7 boyas, 3 en la zona 5 y 4 en la zona 6. No se encuentra ninguna boya en la zona 4 y en la parte sur de la zona 1.

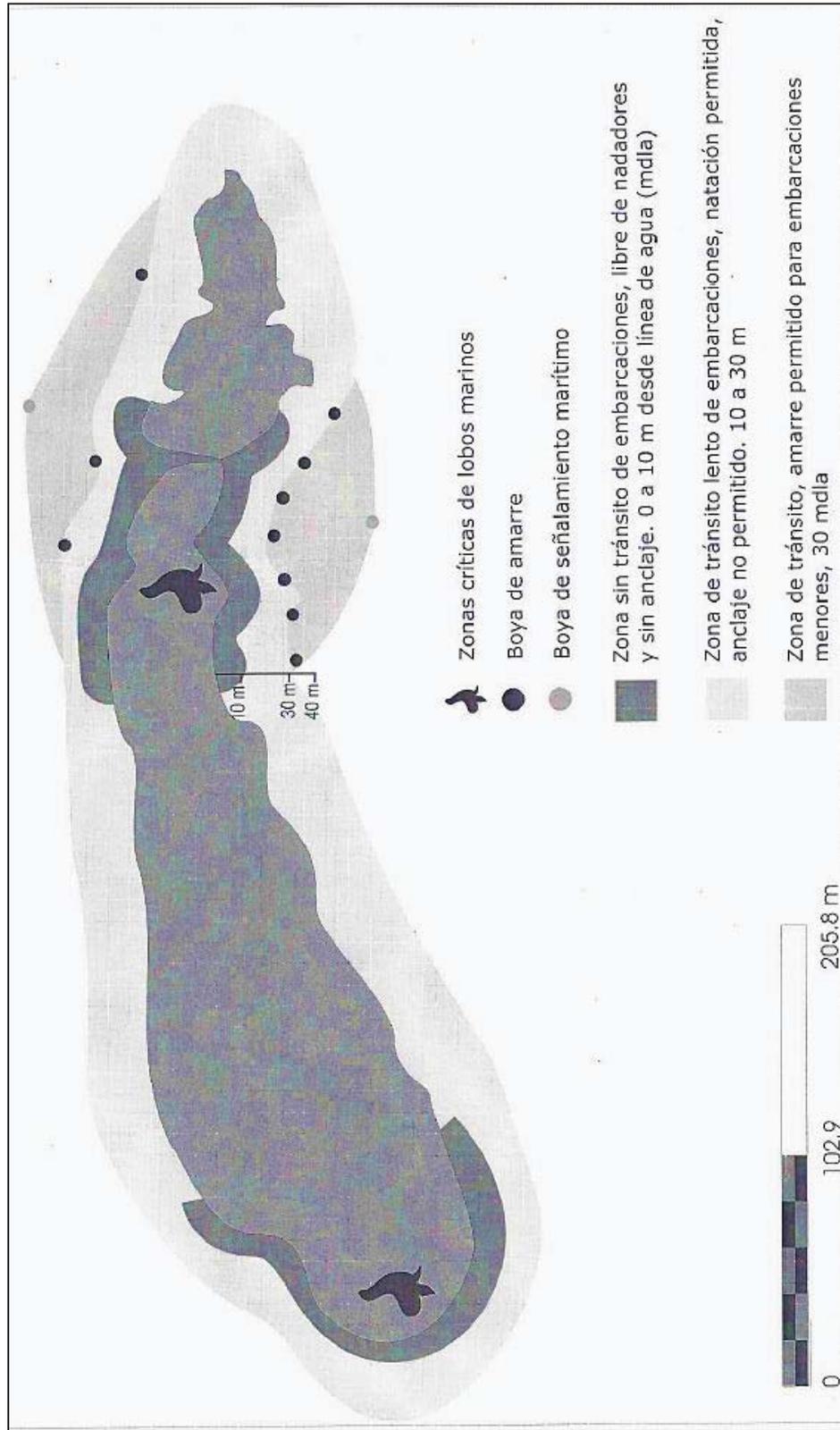


Figura 9. Manejo actual del turismo en el sitio de "Los Islotes" (CONANP).

7. MATERIAL Y MÉTODOS

7.1 Cuantificación y tipificación del daño promedio al sitio

Para la estimación del impacto por buceo libre y Scuba se aplicó el método de Rouphael e Inglis (1997), consistente en el registro de las actividades de los buzos y snorkels durante 10 minutos en cada una de las 6 zonas definidas previamente. Se registró individualmente por buzo SCUBA y snorkel (Anexo 1) con qué frecuencia entran en contacto con el arrecife. Precizando el medio de contacto (aletas, manos, tanque de buceo, entre otros), en qué tipo de sustrato u organismo ocurrió (p.e., coral ramificado, blando o masivo, esponjas, estructura arrecifal, arena, lobos marinos, etc.) y por fin el tipo de acción (p.e., pararse, tocar, acostarse, etc.). Esta actividad fue cuantificada mensualmente. Durante el año de estudio (marzo 2014 hasta marzo 2015) se realizaron 23 salidas al campo con una frecuencia de 1 a 3 días por mes, en las cuales se obtuvieron en total 151 seguimientos de buzos y 471 snorkels entre las diferentes zonas (Tabla I). No hubo salida al campo durante el mes de julio y el de septiembre por el huracán Odile, el cual paró el turismo, incluyendo los paseos a la isla espíritu santo durante todo el mes de septiembre.

Tabla I. Numero de seguimientos realizados en las diferentes zonas del sitio

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Total
Buceo	33	34	0	0	61	23	151
Snorkel	186	88	3	0	77	117	471

Gracias a este procedimiento, se pudo obtener la frecuencia de toque promedio por buzo por minuto por cada una de las seis zonas. Se calculó en un primer tiempo todo tipo de contacto, es decir tanto sobre sustrato como organismos, y posteriormente considerando únicamente el toque sobre organismos. Se consideró que solamente el contacto en los organismos puede causar un daño eventual sobre el arrecife.

Para determinar y estimar el daño en las zonas en donde no hubo seguimiento se tomó el promedio de los valores de las demás zonas en las cuales se obtuvieron registros.

También se registró el número de embarcaciones presente en el sitio (Anexo 2) durante las salidas al campo y el tipo de anclaje usado, considerando 4 categorías: boya de amarre, anclado en el fondo, amarrado a otra lancha o libre. Posteriormente se determinó el porcentaje de anclaje en cada una de las 6 zonas del sitio, así como el número promedio al día de lancha en dichas zonas.

7.2 Estimación del nivel de uso de “Los Islotes”

Para estimar el nivel de uso del arrecife de “Los Islotes”, es decir para estimar la cantidad de visitantes y sus patrones estacionales, se usaron 3 diferentes fuentes de información: las bitácoras de los prestadores de servicios, los datos de monitoreo de embarcaciones, y los registros de la administración del Parque (CONANP) del pago de derechos de entrada por usuarios del área (número de brazaletes vendidos proporcionados por el prestador de servicios turísticos). El pago de derechos tiene dos funciones, por un lado, es un mecanismo para generar ingresos que permitan a la administración del Parque cubrir parcial o totalmente sus gastos de operación (Green y Donelly, 2003) y por otro, permite a la administración tener un registro del número de turistas que visitan el parque. Usando estos 3 métodos se estimó la afluencia mensual de los turistas por número de visitantes en la totalidad del sitio, y posteriormente por actividad en cada una de las 6 zonas.

Sin embargo, cada uno de esos 3 métodos tiene sus argumentos a favor y en contra para usarlo aisladamente en la estimación del nivel de uso del sitio. Por lo tanto, se calculó y estimó un valor de nivel de uso con los 3 métodos y, posteriormente, de estos 3 se obtuvieron valores mínimos, promedios y máximos estimados por mes por actividad por zonas.

- Bitácoras de los prestadores de servicios

Desafortunadamente, solamente 5 de los 16 prestadores de servicios (35.25%) observados regularmente en el sitio nos proporcionaron sus datos de bitácoras, por sus propias razones, tal como el simple hecho de que no guardan esa información o que no quisieron colaborar. Con los datos disponibles se obtuvo el número de visitantes por mes. Luego se calculó el promedio por mes de los 5 prestadores que colaboraron y se multiplicó por 16 (total de prestadores de servicio oficial), obteniendo una estimación del valor de todos los prestadores juntos por visitantes por mes.

El hecho de que no obtuvimos los datos de bitácoras de todos los prestadores de servicios, no nos permitió poder usar solamente este método para determinar el nivel de uso del sitio.

- Número de venta de brazaletes CONANP

Gracias a los datos del número de venta de brazaletes (derecho de entrada al Parque) proporcionado por la CONANP, se obtuvo un estimado del número de visitantes por mes y por año. Sin embargo, existen algunos límites a esos datos, es decir no se puede con exactitud probar que un brazalete vendido, por ejemplo, en el mes de marzo se utilizó para ese mes (lo podría usar en un mes diferente). Además, desafortunadamente se sabe con certeza, por haber discutido con varios prestadores de servicios, guías turísticos y guardaparques, que una gran parte de los prestadores de servicios no usan todo el tiempo los brazaletes. Aparentemente, el motivo de esto es para no pagar el precio de todos los brazaletes que realmente debieron comprar. Dado el hecho de que los brazaletes no son correctamente usados por todos los prestadores de servicios, se comparó las ventas de brazaletes de la CONANP con los números de visitantes llevados a la Isla Espíritu Santo por los 5 prestadores de servicios (es decir el 35.25% del total de los prestadores que van frecuentemente en el sitio).

- Monitoreo de embarcaciones

Para estimar el nivel de uso gracias al monitoreo directo de embarcaciones, se calculó el número promedio por día de visitantes sobre el total de salida al campo por mes y se multiplicó ese valor por el número de día en el mes concerniente. Con el fin de obtener el valor total al año se sumó cada valor de cada mes obtenido.

Dado que no se pudo realizar salidas al campo durante los meses de julio y septiembre (por el huracán Odile), este método carece de valor para estos meses. Además, el nivel de uso estimado por este método dependió del momento en el cual las salidas al campo fueron realizadas. Es decir, durante el fin de semana, vacaciones o día festivos, el número de turista visitando el sitio es mayor que entre semana, por lo tanto, el promedio por día estimado tiene una margen de error no despreciable por lo cual no se pudo usar solamente este método.

Durante los monitoreos de embarcaciones, se registró el número de turistas presente en el sitio, que actividades practicaron y en qué zonas fueron realizadas. Esa información permitió obtener las proporciones que posteriormente fueron extrapoladas al número total promedio, mínimo y máximo de visitantes por mes y año estimado a partir de los 3 métodos.

Los análisis estadísticos fueron realizados con el software Statistica 7, con el fin de determinar si existe diferencia en el uso (número de visitantes) entre las 6 diferentes zonas, así como a lo largo del año, es decir entre los diferentes meses del año y para determinar si existe una diferencia entre los 3 métodos para la estimación del uso del sitio y poder, por lo tanto, afirmar si fue pertinente usar esos tres métodos juntos. Se determinó en un primer tiempo si los datos seguían una distribución normal por medio de un test de normalidad y test de Levine u homogeneidad de varianza. En el caso que era normal, se realizó una ANOVA con el fin de ver si existía una diferencia y posteriormente una prueba *a posteriori* de Tuckey para determinar entre cuales meses se encontraban diferencia. En el caso

que los datos no siguieron una distribución normal se realizó el test de Kruskal-Wallis.

7.3 Estimación de la relación entre impacto al sitio con el nivel cultural y experiencia de buceo y snorkel de los visitantes

Para la evaluación del perfil de los visitantes y su percepción del estado de salud de la AMP se desarrolló una encuesta (Anexo 3) diseñadas para tal efecto. Estas fueron aplicadas una vez que los visitantes terminaron su actividad de buceo recreativo y/o snorkel en el arrecife de “Los Islotes”. Las encuestas nos permitieron determinar el perfil de los visitantes (edad, nacionalidad, etc.), tipo de actividad realizado (Snorkel o SCUBA o ninguno), el número de inmersiones al día, su nivel en la actividad (principiante, avanzado). Además, permitieron estimar su grado de satisfacción en la experiencia y su percepción de la salud del arrecife (excelente, bueno, malo deteriorado), así como conocer si los turistas recibieron información sobre el reglamento del Parque antes de su visita, y si la información proporcionada por el guía fue adecuada. Asimismo, fueron interrogados sobre qué tipo de productos serían recomendables poner a su disposición, como guías de especies marinas, mapas de la zona, etc.).

7.4 Cálculo de la capacidad de carga

Para determinar la capacidad de carga turística (CCT) se aplicó la metodología de Cifuentes Miguel (1992) y Cifuentes-Arias *et al.* (1999), adaptada a las condiciones del ambiente marino por Amador *et al.* (1996), Gallo *et al.* (2001), Sousa-Melo *et al.* (2006), Ríos-Jara *et al.* (2013), Gallo Francisco *et al.* (2012), Ramírez Cordero (2008), y Augustoswki *et al.* (2005).

Esta metodología nos permite establecer el número máximo de turista que puede albergar un área de destino al mismo tiempo, sin dañar la calidad del medio

natural, económico y socio-cultural (Clivaz et al., 2004). La CCT de un área marina protegida (AMP) depende del tamaño y características del arrecife, el daño generado por un buzo promedio, y la capacidad de manejo de la AMP. (Pomeroy et al., 2004). Se mide en términos de número de buceos por sitio por año (Jameson y al., 1999).

La capacidad de carga turística (CCT) se obtiene en 3 etapas:

- Capacidad de Carga Física (CCF)
- Capacidad de Carga Real (CCR)
- Capacidad de Carga Efectiva (CCE) o turística (CCT).

CCF: Dada por la relación directa entre el espacio disponible y la necesidad de espacio por grupo de visitantes;

CCR: Se determina sometiendo la CCF a una serie de factores de corrección (reducción) que son particulares a cada sitio.

CCE (o CCT): Toma en cuenta la capacidad de manejo (CM) de la administración del área protegida, lo que incluye variables como personal, infraestructura y equipos, entre otros.

Cada de esas etapas deriva de la precedente. Por lo tanto, la CCF debe de ser calculada en primera, seguida de la CCR para luego permitirnos calcular la CCE.

Debido al hecho de que cada sitio puede ser afectado por un grupo de factores diferentes por sus características específicas, la capacidad de carga de un área protegida debiera ser calculada por cada sitio.

En este trabajo será calculada la capacidad de carga de Buceo y Snorkel diurno y nocturno por cada una de las 6 zonas del sitio de “Los islotes”. La actividad de snorkel nocturno no se practica dado al alejamiento del sitio de los lugares de

salidas de las lanchas (aproximadamente 1 h 20 de trayecto de ida, saliendo de La Paz) y al hecho de que la mayor parte de las lanchas de prestadores de servicios no están equipadas para la navegación de noche. Sin embargo, si se realiza desde los cruceros de buceo, aunque con poca frecuencia y representa un número mínimo de buceo al año. Se calculó la capacidad de carga nocturna para la actividad saliendo desde La Paz para el snorkel y el buceo, y además desde un crucero para la actividad de buceo, ya que cambia el tiempo de permanencia de la visita y provoca cambios en el valor de la CCF.

Esta se determinó para cada de las 6 zonas, y posteriormente para la totalidad del sitio en el caso de que su conocimiento sea requerido en un futuro, considerando un escenario futuro de posible aumento de la práctica del buceo nocturno en “Los Islotes”.

A continuación, el proceso de cálculo de la capacidad de carga turística se detalla y posteriormente será ilustrado tomando por ejemplo una zona del sitio:

1) Capacidad de Carga Física (CCF): Es el límite máximo de vistas que puede hacerse a un sitio con espacio definido, en un tiempo determinado. Está dada por la relación entre el horario y duración de la visita, el espacio disponible para la visita y el espacio ocupado para una pareja de buceo (cita) ya que de acuerdo a las regulaciones internacionales de buceo y el programa de manejo del complejo insular Espíritu Santo (CONANP y SEMARNAT, 2000), el buceo debe realizarse por pareja.

$$CCF = \left(\frac{S}{Sp} \right) \times Nv \quad (1)$$

dónde:

S = Superficie disponible en metros lineales de cada sendero de buceo.

Sp = Superficie usada por una pareja de buceo.

Nv = Número de veces que podría repetirse la visita al día sin considerar modelos de descompresión.

$$Nv = Hv / Tv \quad (2)$$

dónde:

Hv= Horario de visita.

Tv= Tiempo utilizado en cada visita

Para calcular la CCF fue necesario la estimación de la longitud de los senderos de buceo, es decir de cada de las 6 zona del arrecife. Se midieron nadando con una cinta métrica de 100 m con el fin de ser más preciso.

2) Capacidad de Carga Real (CCR): se obtiene a partir de la CCF de un sitio, después de someterla a una serie de factores de corrección definidos en función de características particulares del sitio. Cada sitio puede ser afectado por un grupo de factores diferente dependiendo de sus características específicas. Estos pueden ser como las características y el nivel de fragilidad de las especies de la comunidad presente en el sustrato, interacciones con el fondo (daños) por los buzos, factores climáticos y accesibilidad en función del nivel de experiencia del visitante, y el tamaño del grupo de buceo.

La fórmula para calcular los factores es la siguiente:

$$FCx = 1 - \left(\frac{Mlx}{Mtx} \right) \quad (3)$$

dónde:

FCx= Factor de corrección x

Mlx= Magnitud limitante x; y

Mtx= Magnitud limitante x

Los factores de corrección fueron formulados según la perspectiva de la probabilidad. El término (Mlx/Mtx) representa la probabilidad empírica del evento x, con base en las observaciones sobre las condiciones notadas durante el campo (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 x analizado $FCx=1-p(x)$ (Gallo *et al.*, 2001).

Los factores de correcciones que serán utilizados en este estudio serán los siguientes:

- factor de corrección social (FCsoc);
- factor de corrección por fragilidad (FCfg);
- factor de corrección de daño por toques (FCdt);
- factor de corrección por condiciones climáticas (FCclim);
- factor de corrección por anclaje (FCanc)
- factor de accesibilidad por viento (FCvie)

➤ **Factor de corrección social (FCsoc):** 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.

$$FCsoc = 1 - \left(\frac{Mlx}{Mtx} \right) \quad (4)$$

dónde:

Mlx= (metros totales sendero – distancia ocupada por las personas en el sendero)
Mtx= magnitud total del sendero

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

$$FCfg = 1 - \left(\frac{Mlx}{Mtx} \right) \quad (5)$$

dónde:

Mlx = porcentaje cobertura de formas ramificadas y foliosas

Mtx= porcentaje total

- **Factor de corrección de daños por toques (FCdañ)** (Ríos-Jara et al., 2013; Gallo et al., 2012): 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. En el caso de no tener información por la zona, se utilizará el valor promedio calculado a partir de todos los sitios. Se calcula de la siguiente manera:

$$CFdañ = 1 - \left(\frac{\text{Frecuencia de toques / buzo / min}}{\text{Tiempo de buceo (min)}} \times 100 \right) \quad (6)$$

dónde: La frecuencia de toque por buzo por minutos se estimó por cada zona frecuentada usando el promedio de todos los seguimientos por cada zona.

- **Factor de corrección por condiciones meteorológicas (FCclim)** El número de días en los cuales no se pudo realizar la actividad debido a fenómenos meteorológicos durante todo el tiempo de muestreo de tal manera que el *FCmt* se calculó de la siguiente forma:

$$FCmt = 1 - \left(\frac{hl}{ht} \right) \quad (7)$$

dónde:

hl= horas cierre al año (dato obtenido por la capitanía de puerto)

ht= horas que el sitio “Los Islotes” está abierto al año

- **Factor de corrección por anclaje (FCanc)** (Augustoswki et al., 2005): Compensa la *esperanza matemática* de daños por anclajes sobre el coral. Considera el porcentaje de anclaje en la zona y el porcentaje de cobertura de coral por zona.

$$FCanc = \left[1 - \left(\frac{\% \text{ anclaje en la zona}}{100} \right) \right] \times \left[1 - \left(\frac{\% \text{ cobertura de coral en la zona}}{100} \right) \right] \quad (8)$$

- **Factor de accesibilidad por viento (FCvie)** (Ríos-Jara et al., 2013; Gallo Francisco et al., 2012; Ramirez Cordero, 2008): Considera las lmites temporales de uso de la zona por fuerte oleaje y viento, ya que dificulta temporalmente el acceso a algunos zonas del sitio. Los vientos fuertes provenientes del norte afectan directamente las zonas 2, 3, 4 y 1; al contrario los vientos fuertes provenientes del sur afectan directamente las zonas 5 y 6. Es importante notar que los vientos de sur no influyen tanto como los de norte por lo tanto es posible seguir practicando las actividades en las zonas 4 y 1. Se estimó de acuerdo con los prestadores de servicios que los vientos arriba de 10 nudos (18 km/h) permiten llegar al sitio, sin embargo impiden la práctica de la actividad en las zonas expuestas.

$$FCvie = 1 - \left(\frac{hlv}{htv} \right) \quad (9)$$

dónde:

hlv = horas en que el viento impido el acceso a la zona

htv= número de horas que el sitio/zona está abierta al año

Para calcular la **CCR**, multiplicamos la **CCF** que será calculada anteriormente, por los factores de corrección calculados para cada uno de los sitios:

$$\text{CCR} = \text{CCF} * (\text{FCsoc} * \text{FCfg} * \text{FCdañ} * \text{FCclim} * \text{FCanc} * \text{FCvie}) = \text{CCF} * \text{FCx} \quad (10)$$

3) Capacidad de Carga Efectiva o turística (CCE o CCT) es el límite máximo de visitas que puede contener el sitio (número máximo de buceos/día que puede permitir el sitio de Buceo). Resulta de la modificación de la CCR por la Capacidad de Manejo (CM) del Parque.

$$\text{CCE} = \text{CCR} \times \text{CM} \quad (11)$$

Por lo tanto, para poder ahora calcular la CCE se necesita calcular la **Capacidad de Manejo (CM)** (Amador et al., 1996):

Para evaluar la CM, se tomó en cuenta tres variables de la administración del parque (personal, Infraestructura, equipo y financiamiento) (Augustoswiki et al., 2005). Estas variables estarán evaluadas según la serie de criterios que son: Estado, Localización y funcionalidad.

- Estado: Son las condiciones de conservación y uso de cada componente como su mantenimiento, limpieza y seguridad, permitiendo el uso adecuado y seguro de las actividades turísticas.
- Funcionalidad: Este criterio es el resultado de la utilidad práctica que cualquier componente tiene tanto para el personal como para los visitantes.
- Localización: se evalúa el número y la facilidad de acceso a y entre las diferentes estructuras y componentes en cuanto al personal como al público.

Se aplicó un cuestionario a los miembros de la administración del Parque, permitiendo obtener una calificación final por cada variable, dando una calificación para cada criterio según la siguiente escala de notificación:

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

Fuente (Cifuentes et al.,1999)

Para cada componente se obtuvo un promedio de calificación y posteriormente la CM se obtuvo a partir del promedio de los valores correspondientes a Infraestructura, Equipo y personal:

La fórmula siguiente será utilizada para tener una calificación final de la CM:

$$CM = \frac{(\text{infraestructura} + \text{equipo} + \text{personal} + \text{financiamiento})}{4} \quad (12)$$

Capacidad de Carga turística total del sitio “Los Islotes”

Después de haber calculado la capacidad de carga turística total para la actividad de buceo diurna y nocturna, se sumarán los valores y obtendremos la capacidad de carga turística total del Parque por cada actividad:

$$\text{Capacidad de carga turística máxima del sitio para la actividad de Buceo} = \text{CC buceo diurna} + \text{CC buceo} \quad (13)$$

$$\text{Capacidad de carga turística máxima del sitio para la actividad de Snorkel} = \text{CC Snorkel diurna} + \text{CC Snorkel} \quad (14)$$

donde:

$$\text{CC total por actividad} = \text{CC zona 1} + \text{CC zona 2} + \text{CC zona 3} + \text{CC zona 4} + \text{CC zona 5} + \text{CC zona 6} \quad (15)$$

- **Determinación de la capacidad de carga turística (CCT) para buceo diurno**

Para el proceso de estimación de la CCT para cada zona de buceo diurno del sitio se utilizó los siguientes supuestos y parámetros:

Supuesto 1: El flujo de visitantes realizando cada actividad se desplaza en un solo sentido en el sendero subacuático.

Supuesto 2: El buceo debe realizarse por pareja, eso de acuerdo a las regulaciones internacionales de buceo y el programa de manejo del complejo insular Espíritu Santo (CONANP y SEMARNAT, 2000).

Supuesto 3: El espacio ocupado por una pareja equipada para buceo autónomo estimada es de 2 m y se asume que cada pareja está separada por 2 m ante la pareja anterior. Por lo tanto, cada pareja ocupa un espacio de 4 m para desplazarse libremente sin entrar en contacto físico con otros buzos, pero tomando en cuenta que el sitio de estudio es pequeño.

Supuesto 4: El número máximo de buzos por guía es de 8, de acuerdo a las regulaciones internacionales de buceo (World Recreational Scuba Training Council WRSTC) y a la asociación profesional de instructores de buceo (Professional association of diving Instructors (PADI), lo que significa un número de 9 buzos por grupo.

Supuesto 5: La distancia entre los diferentes grupos de buzos se estableció en 36 m. Se estimó que cada grupo tiene que estar separado por la distancia ocupada por el grupo mismo. Además, esa distancia permite tener un campo visual libre del espectáculo impuesto por la presencia de otro grupo.

Supuesto 6: El sitio de “Los islotes” no cuenta con un horario estricto de visita, sin embargo, se estima que los horarios de visita para la actividad diurna son de 8:00 a 18:00 hrs (10 horas) y nocturna de 18:00 a 22:00 hrs (4 horas).

Supuesto 7: La duración de la visita es de 5 horas desde que la embarcación sale del lugar de embarque hasta que regresa (una distancia de 1 hora y 20 minutos desde La Paz hasta el sitio “Los Islotes”, tomando en cuenta la realización de 2 buceos con cada una en tiempo de 45 minutos, y un tiempo de superficie de 50 minutos entre cada buceo).

A continuación, se ilustra un ejemplo de cómo se definió la CCT de buceo diurna para todas las zonas del sitio de estudio, utilizando como zona ejemplo **la zona 5**, la cual es mayoritariamente usada para el buceo con una proporción de 35 % sobre la totalidad del sitio.

- **Capacidad de carga física (CCF) de buceo diurno**

$$CCF = \left(\frac{S}{S_p} \right) \times N_v \quad (16)$$

dónde:

S = Superficie disponible en metros lineales de la zona = 250 m

S_p = Superficie usada por una pareja de buceo = 4 m

N_v = Número de veces que podría repetirse la visita al día sin considerar modelos de descompresión.

$$N_v = H_v / T_v \quad (17)$$

Dónde:

H_v = Horario de visita = 10 h

T_v = Tiempo utilizado en cada visita = 5 h

por lo tanto:

$$\begin{aligned} CCF &= \left(\frac{250 \text{ m}}{4 \text{ m}} \times \frac{10 \text{ h}}{5 \text{ h}} \right) \\ &= 125 \text{ visitas (buceos) / día} \end{aligned}$$

El resultado anterior nos indica que, dadas las características del sitio como el tamaño, el horario de acceso y duración de la visita que potencialmente se podrían realizar 125 visitas (buceos) por día en la zona 5, si sólo tomamos en cuenta estos aspectos.

Por la determinación de la CCF para las demás zonas la única característica física que cambia es la Superficie disponible en metros lineales de cada sendero de buceo (S), las demás características no cambian.

- **Capacidad de carga real (CCR) de buceo diurno**

- **Factor de corrección social (FCsoc)**

$$FCsoc = 1 - \left(\frac{Mlx}{Mtx} \right) \quad (18)$$

Dónde:

Mlx= (metros totales sendero – distancia ocupada por las personas en el sendero). Segmento del sendero de buceo que no puede ser ocupado debido a que debe mantenerse una distancia mínima

$$Mlx = S - (P \times NG) \quad (19)$$

En dónde: S : Largo total del sendero

P: Número de personas que pueden estar simultáneamente en el sendero

NG : Número de grupos que pueden estar simultáneamente por sitio

Mtx= magnitud total del sendero = longitud total del sendero = 250 m

Tamaño del grupo (número de buzos en el grupo): **9 buzos**

Distancia entre grupo: **36 m**

Distancia requerida por cada grupo: Un buzo ocupa un espacio de 2 metros y está separado de 2 m con el buzo anterior por lo tanto un buzo ocupa un espacio de **4 m**. El grupo está compuesto de 9 buzos por lo tanto el grupo ocupa un espacio de 36 m. La distancia mínima entre grupos para evitar aglomeración se consideró de 36 m, de tal manera que la distancia entre grupos es de **72 m**.

Por lo tanto:

$$NG = \frac{\text{Longitud total del sendero}}{\text{Distancia requerida por grupo}} = \frac{250}{72} = 3.47 \text{ grupos} \quad (20)$$

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

$$P = NG * \text{tamaño del grupo} = 3.47 * 9 = 31.23 \text{ buzos} \quad (21)$$

La magnitud limitante (Mlx) (segmento del sendero de buceo que no puede ser ocupado debido a que debe mantenerse una distancia mínima entre grupos).

Considerando que cada buzo requiere un espacio de 2 m y que el número de buzo (P) es de 31.23 entonces:

$$\text{Distancia ocupada por las personas en el sendero} = P * 2 = 31.23 * 2 = 62.46 \text{ m} \quad (22)$$

Por lo tanto:

Mlx= (metros totales sendero – distancia ocupada por las personas en el sendero)

$$Mlx=250 \text{ m} - 62.46 \text{ m} = 187.54 \text{ m} \quad (23)$$

Mtx= magnitud total del sendero = 250 m

$$FC_{soc} = 1 - \left(\frac{Mlx}{Mtx} \right) = 1 - \frac{187.5}{250} = 0.25 \quad (24)$$

El valor del factor de corrección social (FC_{soc}) por la zona 5 es 0.25. Para las demás zonas, va cambiando la magnitud total del sendero (Mtx) por el hecho de que varía el número de personas que pueden estar simultáneamente en el sendero, así como el número de grupos que pueden estar simultáneamente por sitio y la longitud en metros lineales total del sendero, sin embargo, el valor final sigue siendo el mismo para las 6 zonas del sitio.

➤ **Factor de corrección por fragilidad (FC_{fg})**

$$FC_{fg} = 1 - \left(\frac{Mlx}{Mtx} \right) \quad (25)$$

Dónde:

Mlx = porcentaje cobertura de formas ramificadas y foliosas = 19 %

Mtx= porcentaje total = 100

$$FC_{fg} = 1 - \left(\frac{Mlx}{Mtx} \right) = 1 - \frac{19}{100} = 0.81$$

El valor del factor de corrección por fragilidad de la zona 5 es 0.81. El valor para las demás zonas cambia, por el hecho de que va cambiando el porcentaje de formas ramificadas y foliosas.

➤ **Factor de corrección de daños por toques (FCdañ)**

$$CFdt = 1 - \left(\frac{\text{Frecuencia de toques / buzo / min}}{\text{Tiempo de buceo}} \times 100 \right) \quad (26)$$

$$CFdt = 1 - \left(\frac{0.054}{45 \text{ min.}} \times 100 \right)$$

$$CFdt = 1 - (0.12)$$

$$CFdt = 0.88$$

El valor del factor de corrección de daño por toque (FCdañ) para la zona 5 es 0.542. Por las demás zonas, la frecuencia de toques por buzos por minutos va cambiando entre las diferentes zonas, por lo que se obtendrá valores distintos.

➤ **Factor de corrección por fenómenos meteorológicos (FCclim)**

$$FCmt = 1 - \left(\frac{hl}{ht} \right) \quad (27)$$

$$FCmt = 1 - \left(\frac{245.4 \text{ horas}}{3650 \text{ horas}} \right)$$

$$FCmt = 1 - (0.067) = 0.93$$

dónde:

hl= horas cierre al año = 245.4

ht= horas que el sitio "Los Islotes está abierto al año" = 365 días x 10 h = 3650 horas

10 h corresponde al horario de visita diurno del sitio de "los islotes".

El valor del factor de corrección por fenómenos meteorológicos (FCmt) para la zona 5 es 0.93. Sigue siendo lo mismo por la totalidad del sitio, es decir para cada una de las 6 zonas del sitio.

➤ **Factor de corrección por anclaje (FCanc)**

Compensa la *esperanza matemática* de daños por anclajes sobre el coral:

$$FCanc = \left[1 - \left(\frac{\% \text{ de anclaje en la zona}}{100} \right) \right] \times \left[1 - \left(\frac{\% \text{ cobertura de coral de la zona}}{100} \right) \right] \quad (28)$$

dónde:

Porcentaje de anclaje en la zona: 7.53 %

Porcentaje de cobertura de coral en la zona: 19 %

Por lo tanto:

$$FCanc = \left[1 - \left(\frac{7.53\%}{100} \right) \right] \times \left[1 - \left(\frac{19\%}{100} \right) \right]$$

$$FCanc = \left[1 - (0.0753) \right] \times \left[1 - (0.19) \right]$$

$$FCanc = 0.9247 \times 0.81$$

$$FCanc = 0.75$$

El valor del factor de daño por anclaje en la zona 5 es 0.75. Por la determinación del factor de corrección por anclaje (FCanc) para las demás zonas, van cambiando los porcentajes de anclaje y cobertura de coral entre las diferentes zonas, por lo tanto, se obtendrá valores distintos.

- **Factor de accesibilidad por viento (FCvie)** La zona 5 esta afectada por los fuertes vientos de norte, se estimó de acuerdo con los prestadores de servicios que los vientos arriba de 10 nudos (18 km/h) impiden la practica de la actividad en la zona:

$$FCvie = 1 - \frac{h_{lv}}{h_{tv}} \quad (29)$$

$$FCvie = 1 - \frac{300 \text{ h}}{3650 \text{ h}}$$

$$FCvie = 1 - 0.082 = 0.92$$

dónde:

h_{lv} = horas en que el viento impido el acceso a la zona = 30 días x 10 h = 300 horas

h_{tv} = número de horas que el sitio/zona está abierta al año = 365 días x 10 h = 3650 horas

10 h corresponde al horario de visita diurno del sitio de "Los Islotes".

El valor del factor de accesibilidad por viento (FCvie) por la zona 5 es de 0.92. Las zonas por su ubicación están expuestas de manera diferentes a los vientos, por lo tanto, el valor cambia dependiendo de la zona.

Calculó de la CCR de buceo diurno, por la zona 5 (zona ejemplo), tenemos que:

$$CCR = CCF \times (FCsoc \times FCfg \times FCdt \times FCclim \times FCanc \times FCvie) = CCF \times FCx$$

$$CCR = 125 \times (0.250 \times 0.81 \times 0.88 \times 0.93 \times 0.75 \times 0.92) = CCF \times FCx$$

$$= 125 \times 0.114 = 14.3 \text{ Buceo / día} \quad (30)$$

De tal manera que la CCR calculada para la zona 5 mediante la aplicación de los factores de corrección a aplicada a la CCF resultó de 14.3 buceos por día. Los valores de la CCF son diferentes entre las diferentes zonas dado al cambio en el valor de la CCF).

- **Capacidad de Carga Efectiva o turística (CCE/CCT) de buceo diurno**

$$\text{CCE buceo diurno} = \text{CCR buceo diurno} \times \text{CM} \quad (31)$$

en dónde:

Se obtuvieron los valores promedio siguientes de cada variable:

$$\text{CM} = \frac{\text{infraestructura} + \text{equipo} + \text{personal} + \text{financiamiento}}{4}$$

$$\text{CM} = \frac{0.693 + 0.825 + 0.695 + 0.825}{4} \quad (32)$$

$$\text{CM} = \frac{3.065}{4}$$

$$\text{CM} = 0.76$$

Ese mismo valor de CM calculado se aplica para cada zona, así como la totalidad del sitio.

por lo tanto: $\text{CCE} = \text{CCR} \times \text{CM}$

$$\text{CCE} = 14.3 \times 0.76$$

$$\text{CCE} = 10.8 \text{ buzos/día}$$

Con lo cual, el número máximo de buceos que se pueden efectuar en la zona 5 por día es 10.8.

Cada de las 6 zonas tienen un valor diferente de CCE, ya que van cambiando algunos parámetros de la ecuación de la capacidad de carga. Tal como la capacidad de carga física (CFF), la capacidad de carga real (CCR) por el factor de corrección de daño por toque (FCdañ), de anclaje (FCanc) y de accesibilidad por viento (FCvie).

Determinación de la capacidad de carga turística para buceo nocturno

Para la actividad nocturna de buceo el cálculo de la CCT se realiza de la misma forma que para la actividad diurna, solamente los supuestos siguientes van cambiando:

Supuesto 4: El número máximo de buzos por guía es de 3, eso de acuerdo a las regulaciones internacionales de buceo (World Recreational Scuba Training Council WRSTC) y la asociación profesional de instructores de buceo (Professional association of diving Instructors (PADI), lo que significa un número de 4 buzos por grupo.

Supuesto 5: La distancia entre los diferentes grupos de buzos se estimó de 16 m. Se determinó que cada grupo tiene que estar separada por la distancia ocupada por el grupo mismo. Además, esa distancia permite tener mantenido un campo visual libre del espectáculo impuesto por la presencia de otro grupo.

Supuesto 6: El sitio de “Los islotes” no cuenta con un horario estricto de visita, sin embargo, se estima que el horario de visita para la actividad nocturna es de 18h00 a 22h00 (4 horas).

Supuesto 7: El buceo nocturno realizado desde cruceros de buceo los cuales se encuentran anclados muy cerca del sitio, tiene una duración de visita de 1 hora desde que las embarcaciones salen del crucero hasta que regresen. (Tomando en cuenta la realización de 1 buceo en el sitio con un tiempo de inmersión de 45 minutos y un tiempo de trayecto hasta el barco ida y vuelta de 15 min.). En cuanto

al buceo nocturno que se realiza desde La Paz, se estimó una duración de visita de 4 horas.

Se siguió el mismo procedimiento que para el buceo diurno para estimar la capacidad de carga efectiva o turística (CCE o CCT) de buceo nocturno en las 6 zonas del sitio. Se calculó la capacidad de carga de buceo por la actividad realizada desde el crucero de buceo y desde La Paz, de manera similar al cálculo diurno, ya que se aplicaron los mismos factores: 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 por anclaje (FCanc) y factor de accesibilidad por viento (FCvie).

Solamente que, debido a los cambios en los supuestos, resulta un cambio en los valores de algunos parámetros de la ecuación de la capacidad de carga, tal como en la capacidad de carga física (CCF), por el cambio en el horario de visita y el tiempo utilizado en cada visita. También hay un cambio en la capacidad de carga real (CCR) por los cambios en los factores de corrección social (FCsoc) ya que varían algunos de sus componentes cómo el número de buzos permitidos por grupo y la distancia requerida entre grupo, así como en el factor de corrección de climático (FCclim) por el cambio en el tiempo de visita y, finalmente, un cambio en el factor de corrección por anclaje (FCanc) para la actividad realizada desde un crucero, ya que los buzos son llevados en el sitio con inflables los cuales no se anclan, el daño por anclaje es nulo y por lo tanto FCanc tiene un valor de 1.

Para ilustrarlo, a continuación, se calcula la capacidad de carga turística (CCT) de buceo nocturno tomando como ejemplo la zona 5 nuevamente, en primer lugar, para la actividad realizada desde un crucero de buceo y en segundo lugar desde la Paz. Solamente que será aquí detallado únicamente el cálculo de los factores de la ecuación que varían:

❖ Actividad de buceo nocturno realizada desde un **crucero de buceo**

- **Capacidad de carga física (CCF) de buceo nocturno desde crucero**

$$CCF = \left(\frac{S}{S_p} \right) \times N_v \quad (32)$$

dónde:

S = Superficie disponible en metros lineales de la zona = 250 m

S_p = Superficie usada por una pareja de buceo = 4 m

H_v = Horario de visita = 4 h

T_v = Tiempo utilizado en cada visita = 1 h

por lo tanto:

$$CCF = \left(\frac{250 \text{ m}}{4 \text{ m}} \times \frac{4 \text{ h}}{1} \right) = 250 \text{ visitas (buceos) / día}$$

- **Capacidad de carga real (CCR) de buceo nocturno (desde un crucero)**

- **Factor de corrección social (FCsoc)**

$$FC_{soc} = 1 - \left(\frac{Mlx}{Mtx} \right) \quad (33)$$

dónde:

Mlx= (metros totales sendero – distancia ocupada por las personas en el sendero). Segmento del sendero de buceo que no puede ser ocupado debido a que debe mantenerse una distancia mínima:

$$Mlx = S - (P \times NG) \quad (34)$$

en dónde: S: Largo total del sendero

P: Número de personas que pueden estar simultáneamente en el sendero

NG: Número de grupos que pueden estar simultáneamente por sitio

Mtx= magnitud total del sendero = longitud total del sendero = 250 m

Tamaño del grupo (número de buzos en el grupo): 4 buzos

Distancia entre grupos: 16 m (igual a la distancia ocupada por el grupo mismo, supuesto 5).

Distancia requerida por cada grupo: Un buzo ocupa un espacio de 2 metros y está separado 2 m del buzo anterior por lo tanto un buzo ocupa un espacio de 4 m. El grupo está compuesto de 4 buzos por lo tanto el grupo ocupa un espacio de 16 m. La distancia mínima entre grupos para evitar aglomeración se consideró de 16 m, de tal manera que la distancia entre grupos es de 32 m

por lo tanto:

$$NG = \frac{\text{Longitud total del sendero}}{\text{Distancia requerida por grupo}} = \frac{250}{32} = 7.8 \text{ grupos} \quad (35)$$

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

$$P = NG * \text{tamaño del grupo} = 7.8 * 4 = 31.2 \text{ buzos} \quad (36)$$

La magnitud limitante (Mlx) (segmento del sendero de buceo que no puede ser ocupado debido a que debe mantenerse una distancia mínima entre grupos).

Considerando que cada buzo requiere un espacio de 2 m y que el número de buzo (P) es de 31.2 entonces:

$$\text{Distancia ocupada por las personas en el sendero} = P * 2 = 31.2 * 2 = 62.4 \text{ m} \quad (37)$$

por lo tanto:

Mlx= (metros totales sendero – distancia ocupada por las personas en el sendero)

$$Mlx=250 \text{ m} - 62.4 \text{ m} = 187.6 \text{ m}$$

Mtx= magnitud total del sendero = 250 m

$$FC_{soc} = 1 - \left(\frac{Mlx}{Mtx} \right) = 1 - \frac{187.6}{250} = 0.25 \quad (38)$$

Por la determinación del factor de corrección social (FCsoc) para las demás zonas al igual que para la actividad diurna, el valor final sigue siendo lo mismo para las 6 zonas.

➤ **Factor de corrección por fenómenos meteorológicos (FCclim)**

$$FC_{mt} = 1 - \left(\frac{hl}{ht} \right) \quad (39)$$

$$FC_{mt} = 1 - \left(\frac{\quad}{\quad} \right)$$

$$FC_{mt} = 1 - (0.17) = 0.83$$

Dónde:

hl= horas cierre al año = 245.4

ht= horas que el sitio “Los Islotes está abierto al año” = 365 días x 4 h = 1460 horas

4 h corresponde al horario de visita nocturno del sitio de “Los islotes”.

El valor del factor de corrección por fenómenos meteorológicos (FCmt) para la zona 5 es 0.83. Sigue siendo lo mismo por la totalidad del sitio, es decir para cada de las 6 zonas del sitio.

- **Capacidad de Carga Efectiva o turística (CCE/CCT) de buceo nocturno (realizado desde un crucero)**

$$CCE = CCR \times CM \quad (40)$$

$$= CCF \times (FC_{soc} \times FC_{fg} \times FC_{dañ} \times FC_{clim} \times FC_{canc} \times FC_{vie}) \times CM$$

$$= 250 \times (0.250 \times 0.81 \times 0.88 \times 0.83 \times 1 \times 0.92) \times 0.76$$

$$= 26 \text{ Buceos / día}$$

De tal manera que la CCE calculada para la zona 5 para el buceo nocturno realizado desde un crucero de buceo, resultó de 26 buceos por día. Al igual que para la actividad diurna, cada una de las 6 zonas tienen un valor diferente de CCE.

❖ Actividad de buceo nocturno realizada desde La Paz

Solamente tenemos un cambio en la capacidad de carga física (CCF), dado al cambio en el tiempo de visita. Los factores de corrección tienen el mismo valor que para la actividad nocturna desde un crucero salvo el FCanc cual tiene el mismo valor que para la actividad de buceo diurno.

- **Capacidad de carga física (CCF) de buceo nocturno (realizado desde la Paz):**

$$CCF = \left(\frac{S}{S_p} \right) \times N_v \quad (41)$$

Dónde:

S = Superficie disponible en metros lineales de la zona = 250 m

S_p = Superficie usada por una pareja de buceo = 4 m

H_v = Horario de visita = 4 h

T_v = Tiempo utilizado en cada visita = 4 h

por lo tanto:

$$CCF = \left(\frac{250 \text{ m}}{4 \text{ m}} \times \frac{4 \text{ h}}{4} \right) = 62.5 \text{ buceos / día}$$

- **Capacidad de Carga Efectiva o turística (CCE/CCT) de buceo nocturno (realizada desde La Paz)**

$$CCE = CCR \times CM \quad (42)$$

$$= [CCF \times (FC_{soc} \times FC_{fg} \times FC_{dañ} \times FC_{clim} \times FC_{canc} \times FC_{vie})] \times CM$$

$$= 62.5 \times (0.25 \times 0.81 \times 0.88 \times 0.83 \times 0.75 \times 0.92) \times 0.76$$

$$= 4.8 \text{ Buceos / día}$$

De tal manera que la CCE calculada para la zona 5, para el buceo nocturno realizado desde La Paz, resultó de 4.8 buceos por día. Al igual que para la actividad diurna, cada una de las 6 zonas tiene un valor diferente de CCE.

Determinación de la capacidad de carga turística para el snorkel diurno

Para la actividad snorkel diurno, el cálculo de la capacidad de carga efectiva o turística (CCE o CCT) se realizó de la misma forma que para el buceo diurno aplicando la misma metodología de Cifuentes-Arias et al. (1999), para las 6 zonas del sitio y posteriormente para la totalidad de los “Islotes”. Por lo tanto, se aplicaron las mismas consideraciones, solamente cambia la capacidad de carga física (CCF) por la variación en la duración de la visita (supuesto 7), y la capacidad de carga real (CCR) por la variación en el factor de corrección de daño por toque (FCdañ), dada modificación en el promedio de impacto por buzo, lo que provoca un cambio en el valor de la CCE (tabla XIV).

Supuesto 7: La duración de visita es de **4 horas** desde que la embarcación sale del lugar de embarque hasta que regresa.

- **Capacidad de carga física (CCF) de snorkel diurno**

$$CCF = \left(\frac{S}{S_p} \right) \times N_v \quad (43)$$

Dónde:

S = Superficie disponible en metros lineales de la zona = 250 m

S_p = Superficie usada por una pareja de snorkel = 4 m

H_v = Horario de visita = 10 h

T_v = Tiempo utilizado en cada visita = 4 h

por lo tanto:

$$CCF = \left(\frac{250 \text{ m}}{4 \text{ m}} \times \frac{10 \text{ h}}{4 \text{ h}} \right) = 156 \text{ visitas (buceos) / día}$$

El resultado anterior nos indica que, dadas las características del sitio como el tamaño, el horario de acceso y duración de la visita que potencialmente se podrían realizar 156.25 visitas (buceos) nocturna en la zona 5, si sólo tomamos en cuenta estos aspectos.

- **Capacidad de Carga Efectiva o turística (CCE/CCT) de snorkel diurno**

$$CCE = CCR \times CM \tag{44}$$

$$= [CCF \times (FC_{soc} \times FC_{fg} \times FC_{dañ} \times FC_{clim} \times FC_{canc} \times FC_{vie})] \times CM$$

$$= 156 \times (0.25 \times 0.81 \times 0.73 \times 0.93 \times 0.75 \times 0.92) \times 0.76$$

$$= 11 \text{ Buceos / día}$$

De tal manera que la CCE calculada para la zona 5 para la actividad de snorkel diurno resultó de 11 buceos por día. Al igual que para la actividad de buceo, cada una de las 6 zonas tiene un valor diferente de CCE.

Determinación de la capacidad de carga turística para el snorkel nocturno

Con relación a la actividad de snorkel nocturno, aunque no es una actividad desarrollada en el sitio por el alejamiento, ante el escenario futuro posible de desarrolló de la actividad en “los Islotes”, se realizó el cálculo de la capacidad de carga efectiva o turística (CCE o CCT). Se supone que la actividad es realizada solamente en lancha desde La Paz. Se realizó de la misma forma que para el cálculo del snorkel diurno, salvo que cambia los supuestos (4 y 5) en relación con el número de snorkel por guía y la distancia entre grupo.

Tenemos un cambio en el valor de la capacidad de carga Física (CCF) y en el factor de corrección social, componente de la Capacidad de carga real (CCR), por el cambio en el valor de la distancia requerido entre grupo. Al igual que para el buceo nocturno el factor de corrección climático (FCclim) cambia por la variación en el horario de visita. Los demás componentes de la ecuación no cambian. Obtenemos valores diferentes de CCE o CCT para las diferentes zonas y diferentes de los valores diurnos.

Supuesto 4: El número máximo de snorkels por guía es de 5, eso de acuerdo a las regulaciones internacionales de buceo (World Recreational Scuba Training Council).

Supuesto 5: La distancia entre los diferentes grupos de buzos se estimó de 48 m. Se estimó que cada grupo tiene que estar separada por la distancia ocupada por el grupo mismo. Además, esa distancia permite mantener un campo visual libre del espectáculo impuesto por la presencia de otro grupo.

8. RESULTADOS

8.1 Resultados de la cuantificación y tipificación del daño promedio al sitio

Estimación del daño por el buceo:

Para la actividad de Buceo se realizó en la totalidad del sitio 151 seguimientos durante los cuales 115 turistas (76%) entraron en contacto por lo menos una vez con la flora o fauna del sitio. El número de contactos totales fue de 357 de los cuales 283 (79.3%) fue sobre el sustrato (arenoso y/o rocoso) y 74 (20.7%) sobre organismos. El promedio general de contactos por buzo por 10 minutos para la totalidad del sitio fue de 2.36, desglosado en 0.49 para contactos con los organismos únicamente, y 1.87 con el sustrato (Tabla 2).

Análisis por zona: Se realizaron 33 seguimientos en la zona 1, de los cuales 23 turistas entraron en contacto con sus componentes (69.7%), con un total de 75 contactos de los cuales 12 (16%) fueron con el sustrato y 63 (84%) con organismos. El promedio de contactos por buzo por 10 minutos en la zona 1 fue de 2.27, de los cuales 0.26 fueron sobre organismos únicamente y 1.91 sobre sustrato.

De los 34 seguimientos de la zona 2, 29 turistas realizaron contactos (85.3%). Hubo 113 contactos de los cuales 19 (16.8%) fueron con organismos y 84 (83.2%) con el sustrato. El promedio de contactos por buzo por 10 minutos en la zona 2 fue de 3.32, 0.56 sobre organismos únicamente y 2.76 sobre el sustrato.

No se observaron turistas realizando la actividad de Buceo en la zona 3 y 4 en los días de seguimientos.

De los 61 seguimientos en la zona 5, 49 turistas entraron en contacto con el sitio (80.3%). Hubo un total de 126 contactos de los cuales 33 (26.2%) fueron con organismos y 93 (73.8%) con el sustrato de la zona. El promedio de contactos por

buzo por 10 minutos en la zona 5 fue de 2.07, de los cuales 0.54 fueron con organismos únicamente y 1.52 con el sustrato.

En cuanto a la zona 6, en donde se realizaron 23 seguimientos, 14 turistas tuvieron contacto en el sitio (60.9%). Hubo 43 impactos en total, de los cuales 10 (23.3%) fueron con los organismos y 33 (76.7%) con el sustrato de la zona. El promedio de contactos por buzo por 10 minutos en la zona 6 fue de 1.87, de los cuales 0.43 fueron con organismos únicamente y 1.43 con el sustrato.

Tabla II. Resultados de seguimiento de buzos durante el periodo de marzo 2014-marzo 2015 en “Los Islotes”, cuantificación del daño promedio al arrecife.

ZONA	Número seguimientos	Uso de la zona (% de seguimiento)	Numero de contactos			Contactos (%)		Contactos / buzo / 10 minutos		
			con organismos	con sustrato	con ambos	con organismos	con el sustrato	con organismos	con el sustrato	con Ambos
1	33	21.9	12	63	75	16.0	84.0	0.36	1.91	2.27
2	34	22.5	19	94	113	16.8	83.2	0.56	2.76	3.32
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	61	40.4	33	93	126	26.2	73.8	0.54	1.52	2.07
6	23	15.2	10	33	43	23.3	76.7	0.43	1.43	1.87
total	151	100	74	283	357	20.7	79.3	0.49	1.87	2.36

La zona que tiene la mayor proporción de buzos que entran en contacto (al menos una vez con el sustrato u organismos es la zona 2 en la cual en 85.5% de los casos se produce contacto y la de menor proporción es la zona 6 con 60.9 % (Figura 10).

En todas las zonas, los contactos por los buzos son mayoritariamente con el sustrato, la zona con más contactos con los organismos es la 5 con 26 % y la menor es la zona 1.

La zona con mayor número promedio de contactos por buzo por rango de 10 minutos es la zona 2 con un valor de 3.32, y la de menor es la zona 6 con un valor de 1.87 (Tabla II)

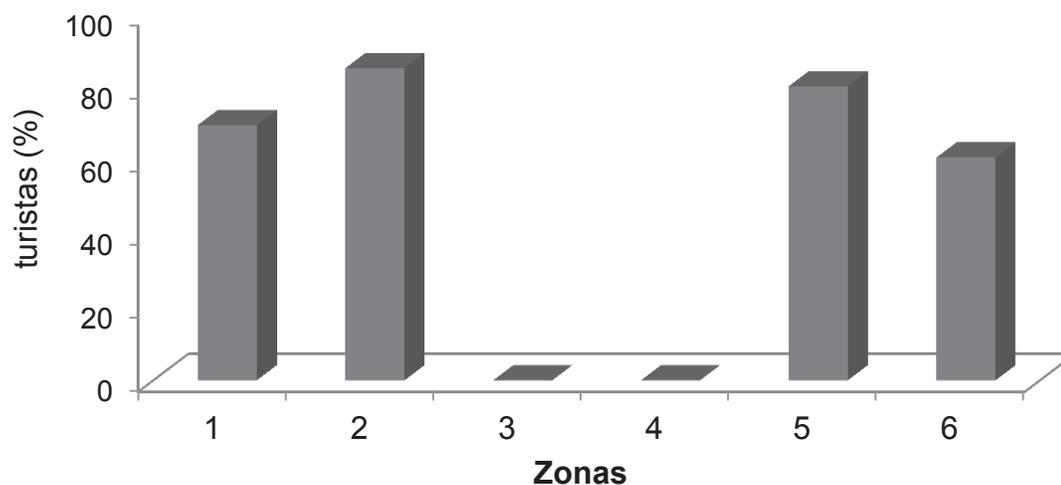


Figura 10. Proporción (%) de turistas por zona que entran en contacto con los componentes del arrecife.

El análisis de contactos indicó que sobre la totalidad del sitio, el medio de contacto con lo cual los turistas impactan los organismos y/o sustrato fue mayoritariamente con las aletas (44.3 %), seguido de las manos (27.5%) y en tercer lugar las rodillas (16, 2 %) (Figura 11).

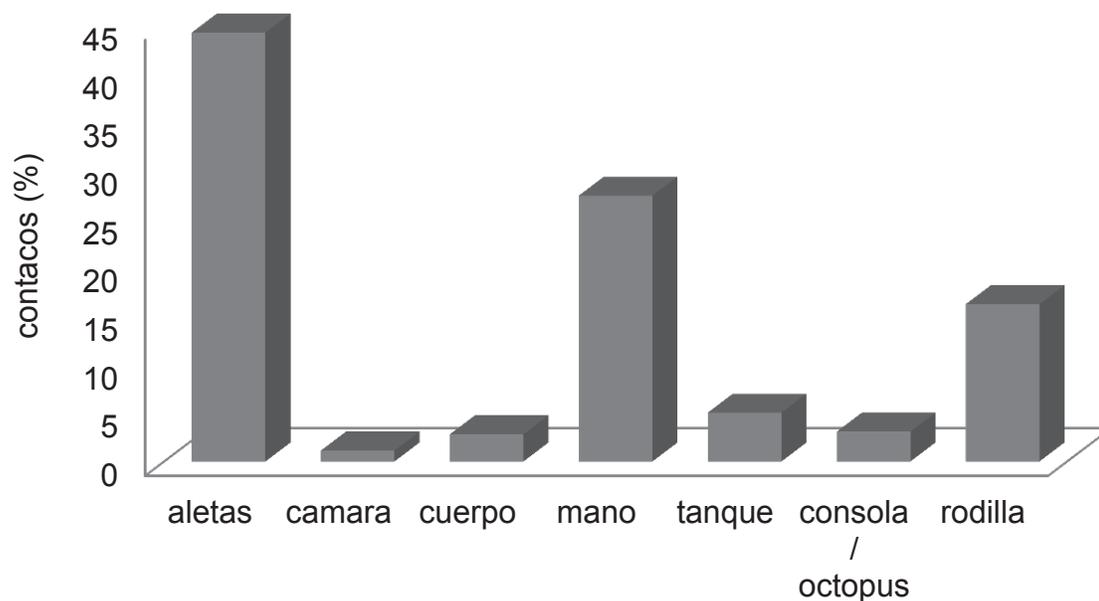


Figura 11. Medio de contacto de los buzos con los componentes arrecifales del sitio.

También se analizó con qué contactaban los buzos considerando la totalidad del sitio: el sustrato rocoso fue impactado en el 70.6% de los casos, seguido por los lobos marinos (11.5 %) (Figura 12).

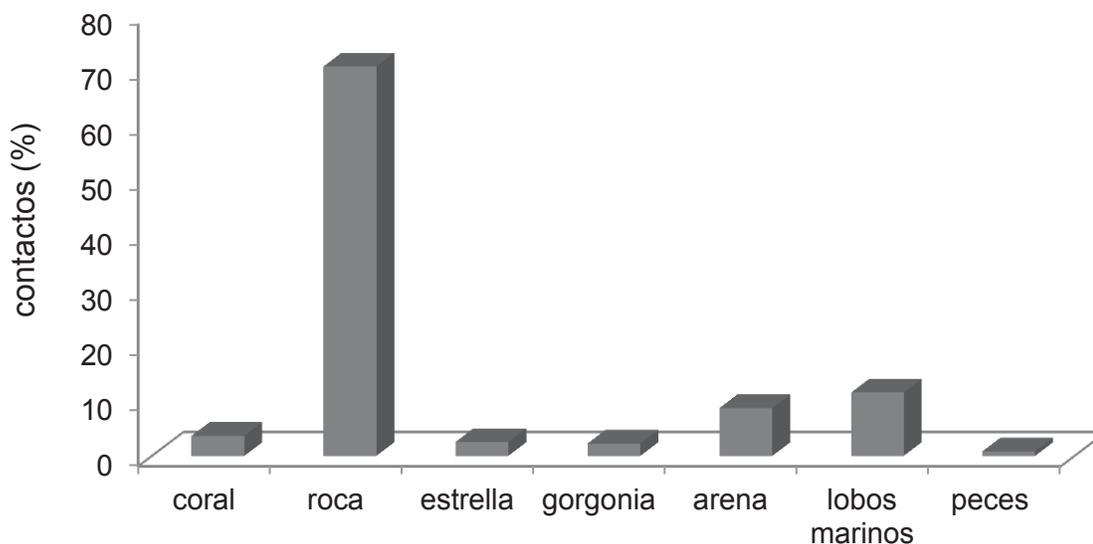


Figura 12. Proporción de los diferentes componentes arrecifales del sitio impactados por los buzos.

Analizando por zona (Tabla III) tenemos que en la zona 1 los componentes del arrecife con el cual se produjo más contactos fueron las rocas (76%), en segundo lugar, el sustrato arenoso y los lobos marinos (ambos 8%). Los menos impactados fueron las estrellas y gorgonias (2.67%).

En la zona 2, las rocas (82%) fueron el componente más impactado por los buzos, seguido de los lobos marinos (8%). Las corales y estrellas (ambos 3.5 %) así como las gorgonias (1.8 %) fueron los organismos menos impactados.

Al igual que las demás zonas, en la zona 5 el componente del sitio que recibió mayores impactos fue el sustrato rocoso (56%), en segundo lugar lobos marinos y el sustrato arenoso (17.5% cada uno). Los organismos menos impactados por los buzos fueron los corales, las gorgonias (ambos 3.2 %) y las estrellas (2.4%).

En la zona 6 el mayor contacto fue con el sustrato rocoso (72%) y en segundo lugar ocurrió con corales (11.6 %), ocupando los lobos marinos (9%) el tercer lugar.

Tabla III. Análisis por zonas de los diferentes componentes arrecifales impactados por los buzos.

<i>Componentes del sitio</i>	Zona 1		Zona 2		Zona 3	Zona 4	Zona 5		Zona 6		Totalidad del sitio	
	numero de contactos	contactos (%)	numero de contactos	contactos (%)			numero de contactos	contactos (%)	numero de contactos	contactos (%)	numero de contactos	contactos (%)
coral	0	0.0	4	3.5	no hubo seguimiento	no hubo seguimiento	4	3.2	5	11.6	13	3.6
roca	57	76.0	93	82.3			71	56.3	31	72.1	252	70.6
estrella	2	2.7	4	3.5			3	2.4	0	0	9	2.5
gorgonia	2	2.7	2	1.8			4	3.2	0	0	8	2.2
arena	6	8.0	1	0.9			22	17.5	2	4.7	31	8.7
lobos marinos	6	8.0	9	8.0			22	17.5	4	9.3	41	11.5
peces	2	2.7	0	0.0			0	0.0	1	2.3	3	0.8
Total	75	100	113	100			126	100	43	100	357	100

Estimación del daño por turistas con snorkel

Para la actividad de snorkels se realizaron 471 seguimientos en total, durante los cuales 119 turistas (25.7%) entraron en contacto por lo menos una vez con la flora o fauna del sitio. El número de contactos totales fue de 246, de los cuales 18 (7.8 %) ocurrieron con el sustrato (arenoso y/o rocoso) y 228 (92.7%) sobre organismos. El promedio general de contactos por buzo por 10 minutos para la totalidad del sitio fue de 0.52, de los cuales 0.48 corresponden a organismos y únicamente 0.04 con el sustrato (Tabla IV).

Analizando por zona, tenemos que de los 186 seguimientos realizados en la zona 1, en 41 casos (22%) los turistas tuvieron algún contacto con la zona. El número total de contactos en la zona fue de 76, de los cuales 12 (15.8%) fueron con el sustrato y 64 (84.2%) con organismos. El promedio de contactos por buzo por 10 minutos en la zona 1 fue de 0.41, de los cuales 0.34 fueron sobre organismos y 0.06 sobre sustrato.

De los 88 seguimientos de la zona 2, diez turistas hicieron contactos (11.4%). El total de contactos fue de 11, de los cuales 7 (63.6%) fueron con organismos y 4 (36.4%) con el sustrato. El promedio de contactos por buzo por 10 minutos en la zona 2 fue de 0.13, de los cuales 0.08 fueron con organismos y 0.05 sobre el sustrato.

No se observaron turistas realizando la actividad de snorkel en la zona 4. En la zona 3 se hicieron 3 seguimientos, pero no hubo ningún contacto.

De los 77 seguimientos realizados en la zona 5, 34 turistas hicieron algún contacto con el sitio (44.2%). Hubo un total de 95 contactos de los cuales 93 (97.9%) fueron con organismos y 2 (2.1%) con el sustrato de la zona. El promedio de contactos por buzo por 10 minutos en la zona 5 fue de 1.23 de los cuales 1.21 fueron con organismos y 0.03 con el sustrato.

En la zona 6, en donde se realizaron 117 seguimientos, 34 turistas entraron en contacto con el sitio (29.1%). Hubo 64 impactos con los organismos. El promedio de contactos por buzo por minuto en la zona 6 fue de 0.55.

Tabla IV. Resultados del seguimientos de snorkels durante el periodo de marzo 2014-marzo 2015 en "Los Islotes", cuantificación del daño promedio al arrecife.

ZONA	Número seguimientos	Uso de la zona (% de seguimientos)	Número de contactos			Contactos (%)		Contactos / buzo / 10 minutos		
			con organismos	con sustrato	con ambos	con organismos	con el sustrato	con organismos	con el sustrato	con Ambos
1	186	39.5	64	12	76	84.2	15.8	0.34	0.06	0.41
2	88	18.7	7	4	11	63.6	36.4	0.08	0.05	0.13
3	3	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	77	16.3	93	2	95	97.9	2.1	1.21	0.03	1.23
6	117	24.8	64	0	64	100	0	0.55	0	0.55
total	471	100	228	18	246	92.7	7.3	0.48	0.04	0.52

La zona que tiene la mayor proporción de turistas con snorkel que entraron en contacto por lo menos una vez con un componente arrecifal, fue la 5 en la cual en 44.2% % de los casos se registró contacto, y la de menor proporción es la zona 2 con 11.4% (Figura 13).

En todas las zonas, al contrario del buceo, los contactos por turistas con snorkel son mayoritariamente con organismos.

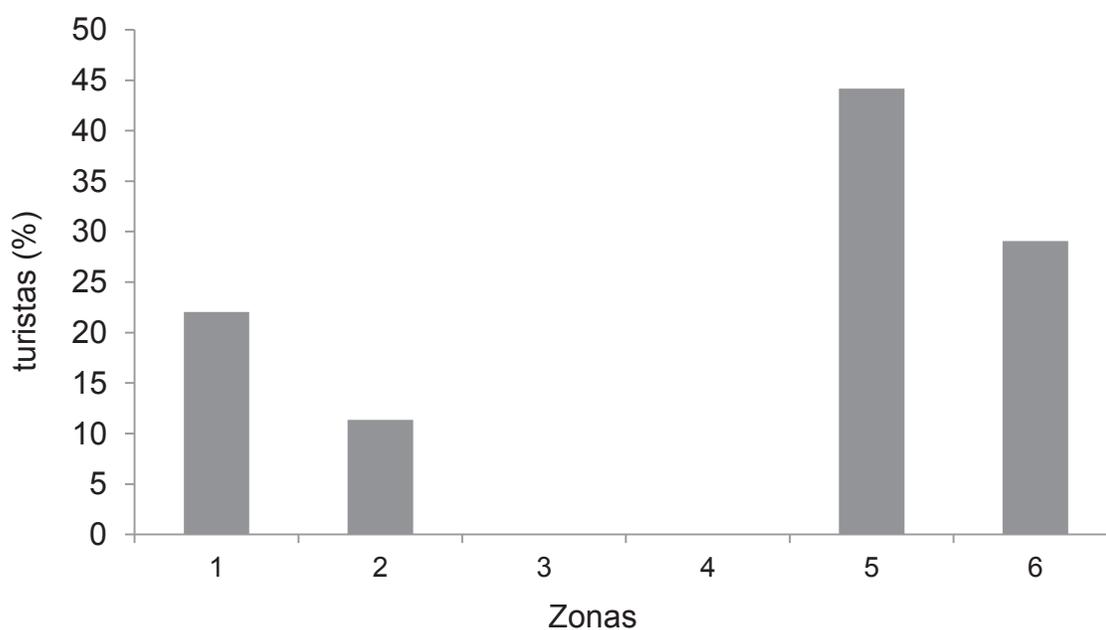


Figura 13. Proporción (%) de turistas con snorkels que entraron en contacto con los componentes arrecifales del sitio.

El análisis de contactos indicó que sobre totalidad del sitio, el medio de contacto con lo cual los snorkels impactaron los componentes arrecifales del sitio fue mayoritariamente con las manos (77.6 %), seguido de las aletas (15.9%) y en tercer y último lugar el cuerpo (6.5 %) (Figura 14).

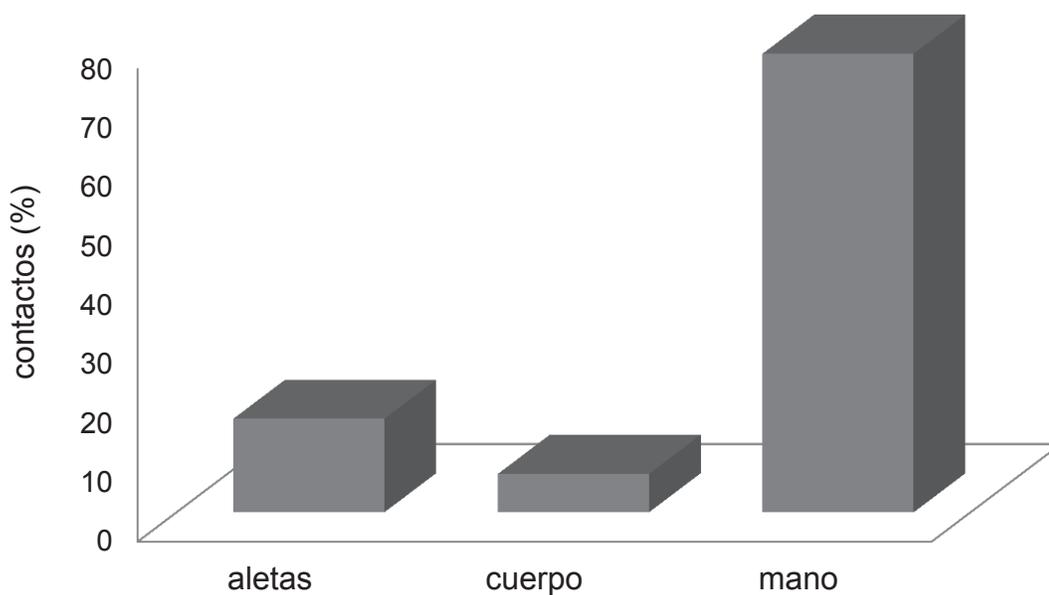


Figura 14. Proporción (%) de medios de contacto de los practicantes de snorkel con los componentes arrecifales del sitio.

También se analizó con qué proporción ocurrían dichos contactos con los diferentes organismos del arrecife por turistas utilizando snorkels, siendo en la totalidad del sitio los lobos marinos los más contactados (70.6% de los casos), y en segundo lugar las estrellas (13.4%). Los menos impactados fueron los peces (0.4%) y los corales (4.1%) (Figura 15).

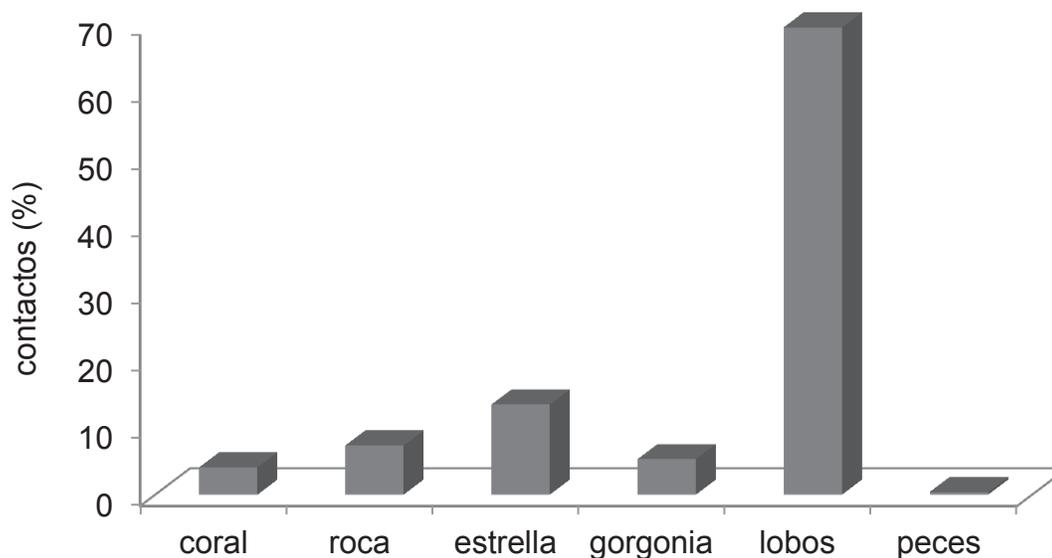


Figura 15. Proporción de los diferentes componentes arrecifales del sitio impactados por turistas con snorkel.

Los análisis de impacto sobre organismos por zona se muestran en la Tabla V. En la zona 1 los organismos del arrecife con más contactos fueron las estrellas (30.3 %), en segundo lugar los lobos marinos (25%) y en tercer lugar las gorgonias (15.8 %). Es importante notar que los corales en la zona 1 tienen también un porcentaje de impactos notables en comparación con las demás zonas, ya que es la única zona en la cual ocurrieron contactos. Los menos impactados fueron los peces (1.3 %).

En la zona 2, de nuevo las estrellas fueron los organismos más impactado por turistas con snorkels, ya que recibieron el 63.6 % del total de impactos de la zona. En segundo y último lugar se presentaron más contactos con el sustrato rocoso (36.4%).

En la zona 5, el componente del sitio que recibió mayores impactos fueron los lobos marinos (96.8%). Los demás componentes que fueron impactados con menores proporciones fueron las estrellas (ambos 1.1 %) y el sustrato rocoso (2.1%).

En la zona 6, el mayor contacto fue con los lobos marinos (72%) y en segundo lugar ocurrió con corales (11.6 %), siendo con lobos marinos (9%) en tercer lugar.

Tabla V. Análisis por zonas de los impactos en diferentes componentes arrecifales del sitio para la actividad de snorkel.

Componentes del sitio	Zona 1		Zona 2		Zona 3	Zona 4	Zona 5		Zona 6		Totalidad del sitio	
	numero de contactos	contactos (%)	numero de contactos	contactos (%)	3 seguimientos pero ningún contactos	no hubo seguimiento	numero de contactos	contactos (%)	numero de contactos	contactos (%)	numero de contactos	contactos (%)
coral	10	13.2	0	0					0	0	0	0
roca	11	14.5	4	36.4			2	2.1	0	0	18	7.32
estrella	23	30.3	7	63.6			1	1.1	4	6.25	33	13.41
gorgonia	12	15.8	0	0			0	0	0	0	13	5.28
lobos marinos	19	25	0	0			92	96.8	60	93.7	171	69.51
peces	1	1.3	0	0			0	0	0	0	1	0.41
Total	76	100	11	100			95	100	64	100	246	100

Estimación del daño por las embarcaciones

Se estimó el daño causado por las embarcaciones en el sitio mediante el estudio de los medios de fondeos (manera con la cual las lanchas se establecen en el sitio) y la frecuencia por lo cual se utilizaron, así como el porcentaje de anclaje por zona. Posteriormente, se determinó el número promedio de embarcaciones por zonas por día. En los 23 días de salida al campo realizados en el año de estudio, se registraron 159 lanchas en el sitio, pudiéndose registrar el tipo de fondeo para 152 de ellas, base para este análisis.

Hay 4 medios de fondeos en Los Islotes: amarre en una boya, anclado, amarado a otra lancha, y libre, es decir al garete.

Amarre en boyas fue el método más frecuente ya que se registró en el 69.2% de los casos. El amarre por medio del ancla ocupó el segundo lugar con 17 % de los casos (Figura 16).

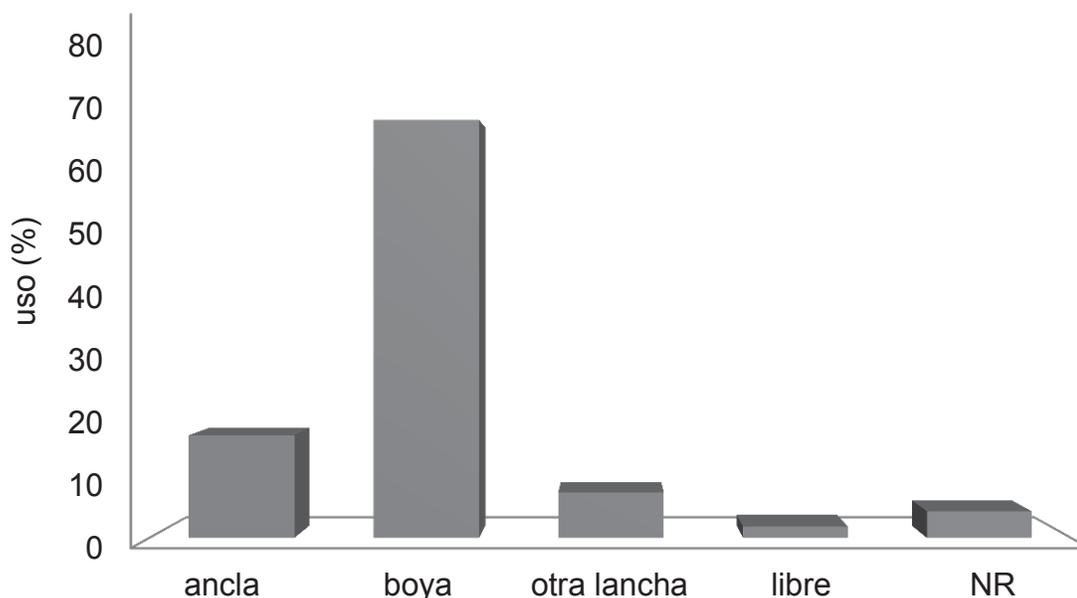


Figura 16. Proporción (%) de uso de los diferentes medios de anclaje en el sitio “Los Islotes” durante el año de estudio.

La zona en la cual se fondearon mayor número de lanchas fue la zona 6, en la cual se contabilizaron 49 lanchas (36.2 %), en segundo lugar la zona 5 con 47 (31 %). Mientras que la zona 3 fue la de menor proporción de lanchas fondeadas con 1 lancha (0.6%). No se observó ninguna lancha fondeada en la zona 4 (Tabla VI).

El tipo de fondeado más utilizado en el sitio es “amarado a una boya”, ya que 110 embarcaciones (72.4%) usaron este medio, seguido de “anclado en el fondo” en segundo lugar con 27 embarcaciones (18 %) (Tabla VI).

Sobre la totalidad de las embarcaciones ancladas en Los Islotes, la zona 5 fue la que recibió la mayor proporción (44%) (Anexo 1), seguida de la 6 (26%), siendo la zona 4 la de menor proporción ya que ninguna embarcación fue vista anclada en ella.

La zona de mayor proporción de embarcaciones amaradas en boyas sobre la totalidad que usaron este tipo de fondeo fue la zona 6 (35 %) seguida de la 2 (32 %), siendo la zona 1 la de menor proporción. No hay boyas en las zonas 3 y 4 por lo tanto es imposible de usar este tipo de fondeo en dichas zonas.

La zona en la cual la proporción de embarcaciones amarradas en otras es mayor es la zona 5 (Anexo 4) ya que el 50 % usó este tipo de fondeo, mientras que fue poco utilizado (17 %) en las zonas 1, 2 y 3; ninguna embarcación utilizó este medio de fondeo en las zonas 3 y 4.

Quedar libre, es decir sin ningún fondeo fue utilizado solamente en las zonas 6 y 5 en el 67 % y 33% de los casos, respectivamente (Tabla VI, Figura 17).

Tabla VI. Análisis del tipo de fondeo en "Los Islotes" durante el año de estudio.

ZONA	anclada			boya			otra lancha			libre			total	
	número de embarcaciones	proporción sobre la totalidad del sitio (%)	Proporciones por zonas (%)	número de embarcaciones	proporción sobre la totalidad del sitio (%)	proporciones por zonas	número de embarcaciones	proporción sobre la totalidad del sitio (%)	Proporciones por zonas (%)	número de embarcaciones	proporción sobre la totalidad del sitio (%)	Proporciones por zonas (%)	número de embarcaciones	proporción sobre la totalidad del sitio (%)
1	4	2.6	14.8	9	5.9	8.2	2	1.3	16.7	0	0	0	15	9.8
2	3	1.9	11	35	23.0	31.8	2	1.3	16.7	0	0	0	40	26.3
3	1	0.6	3.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.66
4	Ninguna													
5	12	7.9	44.4	28	18.4	25.5	6	3.9	50	1	0.7	0.7	47	31
6	7	4.6	26	38	25	34.5	2	1.3	16.7	2.0	1.3	1.3	49	32.2
total	27	17.8	100	110	72.4	100	12	7.9	100	3	2	100	152	100

Posteriormente, se determinó el número promedio de lanchas por día, resultando en 12.43 lanchas diarios en la totalidad de sitio. La zona con el número promedio más elevado fue la zona 5, con un valor de 3.13 lanchas por día, mientras que la de menor promedio fue la zona 3 con 1 lancha por día. No hubo ninguna lancha fondeada en la zona 4 (Figura 17).

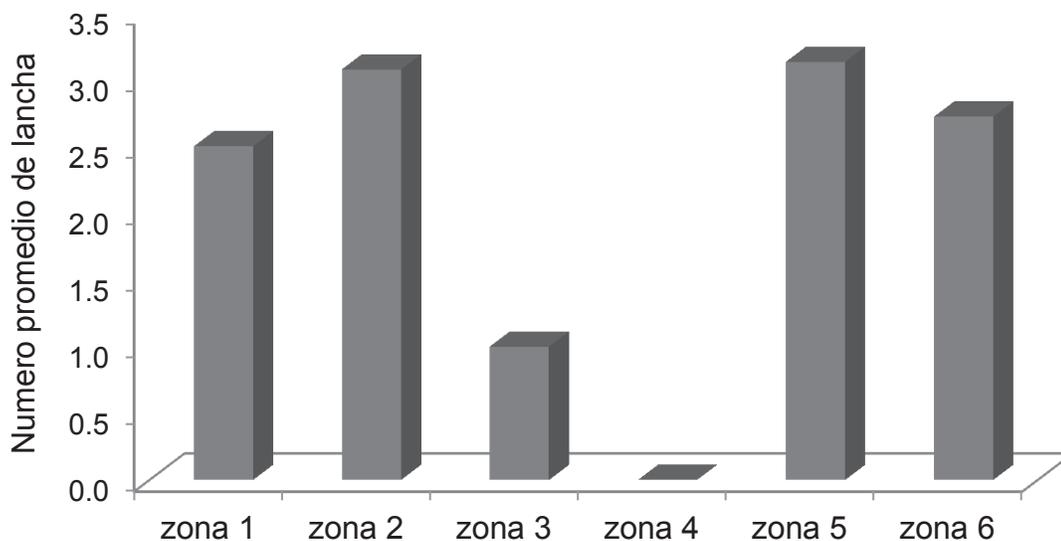


Figura 17. Estimación del número promedio de lanchas establecidas por día en las diferentes zonas de Los Islotes.

8.2 Estimación del nivel de uso del sitio “Los Islotes”

Análisis de los métodos usados para la evaluación

El número de visitantes obtenido a partir de la venta de brazaletes por la CONANP dio un número menor de visitantes por mes y año (15,344 visitantes) mientras que el método consistente en usar las bitácoras de los prestadores de servicios dio números mayores (22,586 visitantes). La estimación realizada usando el monitoreo de embarcación dio un número de 20,325 visitantes, situándose por lo tanto entre los dos métodos precedentes (Figura 18) .

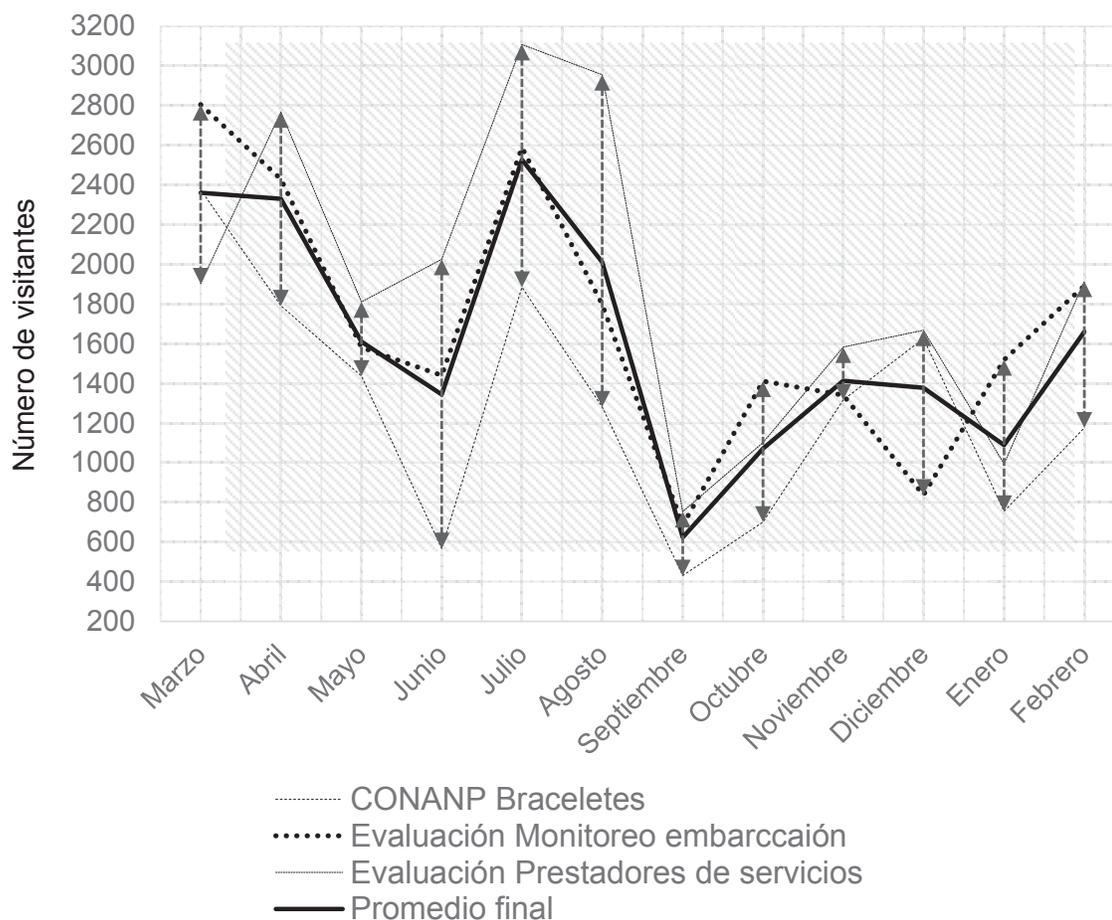


Figura 18. Estimación mensual del número de visitantes en "Los Islotes" durante el año de estudio (marzo 2014-marzo 2015) usando diferentes métodos.

No se encontraron diferencias significativas en el número de visitantes entre los tres métodos, por lo tanto, se pueden usar juntos para obtener una estimación del número de visitantes anual (Figura 19).

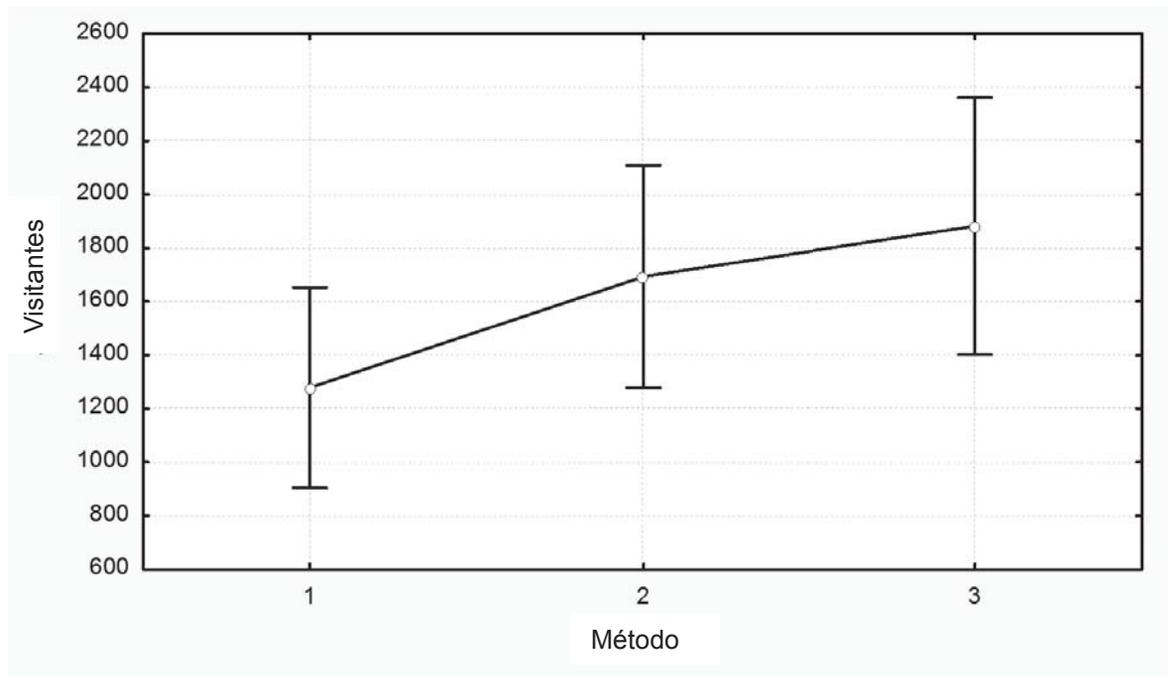


Figura 19. Resultados del análisis estadística ANOVA mostrando si existe una diferencia entre los 3 métodos (1.Venta de brazaletes, 2. Monitoreo de embarcaciones, 3. Prestadores de servicios) (intervalo de confianza 0.95, $F(2, 33)=2.5523$, $p=0.09318$).

Por otro lado, se comparó el número de visitantes dado por los prestadores de servicios y el dado por la CONANP y se resaltó el hecho de que los brazaletes no se usan como es debido. Ya que en ciertos meses, como el mes de junio, el número de visitantes obtenidos de los prestadores de servicios está por arriba del número de brazaletes vendidos por la CONANP.

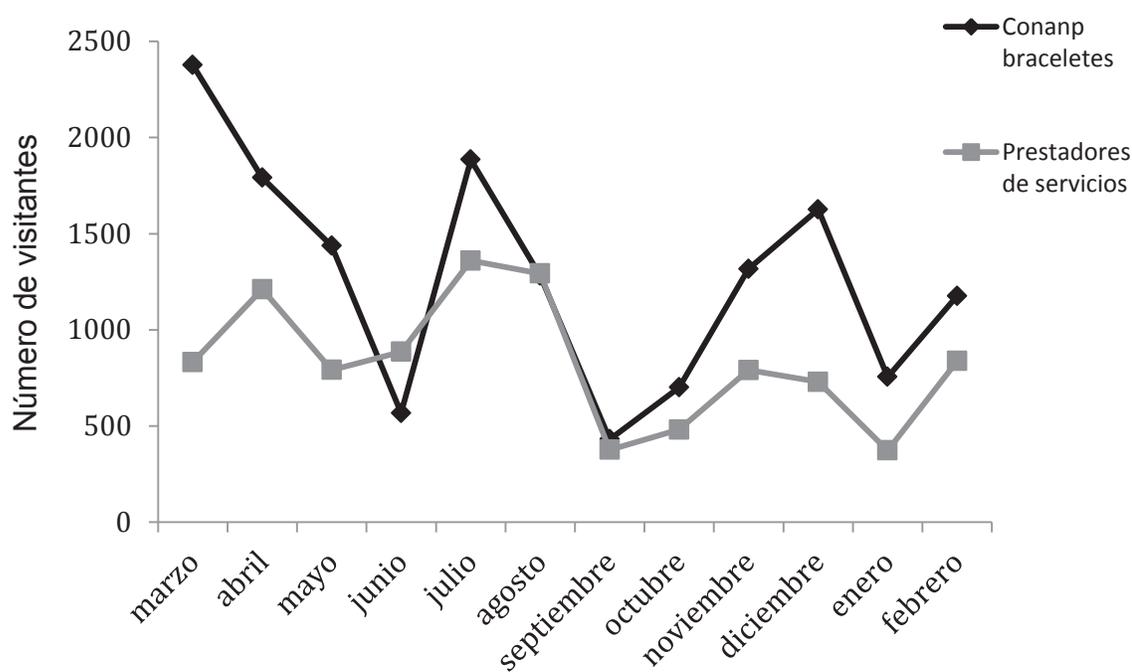


Figura 20. Resultados de la comparación entre número de visitantes dado por los prestadores de servicios y por la CONANP, durante el año de estudio en “los Islotes”.

Estimación final del número de visitantes

Durante el año de estudio (marzo 2014 – marzo 2015) el número estimado de turistas que visitaron el sitio fue de 19,317 turistas, de los cuales 15,397 (80%) realizaron la actividad de snorkel y 3,920 (20%) la actividad de buceo. Por lo tanto, la actividad con snorkel es la mayoritaria.

Usando la estimación del número de visitantes por mes obtenidos por los 3 métodos vistos anteriormente, se estimó un promedio, un mínimo y un máximo con el fin posteriormente de hacer más precisa la comparación entre el uso actual y el límite máximo de uso (Tabla VII).

Tabla VII. Estimación del turismo de buceo y snorkels en número de visitantes durante el año de estudio (marzo 2014- marzo 2015) en "Los Islotes".

<u>Ambos actividades totalidad del sitio</u>														
	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	Total al año
<i>Minimo</i>	1902	1791	1437	568	1885	1281	431	701	1317	837	755	1176	2144	14081
<i>Valor</i>	2361	2330	1609	1344	2426	2011	623	1071	1413	1377	1090	1660	2374	19317
<i>Maximo</i>	2806	2768	1810	2025	3109	2955	754	1411	1582	1669	1519	1915	2604	24322

<u>Actividad de Snorkel</u>														
	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	Total al año
<i>Minimo</i>	1713	1504	1338	402	1508	1104	345	285	845	548	659	1002	1850	11253
<i>Valor</i>	2126	1956	1499	952	2022	1734	499	435	907	901	951	1414	2049	15397
<i>Maximo</i>	2527	2324	1686	1434	2487	2548	603	574	1015	1092	1326	1632	2248	19247

<u>Actividad de buceo</u>														
	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	Total al año
<i>Minimo</i>	189	287	99	166	302	177	86	416	472	289	96	174	294	2753
<i>Valor</i>	235	374	110	392	404	277	125	636	506	476	138	246	325	3920
<i>Maximo</i>	279	444	124	591	497	408	151	837	567	577	193	284	357	4951

Utilizando los datos de bitácoras de los prestadores de servicios, se efectuó un análisis sobre la fluctuación a lo largo del año del número de visitantes en el sitio de “los Islotes” (Figura 21 y 22 y Tabla VII.). El test de normalidad y homogeneidad de varianza (Levene) mostró que los datos eran normales, por lo que se realizó un ANOVA que demostró la existencia de diferencias significativas en la frecuencia de turistas entre algunos meses del año. Las mayores similitudes se encuentran entre los meses de verano, julio y agosto, con el mes de abril; así como entre los meses de marzo con mayo, junio y noviembre y diciembre. Las mayores diferencias se encuentran entre los meses de abril, julio y agosto con los meses de septiembre octubre y enero.

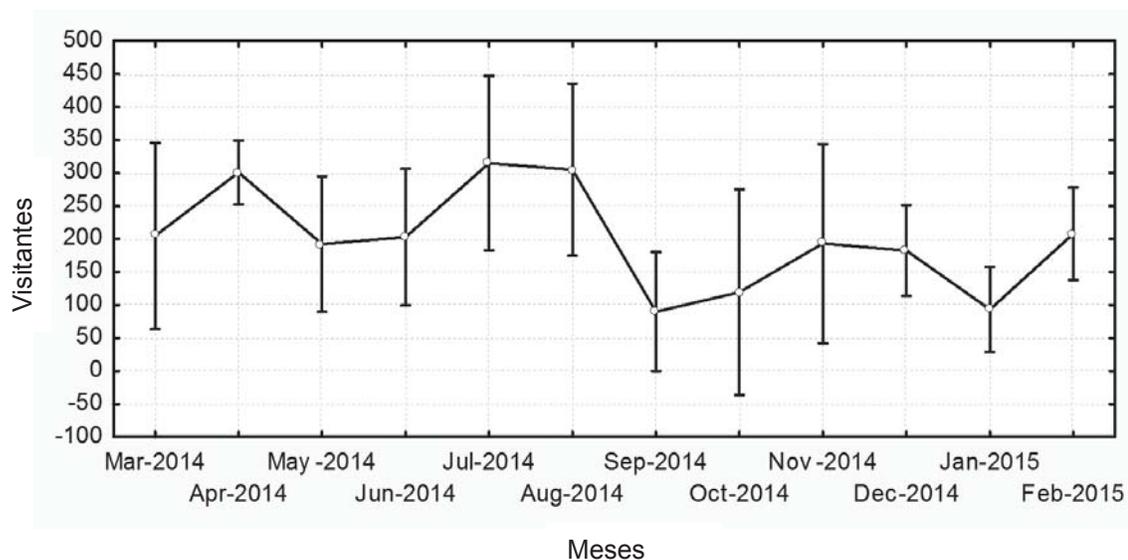


Figura 21. Resultados de la prueba de Tuckey, que muestra la diferencia en la frecuencia turística (buzos y snorkel) entre los diferentes meses año en "Los Islotes" durante el año de estudio (intervalo de confianza 0.95, $F(11, 36)=4.8849$, $p=0.00014$).

La fluctuación a lo largo del año para la actividad de snorkel es mucho más pronunciada que para la actividad de buceo.

Para la actividad de snorkel, los picos de turismo fueron en los meses de marzo (2,126 snorkels), abril (1,956 snorkels), julio (2,022 snorkels) y agosto (1,734 snorkels), mientras que los meses de septiembre (499 snorkels) y octubre (435 snorkels) fueron los de menos turismo.

Para la actividad de buceo, los picos de turismo fueron en los meses de octubre (636 buzos) y noviembre (506 buzos), mientras que los meses de mayo (110 buzos), septiembre (125 buzos) y enero (138 buzos) fueron los de menos buceo.

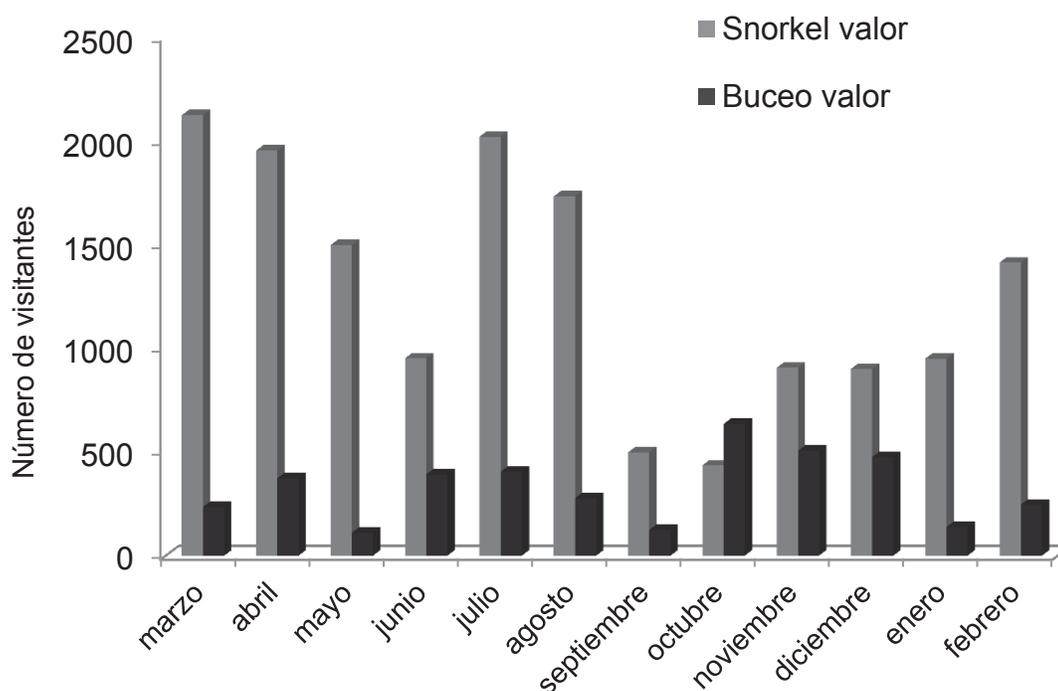


Figura 22. Fluctuación del turismo en "Los Islotes" durante el año de estudio (marzo 2014 - marzo 2015) para las actividades de buceo y snorkel.

En la zona 1, la afluencia turística fue de 4,708 turistas de los cuales 3,739 snorkels y 969 buzos. Para la actividad de snorkel, el pico turístico fue en agosto (890 snorkels), mientras que el mes de diciembre fue el que presentó el menor número (81 snorkels). Para la actividad de buceo, el pico turístico fue en abril (216 buzos) y octubre 197 buzos), mientras que no se practicó la actividad en esa zona durante los meses de noviembre y diciembre (Figura 23).

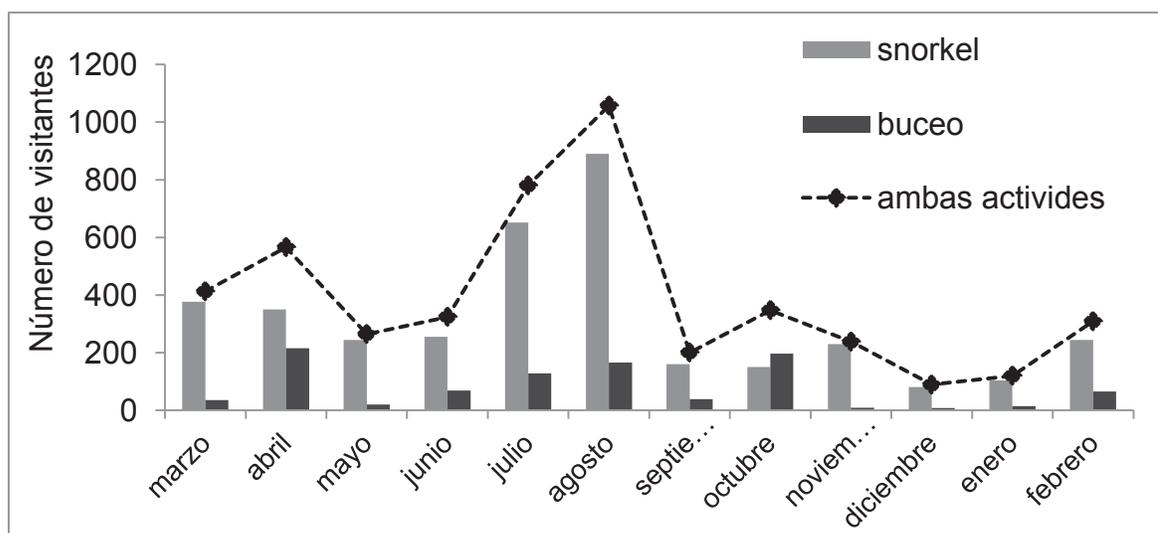


Figura 23. Fluctuación anual del turismo de snorkel y buceo en la zona 1 durante el año de estudio en "Los Islotes".

En la zona 2, la afluencia turística fue de 4,666 turistas de los cuales 3,671 snorkels y 995 buzos. Para la actividad de snorkel el pico turístico fue en mayo (680 snorkels) mientras que los meses de diciembre y enero no se practicó la actividad en esa zona. Para la actividad de buceo, el pico turístico fue en junio (208 buzos), mientras que los meses de menor actividad fueron los de enero y febrero en donde no se practicó la actividad en esa zona (Figura 24).

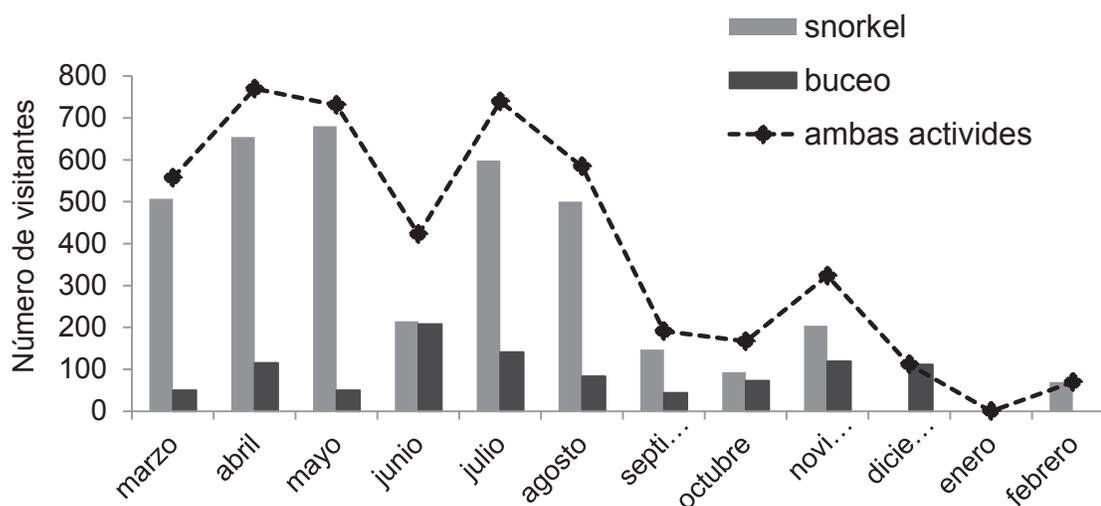


Figura 24. Fluctuación anual del turismo de buceo y snorkel en la zona 2 durante el año de estudio.

En la zona 3, el turismo fue mínimo ya que solamente se registró actividad de snorkel (39 snorkels) y se realizó únicamente en los meses de noviembre (26 snorkels) y marzo (13 snorkels) (Figura 25).

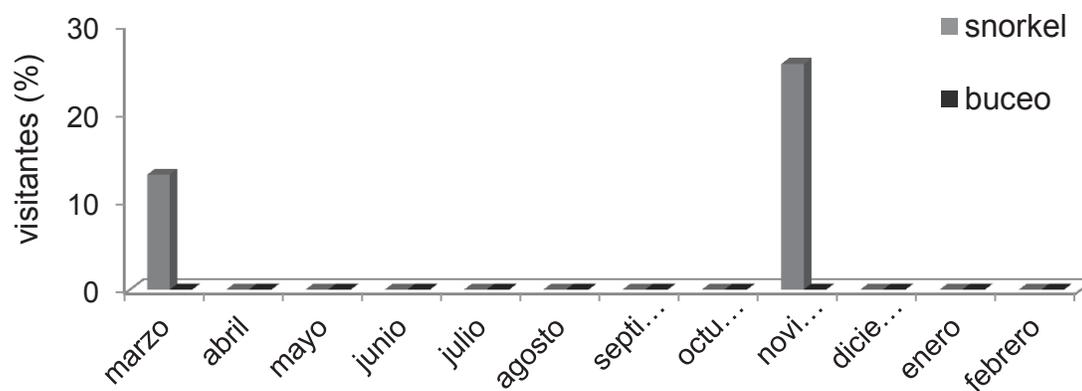


Figura 25. Fluctuación anual del turismo de buceo y snorkel (%) en la zona 3 durante el año de estudio.

En la zona 4 no se registró ninguna actividad durante el año de estudio.

En la zona 5, la afluencia turística fue de 4,064 turistas de los cuales 3,326 snorkels y 739 buzos. Para la actividad de snorkel, el pico turístico fue en febrero (606 snorkels). Para la actividad de buceo, el pico turístico fue en noviembre (194 buzos) y diciembre (182 buzos). Mientras que el mes de menor intensidad para ambas actividades fue agosto, durante el cual no se registraron turistas en esa zona (Figura 26).

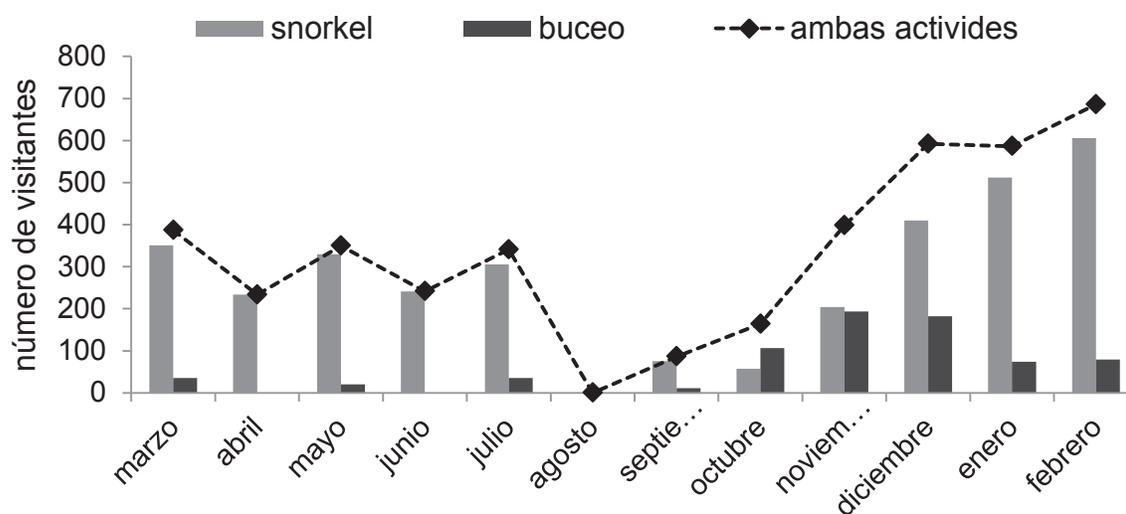


Figura 26. Fluctuación anual del turismo de buceo y snorkel en la zona 5 durante el año de estudio.

En la zona 6, la afluencia turística fue de 5,840 turistas de los cuales 4,622 snorkels y 1,217 buzos. Para la actividad de snorkel, el pico turístico fue en marzo (878 snorkels), mientras que el mes de menor intensidad para la actividad fue el de septiembre (115). Para la actividad de buceo, el pico turístico fue en octubre (259 buzos) y los meses de menor intensidad fueron los de mayo (20 buzos) y agosto (28 buzos) (Figura 27).

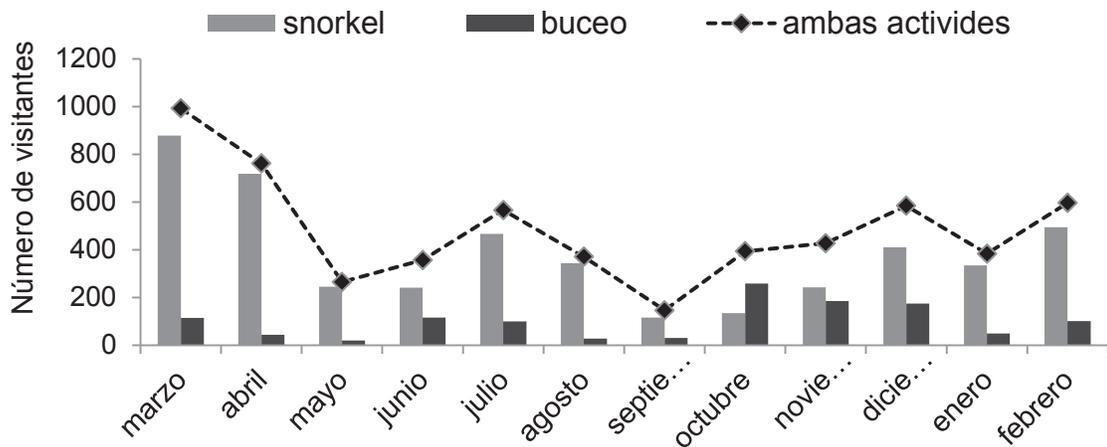


Figura 27. Fluctuación del turismo de buceo y snorkel en la zona 6 durante el año de estudio.

Con el fin de ver si existían diferencias en el uso de las diferentes zonas se hizo un análisis estadístico. El test de normalidad y homogeneidad de varianza (Levene) reveló que los datos eran normales. Por lo tanto, se realizó un ANOVA la cual nos indicó que existían diferencias significativas en la frecuentación turística entre las diferentes zonas del sitio. Las mayores similitudes se encontraron entre las zonas 1, 2, 5 y 6 las cuales presentaron un uso diferente de las zonas 3 y 4, siendo esas últimas mucho menos frecuentadas (Figura 28).

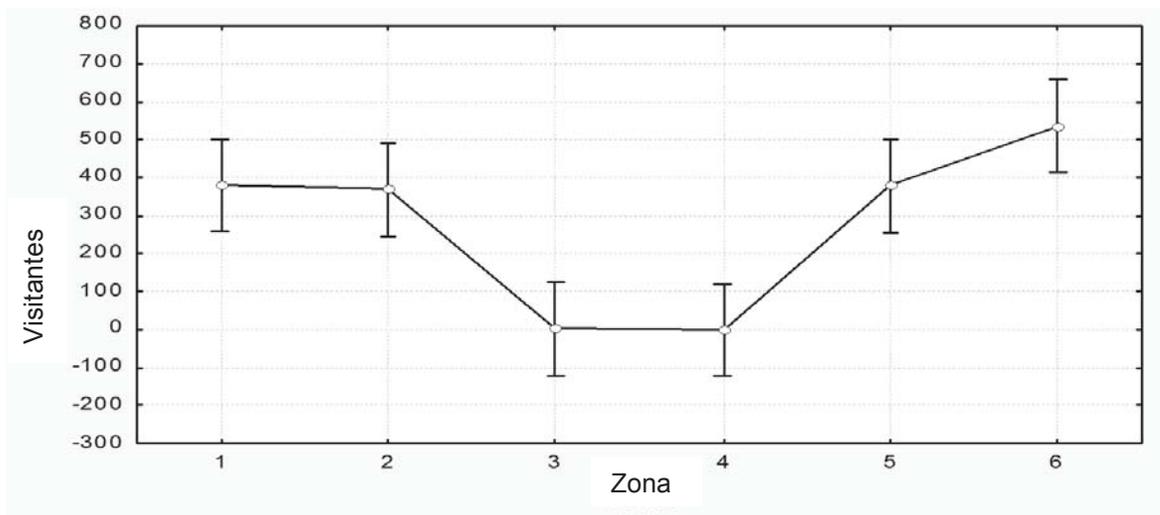


Figura 28. Prueba de Tukey que muestra la diferencia en el uso de las diferentes zonas del sitio (intervalo de confianza 0.95, $F(5, 72)=13.2444$, $p=0.0000$).

8.3 Relación entre impacto al sitio con el nivel cultural y experiencia de buceo y snorkel de los visitantes

Se realizaron 325 encuestas a los visitantes, que consistió en una serie de preguntas orientadas a conocer algunas características de los visitantes, así como su experiencia en la visita, así como su conocimiento sobre el sitio (reglamento, biología del sitio...), esto con el fin de estimar la relación del impacto al arrecife.

El análisis nos indicó que el 46 % de los visitantes fueron hombres y el 54% mujeres (54%).

También nos señaló que los turistas que visitaron mayoritariamente el sitio fueron de nacionalidad mexicana (42%) y en segunda posición americana (32 %) (Figura 29).

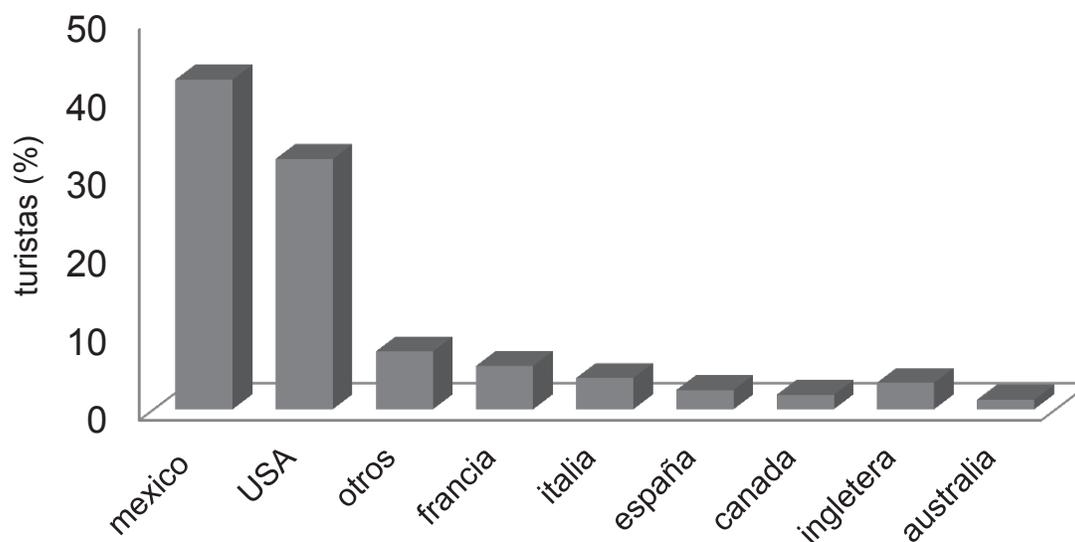


Figura 29. Frecuentación turística en el sitio según la nacionalidad.

En la mayoría el sitio esta frecuentado por visitantes de 30-40 años (35%) de edad y en menor frecuencia por turistas menores de 18 año (4 %) (Figura 30).

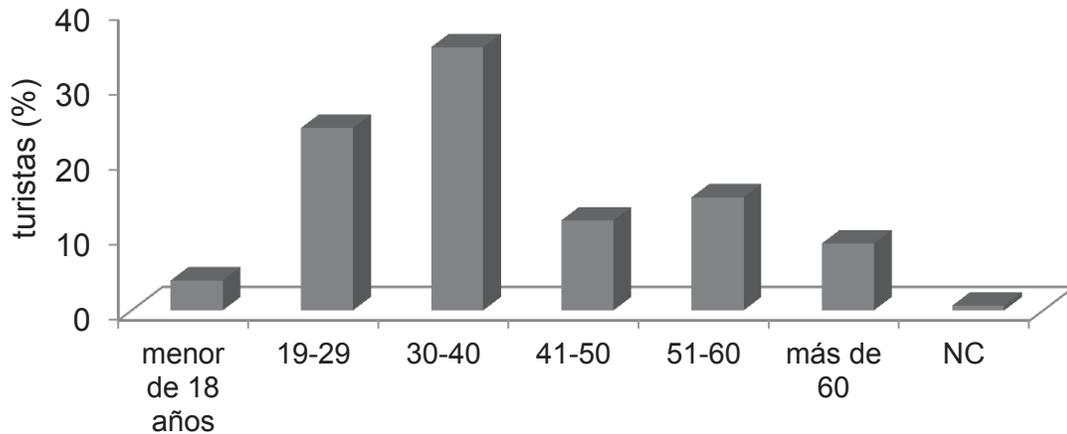


Figura 30. Frecuentación por edad del turismo en el sitio "Los Islotes".

El análisis también nos indicó que los métodos principales con los cuales los turistas se enteraron del parque fueron mayoritariamente por amigos o familiares en 32% (Figura 31).

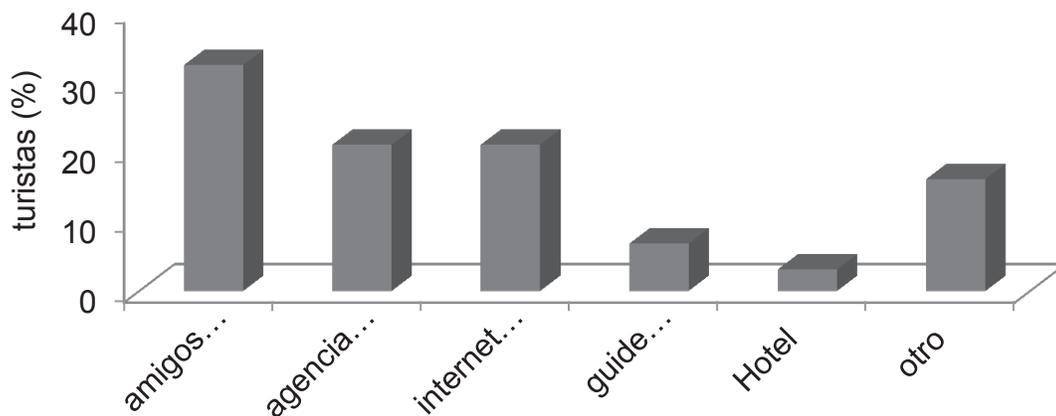


Figura 31. Porcentaje de respuesta relativo a tipo de medio por la cual los turistas se enteraron del sitio.

También se les cuestionó sobre su nivel de habilidades. La mayoría de los buzos que visitan el Parque tienen el nivel avanzado (32%) y 28% Open Water (28%) (Figura 32).

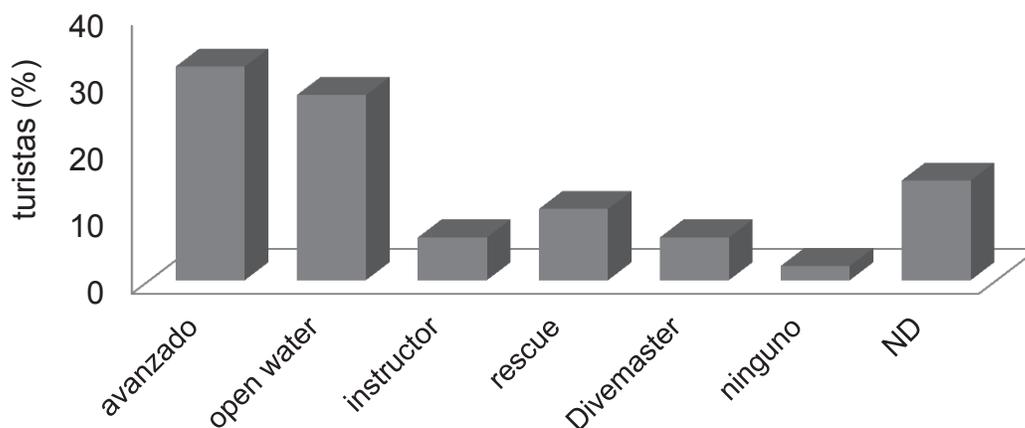


Figura 32. Habilidad de los turistas para el buceo en función del tipo de certificación.

De la misma manera, más de la mitad de los visitantes (55%) comentan haber realizado la actividad de buceo o snorkel más de 3 veces anteriormente, mientras que 17% dicen nunca haberla practicado (Figura 33).

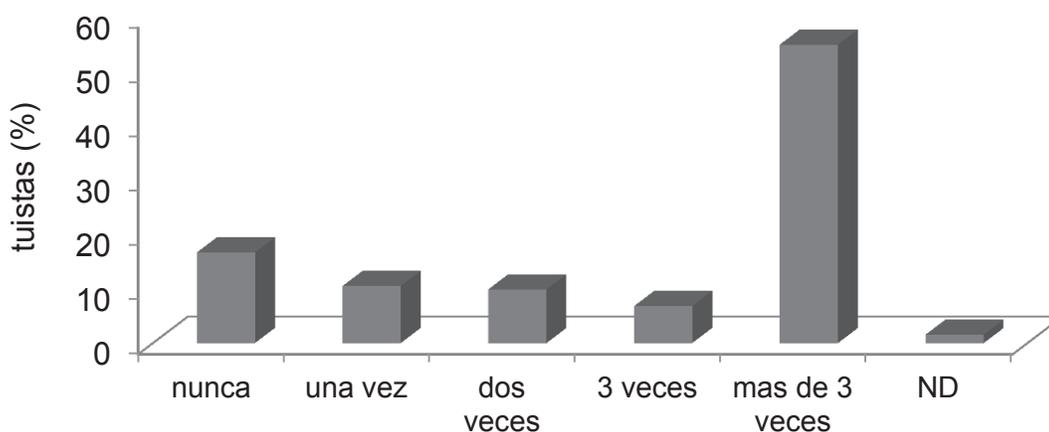


Figura 33. Frecuencia con la cual los turistas practicaron la actividad de buceo o snorkel anteriormente a su visita en el sitio.

En la mayoría de los casos los turistas califican sus habilidades para las actividades de buceo y snorkel como aceptables (32 %) y sólo el 5% dicen no tener ninguna habilidad o la califican de malas (5%) (Figura 34).

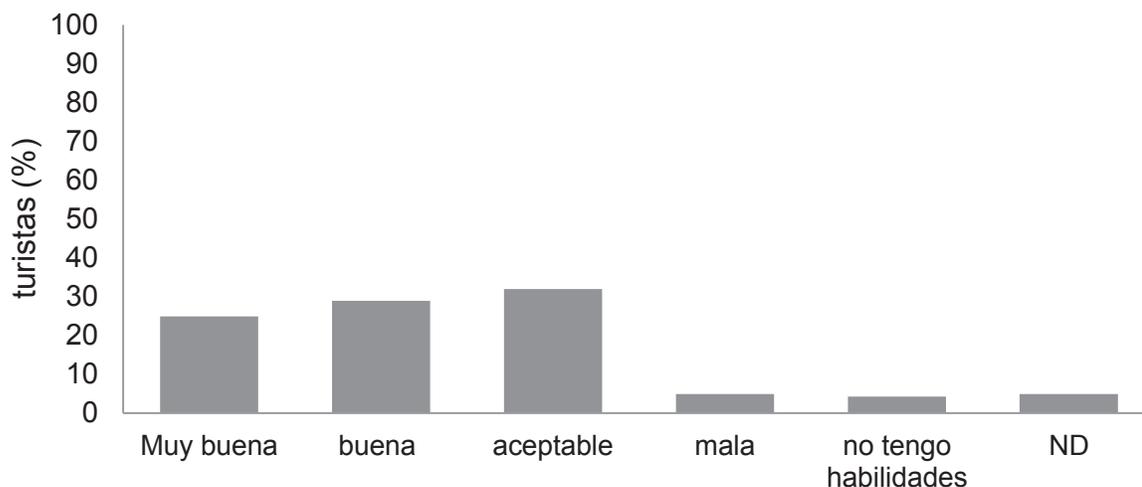


Figura 34. Frecuencia del turismo (%) en el sitio según las habilidades de los turistas.

A la pregunta de si recibieron información sobre el desarrollo de la actividad por parte del guía, en la mayoría de los casos (96 %) los turistas dicen que sí y solamente el 4% dicen que no. Además, afirman que éste estuvo al pendiente de ellos en el 96 % de los casos.

Respecto a su conocimiento sobre el sitio, es decir, si conocían el reglamento del Parque la mayoría contestó que sí (89%). Además, precisaron conocer las actividades permitidas y prohibidas en el parque en el 85% de los casos.

El análisis reveló que el conocimiento de los turistas sobre el Parque les fue proporcionado en el 89% de los casos por los prestadores de servicios directamente (Figura 35).

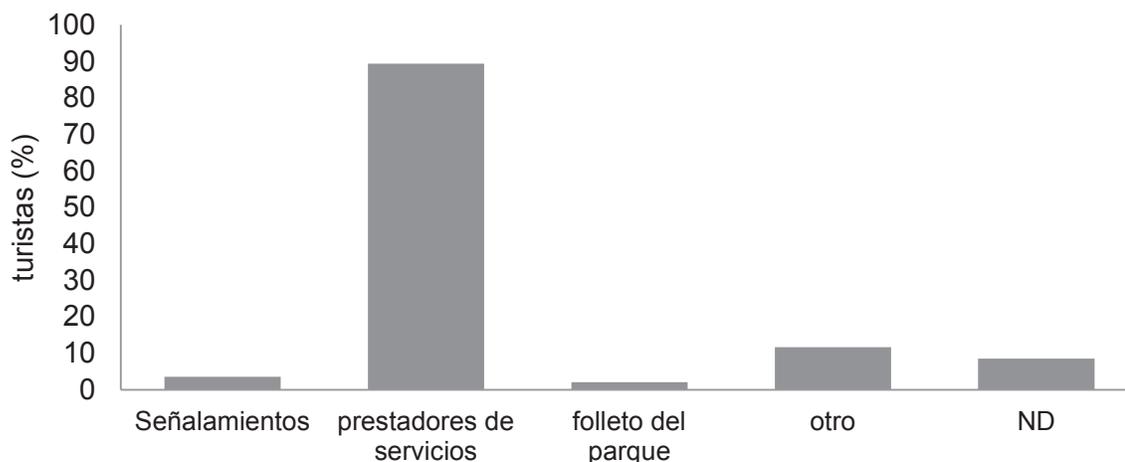


Figura 35. Lugar en el cual los turistas recibieron información sobre el reglamento del parque.

A la pregunta sobre su conocimiento del arrecife, la mayoría (39 %) lo calificó de aceptable y solamente el 10 % lo consideraron muy bueno (Figura 36).

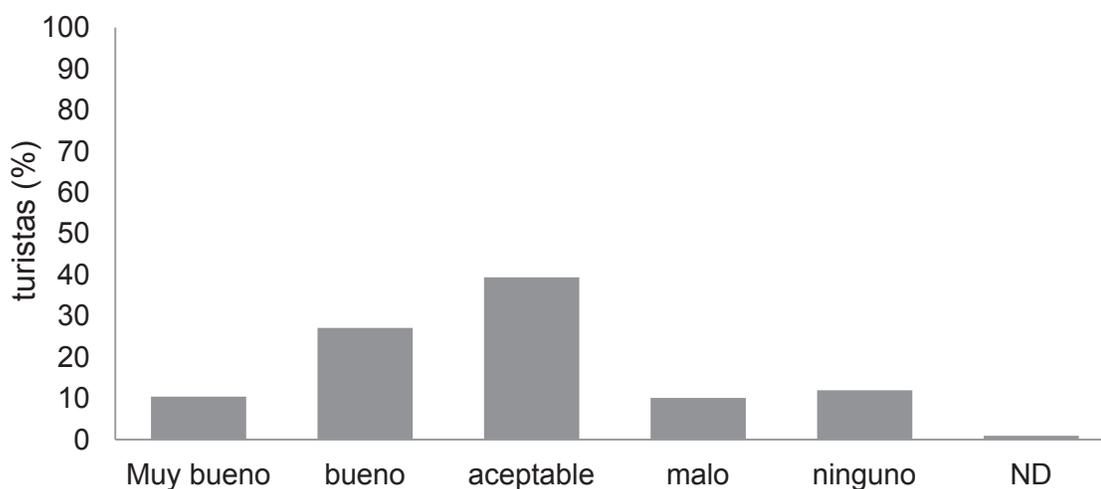


Figura 36. Calificación de conocimiento de los visitantes sobre los arrecifes.

Sin embargo, a pesar de que su conocimiento sobre el arrecife reveló no ser muy bueno, la mayoría (69 %) se mostró interesado en tomar un taller de información, no interesado el 26 %, y 5 % no contestaron a esta pregunta.

Los grupos biológicos que más interesó ver cómo vida marina durante su visita en el sitio fueron los lobos marinos (43 %), en segundo lugar los peces (31 %) y finalmente los corales (22%) (Figura 37).

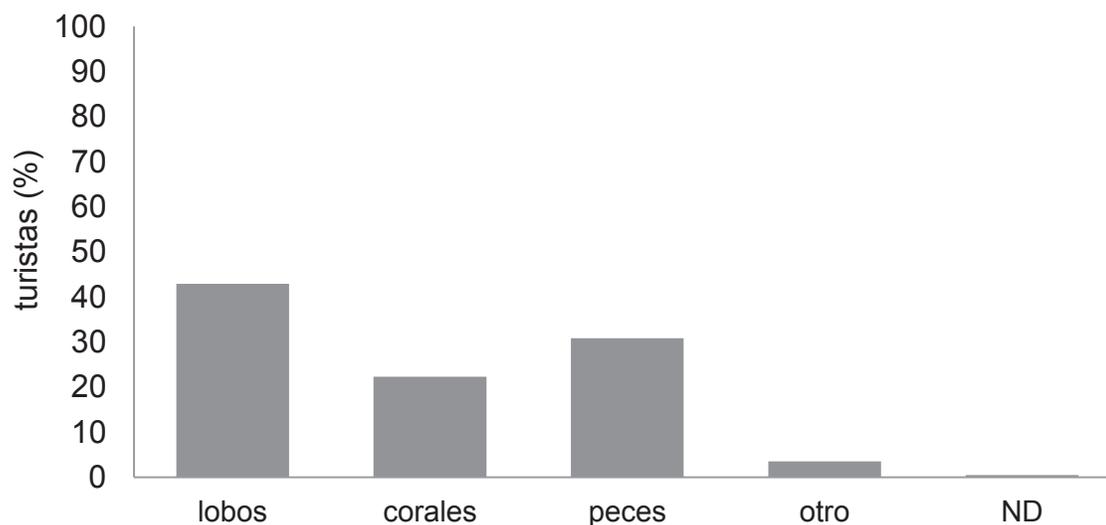


Figura 37. Grupo biológicos de interés para los visitantes en el sitio de “Los Islotes”.

La mayoría de los turistas percibió el estado del arrecife Los Islotes como muy buena (46%) y una minoría como pobre (1%) (Figura 38).

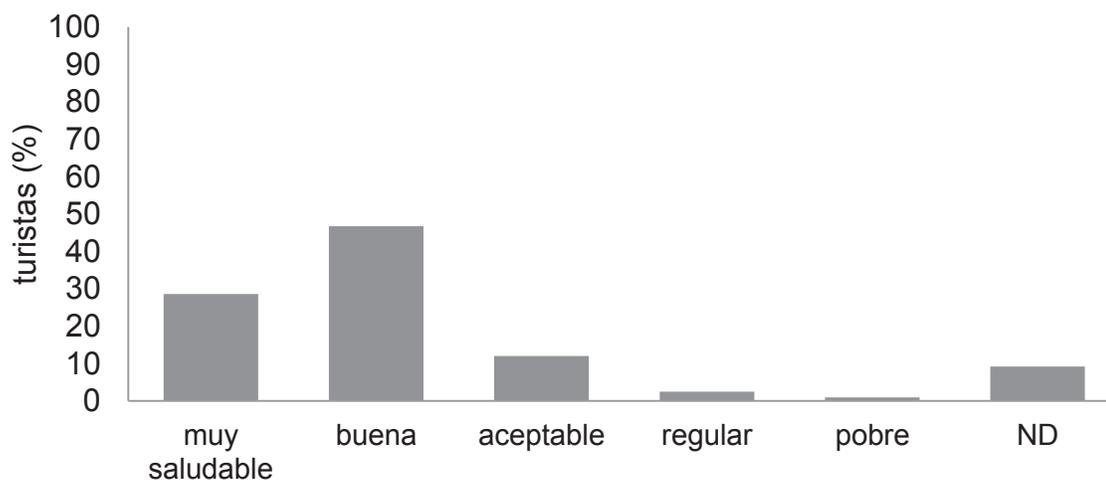


Figura 38. Percepción del estado de salud del arrecife por parte de los visitantes.

Acerca de su percepción de la cantidad de visitantes en el sitio, la mayoría (75%) la consideró adecuada y la minoría como excesiva (14%) (Figura 39).

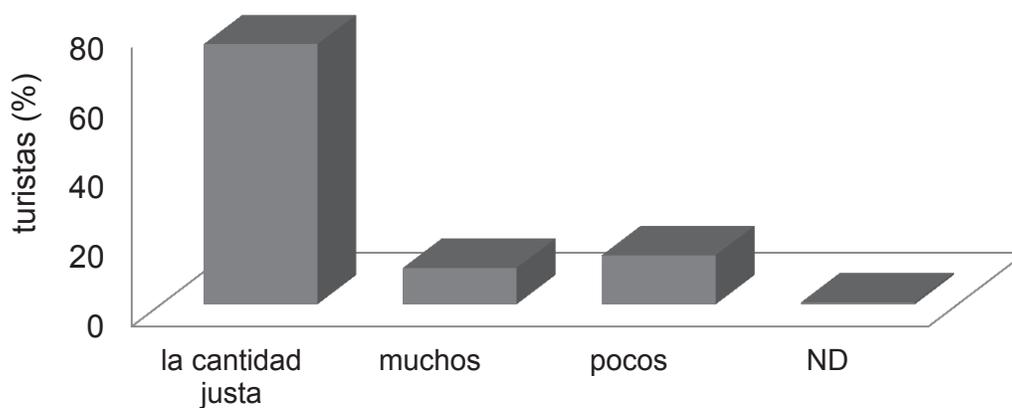


Figura 39. Percepción de la cantidad de visitantes por parte de los turistas.

8.4 Cálculo de la capacidad de carga

Longitudes y profundidades de las diferentes 6 zonas del sitio “Los Islotes”

Con el fin de calcular la capacidad de carga ha sido necesaria la medición de cada zona. La zona de mayor longitud fue la zona 1 con 292 metros, también fue la zona de menor (1.5 m) y mayor (30 m) profundidad (Tabla VIII).

Tabla VIII. Mediciones de las diferentes zonas del sitio correspondiendo a los senderos de buceo.

Zonas	1	2	3	4	5	6
Longitud	292	133	250	224	250	133
profundidad mínima	1.3	3	7	12	3	3
profundidad máxima	30	26	25	25	14	14

Actividad de BUCEO

❖ Cálculo de la capacidad de carga para la actividad de buceo diurno

Para cada una de las zonas del sitio “Los Islotes”, se muestra en la tabla IX los valores de la capacidad de carga efectiva o turística (CCE o CCT, buceos/día) calculadas, así como las de la Capacidad Carga Física (CCF, buceos/día), factores de corrección, Capacidad de carga real (CCR, buceos/día), Capacidad de Manejo (CM) y Capacidad de Carga Efectiva (CCE, buceos/día) las cuales han sido pasos indispensables para obtener la CCT. La zona que presenta el mayor valor de CCE es la zona 3 con 16.4 buceos/día y la que presenta la menor CCE es la zona 6 con 7.2 buceos/día. El número máximo de buceos que se podría hacer al día en “Los Islotes” es de 63.8 buceos, lo cual representa 23,287 buceos al año.

Tabla IX. Resultados del cálculo de la capacidad de carga para la actividad de buceo diurno por día.

Zonas	CCF	FCsoc	FCfg	FCdañ	Fcclim	FCanc	FCvie	CCR	CM	CCE
1	146	0.25	0.88	0.919	0.93	0.86	0.67	15.8	0.76	12.0
2	66.5	0.25	1	0.876	0.93	0.98	0.84	11.1	0.76	8.4
3	125	0.25	1	0.895	0.93	0.99	0.84	21.6	0.76	16.4
4	112	0.25	0.87	0.895	0.93	0.87	0.67	11.8	0.76	9.0
5	125	0.25	0.81	0.880	0.93	0.75	0.92	14.2	0.76	10.8
6	66.5	0.25	0.88	0.903	0.93	0.84	0.92	9.5	0.76	7.2

Con el fin de determinar si la actividad de buceo diurno alcanzó su límite en “Los Islotes” se comparó el límite máximo calculada (CCF) con el uso actual estimado, obteniendo el porcentaje de explotación actual por cada zona y para la totalidad del sitio. El análisis mostró que ninguna zona del sitio ha alcanzado el límite máximo, ya que el porcentaje de explotación del sitio por los buzos no sobrepasaba el 50 % aun considerando una estimación máxima del nivel de uso. Las zonas la menos explotada son las 3 y 4, mientras que la zona la más

explotada es la zona 6, ya que su uso actual promedio estimado se encuentra al 46.3 % de su capacidad máxima (Tabla X y Figura 40).

Considerando la totalidad del sitio, el análisis nos indicó que el uso actual promedio estimado se encuentra solamente al 16.8 % de su capacidad máxima.

Tabla X. Comparación entre el uso actual y la CCE ilustrada mediante el porcentaje de explotación del sitio por zona.

Zona	1	2	3	4	5	6
CCE (Buceos / año)	4386	3082	5999	3291	3959	2628
Mínimo (Buceos / año)	669	676	0	0	550	857
% explotación	15.3	21.9	0	0	13.9	32.6
Promedio (Buceos / año)	969	995	0	0	739	1217
% explotación	22.1	32.3	0	0	18.7	46.3
Máximo (Buceos / año)	1251	1279	0	0	896	1526
% explotación	22	32	0	0	19	46

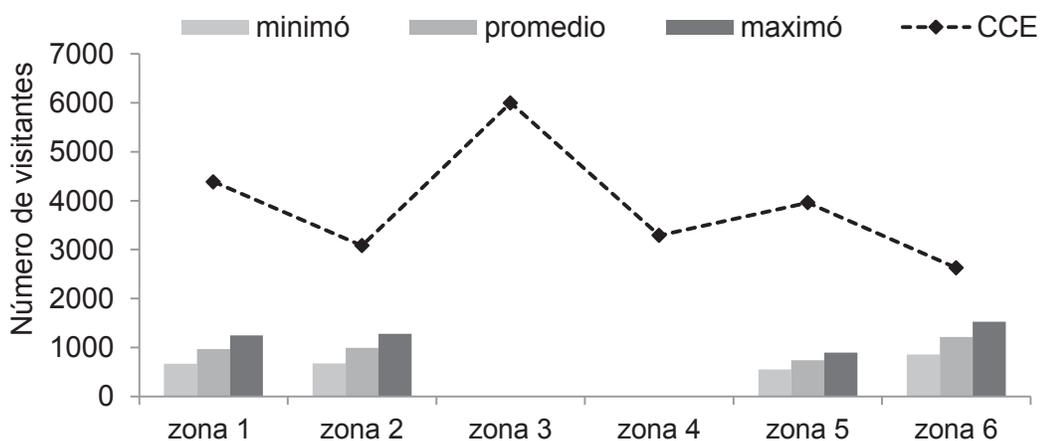


Figura 40. Comparación entre el nivel de uso actual estimado y la CCE para la actividad de buceo diurno.

❖ Cálculo de la capacidad de carga para la actividad de buceo Nocturno

Es importante recordar que el buceo nocturno en “Los Islotes” es poco practicado. Los pocos buceos nocturnos que se realizan en el sitio se ejercen solamente desde un crucero de buceo. Eso se explica por la lejanía de “Los Islotes” hasta los puntos de salidas de las lanchas en La Paz. Sin embargo, se calculó la CCE para el buceo nocturno con el fin tener una herramienta para saber la capacidad máxima para esa actividad y poder determinar el porcentaje de explotación del sitio, en el caso de un escenario posible de incremento de esa actividad nocturna en un futuro. Pero no se hizo la comparación entre el uso actual y la CCE calculada. Para cada una de las diferentes zonas del sitio “Los Islotes”, se muestra en la tabla XI para la actividad realizada desde un crucero de buceo, y en la tabla XII para el buceo realizado desde La Paz los valores de la capacidad de carga efectiva o turística (CCE o CCT) calculadas, así como las de la Capacidad Carga Física (CCF), factores de corrección, Capacidad de carga real (CCR), Capacidad de Manejo (CM) y Capacidad de Carga Efectiva (CCE).

- Actividad realizada desde un crucero de buceo

La zona que presenta el mayor valor de CCE (buceo/día) y que, por lo tanto, puede recibir más número de buceos es la zona 3 con 30 buceos/día y la que presenta la menor CCE es la zona 6 con 15 buceos/día. El número máximo de buceos nocturno que se podría hacer al día en “Los Islotes” es de 130 buceos, por lo que al año se podría realizar 46 653 buceos. (Tabla XI)

El factor de anclaje tiene un valor de 1 dado al hecho de que en los cruceros de buceo los buzos van a los puntos de buceo a bordo de inflables los cuales no se anclan, por lo tanto, el daño por anclaje es considerado nulo.

Tabla XI. Resultados del cálculo de la capacidad de carga para la actividad de buceo nocturno realizada desde un crucero de buceo.

Zona	CCF	FCsoc	FCfg	FCdañ	FCclim	FCanc	FCvie	CCR	CM	CCE
1	292	0.25	0.88	0.919	0.83	1.00	0.67	33.0	0.76	25
2	133	0.25	1	0.876	0.83	1.00	0.84	20.2	0.76	15
3	250	0.25	1	0.895	0.83	1.00	0.84	38.9	0.76	30
4	224	0.25	0.87	0.895	0.83	1.00	0.67	24.3	0.76	18
5	250	0.25	0.81	0.880	0.83	1.00	0.92	34.0	0.76	26
6	133	0.25	0.88	0.903	0.83	1.00	0.92	20.2	0.76	15

- Actividad realizada con salida desde La Paz

La zona que presenta el mayor valor de CCE (buceos/día) es la zona 3 con 7.3 buceos/día y la que presenta la menor CCE es la zona 6 con 3.2 buceos/día. El número máximo de buceos nocturno que se podría realizar al día en “Los Islotes” en el caso de salir en lancha desde La Paz sería de 28.5 buceos, por lo que al año se podría hacer 10,411 buceos (Tabla XII).

Tabla XII. Resultados del cálculo de la capacidad de carga para la actividad de buceo nocturno realizada desde La Paz.

zona	CCF	FCsoc	FCfg	FCdañ	FCclim	FCanc	FCvie	CCR	CM	CCE
1	73	0.25	0.88	0.919	0.83	0.86	0.67	7.1	0.76	5.4
2	33.2	0.25	1	0.876	0.83	0.98	0.84	5.0	0.76	3.8
3	62.5	0.25	1	0.895	0.83	0.99	0.84	9.6	0.76	7.3
4	56	0.25	0.87	0.895	0.83	0.87	0.67	5.3	0.76	4.0
5	62.5	0.25	0.81	0.880	0.83	0.75	0.92	6.4	0.76	4.8
6	33.2	0.25	0.88	0.903	0.83	0.84	0.92	4.2	0.76	3.2

Actividad de Snorkel

❖ Cálculo de la capacidad de carga para la actividad de snorkel diurno

Para cada una de las zonas del sitio “Los Islotes”, se muestra en la tabla XIII los valores de Capacidad Carga Física (CCF), factores de corrección, Capacidad de Carga Real (CCR), Capacidad de Manejo (CM) y Capacidad de Carga Efectiva (CCE) calculados para la actividad de snorkel diurno. La zona que presenta el mayor valor de CCE es la zona 3 con 20 snorkel/día, y la que presenta la menor CCE es la zona 6 con 9 snorkel/día. El número máximo de buceo libre (snorkel) que se podría realizar al día en “Los Islotes” es de 78 buceos y lo que da al año un número de 28,470 buceos.

Tabla XIII. Resultados del cálculo de la capacidad de carga para la actividad de snorkel diurno.

Zona	CCF	FCsoc	FCfg	FCdañ	FCclim	FCanc	FCvie	CCR	CM	CCE
1	183	0.25	0.88	0.924	0.93	0.86	0.67	19.8	0.76	15
2	83	0.25	1	0.982	0.93	0.98	0.84	15.6	0.76	12
3	156	0.25	1	0.879	0.93	0.99	0.84	26.5	0.76	20
4	140	0.25	0.87	0.879	0.93	0.87	0.67	14.5	0.76	11
5	156	0.25	0.81	0.732	0.93	0.75	0.92	14.8	0.76	11
6	83	0.25	0.88	0.878	0.93	0.84	0.92	11.5	0.76	9

Con el fin de determinar si la actividad de snorkel alcanzó su límite en “Los Islotes”, se comparó el máximo calculado (CCF) con el uso actual estimado sacando el porcentaje de explotación actual por cada zona y para la totalidad del sitio. El análisis mostró que en la zona 6 se sobrepasó el límite máximo de uso utilizando para el análisis, tanto el número promedio de turistas con snorkel estimado (en 146%), como con el número mínimo estimado (en 107%). Para la zona 2 y 5, si se toma en cuenta el nivel de uso máximo estimado para la práctica del snorkel, estas zonas se encuentran por encima de su límite máximo ya que la zona 2 se encuentra explotada al 105 % y la zona 5 en un 102%. Sin embargo, no se ve sobrepasado si consideramos el número mínimo y promedio estimado.

Para las demás zonas el análisis nos indicó que el límite máximo de uso para la práctica de snorkel no ha sido alcanzado.

La zona menos explotada fue la 4, en donde no se practica la actividad y por lo tanto el porcentaje de explotación es cero; en segundo lugar, la zona 3, explotada solamente en 0.5 % de su capacidad máxima y en tercer lugar la zona 1, cuyo uso actual promedio estimado se encuentra al 68.2 % de su capacidad máxima (Tabla XIV y Figura 41).

Considerando la totalidad del sitio, el análisis nos indicó que el uso actual promedio estimado se encuentra al 54.4% de su capacidad máxima, sin embargo, esto es algo engañoso.

Tabla XIV. Comparación entre el uso actual y la CCE ilustrada mediante el porcentaje de explotación de cada zona.

Zona	1	2	3	4	5	6
CCE (Buceos / año)	5509	4321	7369	4042	4115	3195
Mínimo (Buceos / año)	2681	2778	34	0	2451	3404
% explotación	48.7	64.3	0.5	0	59.6	107
Promedio (Buceos / año)	33754	3671	39	0	3400	4671
% explotación	68.2	85	0.5	0	82.6	146
Máximo (Buceos / año)	4829	4551	44	0	4213	1526
% explotación	88	105	1	0	102	182

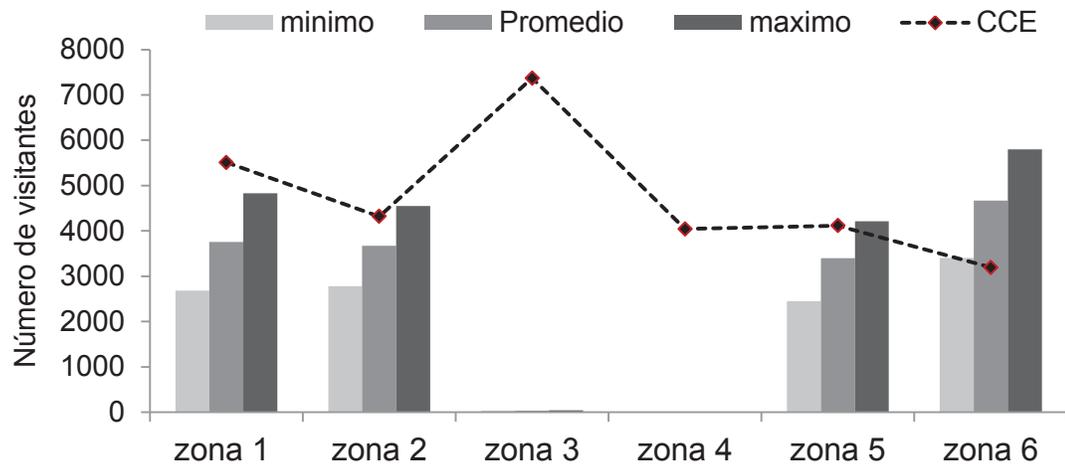


Figura 41. Comparación entre el uso actual y la CCE en el sitio "Los Islotes".

❖ Cálculo de la capacidad de carga para la actividad de snorkel nocturno

Actualmente no hay práctica del snorkel nocturno en “Los Islotes” debido, aparentemente, por la lejanía de “Los Islotes” y la falta de seguridad de las lanchas saliendo desde La Paz. No obstante que, no es posible comparar con el uso actual (inexistente), se hizo el ejercicio del cálculo de CCE previendo escenarios futuros. Para cada una de las zonas del sitio “Los Islotes”, en la Tabla XVI se muestran los valores de Capacidad Carga Física (CCF), factores de corrección, Capacidad de carga real (CCR), Capacidad de Manejo (CM) y Capacidad de Carga Efectiva (CCE).

La zona que presenta el mayor valor de CCE y que por lo tanto puede recibir más número de buceos es la zona 3, con 7.5 buceos/día, y la que presenta la menor CCE es la zona 6, con 3.1 buceos/día. El número máximo de buceos nocturnos que se podrían realizar al día en “Los Islotes” es de 28, por lo que al año se podría realizar 10,185 buceos nocturnos.

Tabla XV. Resultados de la capacidad de carga para la actividad de snorkel nocturno en "Los Islotes".

Zona	CCF	FCsoc	FCfg	FCdañ	Fclim	FCanc	FCvie	CCR	CM	CCE
1	73	0.25	0.88	0.924	0.83	0.86	0.67	7.1	0.76	5.4
2	33.2	0.25	1	0.982	0.83	0.98	0.84	5.6	0.76	4.2
3	62.5	0.25	1	0.879	0.83	0.99	0.84	9.5	0.76	7.2
4	56	0.25	0.87	0.879	0.83	0.87	0.67	5.2	0.76	4.0
5	62.5	0.25	0.81	0.732	0.83	0.75	0.92	5.3	0.76	4.0
6	33.2	0.25	0.88	0.878	0.83	0.84	0.92	4.1	0.76	3.1

9. DISCUSIÓN

9.1 Daño promedio al arrecife

En “Los Islotes”, el turismo ha aumentado significativamente en los últimos años, de tal manera que el uso actual estimado es de aproximadamente 24,500 visitantes considerando ambas actividades, buceo y snorkel. Sin embargo, hasta ahora ningún estudio con el fin de determinar y medir el daño provocado en Los Islotes por el turismo de buceo o snorkel ha sido realizado, a pesar de que numerosos estudios, en varias partes del mundo, indican que dichas actividades representan un riesgo para los componentes arrecifales. Ponian et al. (2010) mostraron en el arrecife de Palauan, que las actividades de buceo y snorkel corresponden al tipo de turismo más dañino a los hábitats arrecifales con respecto a otras actividades turísticas practicadas en el sitio. Otros estudios encontraron que, un número alto de practicantes de buceo y snorkel provocan una disminución de la abundancia de corales del sitio (Hawkins et al., 1999) y una reducción de la vitalidad del arrecife (Dustan y Halas, 1987).

Lo anterior, lleva a pensar que el aumento del turismo de buceo y snorkel en Los Islotes podría provocar daños importantes sobre el arrecife. Sin embargo, la susceptibilidad de un sitio al daño potencial por parte de los turistas depende de varios parámetros, como son su composición biológica, el porcentaje de organismos frágiles como corales; sus características físicas como su profundidad, la cual puede dificultar a los practicantes de snorkel entrar en contacto con el fondo. También, es importante la manera en la cual se está llevando a cabo el turismo en el sitio, es decir, si se está informando correctamente al turista sobre cómo realizar la actividad sin perjudicar al medio ambiente del sitio (Medio et al., 1994; Camp y Fraser, 2012). La capacidad de manejo de un sitio por parte de las autoridades, también tiene una gran importancia proactiva para limitar el daño en el lugar (Dixon et al., 1993), y se traduce, por ejemplo, en una adecuada vigilancia e instalación de infraestructuras como boyas.

La composición del sitio de “Los Islotes” es mayoritariamente rocosa (57%) y el porcentaje de coral es mínimo (8%) (Aburto-Oropeza y Balart, 2001; Guzmán Méndez, 2009). Por lo tanto, no es un sitio muy frágil y la susceptibilidad a ser dañado por actividades de buceo y snorkel pareciera ser mínima. Sin embargo, la variación en la constitución estructural de las especies de corales entre las diferentes zonas, podría demostrar un posible afecto de esas actividades en el sitio. Las especies de corales más representadas en Los “Islotes”, son los corales ramificados pétreos del género *Pocillopora* y corales blandos ramificados como Gorgonias, con proporciones distintas dependiendo de las zonas. La zona 1 tiene la cobertura mayor de corales blandos ramificados con respecto a corales pétreos, y es la más somera del sitio (1.5 m; Figura 3), por lo tanto, es muy frecuente el impacto por pisoteo por parte de los bañistas con snorkel para conseguir equilibrio, flotabilidad o poder descansar. Lo que podría explicar la mayor proporción de corales ramificado blandos en esta zona. Hawkins et al. (1999) mostraron en su estudio sobre el arrecife de Bonaire que, el desarrollo de actividades como el buceo y snorkel en un sitio va afectando las comunidades de corales, de tal manera que se ven incrementadas las colonias de ramas a expensas de las colonias masivas. También, *Pocillopora* es uno de los géneros más susceptibles de morir, dejar de reproducirse sexualmente o blanquearse, por efecto del impacto turístico (Zakai et al., 2000). Sin embargo, se requiere de realizar análisis y monitoreos de la evolución de la estructura coralina por zonas para apoyar esta hipótesis. Además, el turismo no es lo único factor que puede provocar daño y cambio estructural en las comunidades de coral. También pueden ser afectados por las condiciones ambientales, las cuales pueden ser causa de fuerte oleaje (Lieberman et al., 2001), lo que ocurre en la zona 1 frecuentemente durante el año por su ubicación (Figura 2). Las zonas 2 y 3, las más expuestas a los vientos de norte carecen de coral al contrario de las zonas protegidas expuestas al sur (lado sur de la zona 4, zona 5 y zona 6) (Aburto Oropeza, 1999; Aburto-Oropeza y Balart, 2001), siendo en esas ultimas zonas donde el género *Pocillopora* está mayoritariamente presente.

Aburto-Oropeza (1999) determinó un porcentaje de cobertura de coral para el sitio de aproximadamente 9.3%, mientras que Guzmán Méndez (2009) la evaluó en 8%. No hubo una variación significativa de la cobertura general del coral en el sitio en este lapso de tiempo, pero con el crecimiento del turismo en estos últimos años sería conveniente monitorear su evolución. En las zonas protegidas del sitio, en donde no es tan afectado por el oleaje (zonas orientadas al sur) esa evolución podría tener una relación directa con el turismo.

Sin embargo, el análisis realizado en este trabajo determinó que los contactos con corales por partes de los buzos fueron mínimos, ya que representaron el 5.8% del total de los impactos. Estos estuvieron distribuidos entre las zonas 2, 5 y 6, y fueron ligeramente mayores para la actividad de snorkel, ya que representaron el 9.3%; sin embargo, ocurrieron en su totalidad en la zona 1. Esto se explica por la profundidad de estas últimas tres zonas (mínimo 3-4 m) (Figura 4), la cual no permite a los bañistas con snorkel pararse y pisar el coral al contrario de lo que ocurre en la zona 1. La poca profundidad de ésta zona impide la actividad de buceo, por lo que solo es afectada la actividad de snorkel.

Por lo tanto, es importante que los guías aumentan la vigilancia en esta zona y que hagan hincapié sobre su fragilidad en la información dada al turista antes de realizar la actividad.

Paradójicamente, en general hubo un mayor número de contactos por parte de los buzos que por los de snorkel. Esto se explica por varias razones, tal como la práctica muy frecuente de la fotografía submarina en el sitio por los buzos. Se sabe que los fotógrafos submarinos causan significativamente más contactos con el arrecife (Barker y Roberts, 2004), ya que al desarrollar la actividad y con el fin de obtener la mejor toma, se acuestan y apoyan sobre el fondo sin fijarse en lo que pisan para encontrar equilibrio. Aquí, este fenómeno se ve todavía más aumentado por la presencia de lobos marinos, que son el principal sujeto de fotografía en el sitio. Por otra parte, el equipo autónomo necesario para la práctica

del buceo (consola, tanque, regulador), que no se usa para la práctica de snorkel, representa otra fuente de contactos (Figuras 11 y 14). Muchas veces las consolas y octopus son arrastrados en el fondo por no estar bien colocados. También, la actividad de buceo permite pasar más tiempo cerca del fondo, lo que aumenta la probabilidad de contactar componentes del arrecife. Sin embargo, el análisis demostró que hay cuatro veces menos buzos que bañistas con snorkel en Los Islotes. Y en el buceo, los contactos ocurrieron mayoritariamente sobre sustrato, mientras que, para el snorkel ocurrieron casi en la totalidad (93%) con organismos (Tablas II y IV). Esta diferencia en los componentes contactados se explica por el hecho de que las zonas más profundas del sitio pueden recibir más buzos, y son fondos compuestos mayoritariamente de roca y arena (Aburto-Oropeza, 1999). En contraste, la actividad de snorkel se realiza en superficie y se realiza en puntos poco profundos del sitio (arrecife y paredes del arco en la zona 1, en las paredes de la cueva en la zona 5) en donde se concentran organismos frágiles (Figura 3).

El contacto sobre las estrellas de mar fue significativo por parte de los bañistas con snorkel, ya que representaron el 13.5% de los impactos en la totalidad del sitio. Desafortunadamente, estos contactos ocurren por causa de los guías, quienes frecuentemente las toman con el fin de mostrarlas a sus clientes, quienes se las pasan de mano en mano. Esto podría ser corregido por un mejor comportamiento de los guías, lo cual podría conseguirse informándoles por parte del Parque, y sensibilizándolos sobre este componente del arrecife.

Por los diferentes puntos vistos anteriormente, es plausible concluir que la práctica del snorkel es más dañina para el arrecife que la de buceo, por lo que esta actividad tiene que ser más controlada, los guías más informados y al pendiente de sus clientes, así como la información al turista intensificada antes de realizar la actividad con el fin de limitar esos impactos sobre el arrecife.

El contacto en peces fue casi nulo, para ambas actividades, confirmando lo citado por Hawkins et al. (1999), de que el buceo no provoca daño significativo en las

comunidades de peces de sitios explotados por dichas actividades. Lo único que se ha demostrado que puede afectar a esas comunidades es el alimentarlos (Sweatman, 1996), actividad que no se ha visto en el sitio durante el estudio. El análisis confirmó que los organismos más contactados para ambas actividades fueron los lobos marinos. Esto es natural, ya que los lobos marinos son la principal atracción turística de Los Islotes. Las encuestas también revelaron que éstos fueron el grupo biológico de mayor interés para los visitantes en el sitio. Sin embargo, los estudios realizados sobre la población de lobos marinos en Los Islotes en los últimos años indican que la población sigue aumentando (Labrada-Martagón et al., 2005), es el área con el mayor número de lobos marinos y la zona más importante para la reproducción. Szteren et al. (2006) determinaron que “Los Islotes” es uno de los sitios del golfo de California con el mayor incremento de su población. Por lo tanto, se puede pensar que las actividades de buceo y snorkel no tienen impactos sobre los lobos marinos en el sitio.

Es importante enfatizar, la necesidad de una revisión de cuales componentes del arrecife deben realmente ser considerados en el análisis, ya que muchos componentes del arrecife son contactados por los snorkel y buzos, pero no representan aparentemente un peligro para el arrecife.

La zona 5 es la que presentó la mayor cantidad de contactos con lobos, debido a la presencia de una cueva que, durante la mitad del año (septiembre hasta febrero-marzo), es el lugar favorito de las crías y juveniles de lobos marinos, por lo que se vuelve el punto favorito de los buzos.

En cuanto a la actividad de snorkel, la zona 6 fue la que presentó la mayor cantidad de contactos con lobos, debido a que al ser una zona de reproducción, aumenta el número de lobos marinos presente en esa zona (Hernández Camacho, 2001) y puede explicar el alto número de contactos. La zona 1 es la que muestra una mayor variabilidad en los organismos contactados (estrellas, corales, gorgonias, lobos), quizá por la naturaleza somera del arrecife que favorece el

pisoteo por parte de los turistas con snorkel y la presencia del arco natural, lo cual tiene sus paredes cubiertas por organismos frágiles (corales y gorgonias), de los cuales los snorkels se agarran para encontrar flotabilidad.

De manera general, los contactos con lobos ocurrieron más por parte de los snorkels que por parte de los buzos, por el hecho de que los lobos pasan más tiempo en superficie porque su necesidad de ir a tomar aire, limita su tiempo en el fondo (Costa et al., 2007).

También, es importante notar el potencial daño provocado por el anclaje de las embarcaciones en el sitio, en ausencia o insuficiencia de boyas u otro medio de amarre; por ello, es considerado el principal y mayor impacto por parte de estas actividades (Van Breda y Gjerde, 1992; Hawkins y Roberts, 1992). En Los Islotes, existen boyas de amarre puestas por la CONANP, por lo que el daño sobre el arrecife debería ser teóricamente minimizado. Sin embargo, el 17 % de las lanchas que visitan el sitio siguen anclándose (Anexo 4, 6 y 7), por lo que el daño al arrecife por anclaje es importante. El análisis mostró que el anclaje ocurre con mayor proporción en las zonas 5, 6 y 1, las que desafortunadamente presentan mayores proporciones de coral (Aburto-Oropeza, 1999). También, a dichas zonas corresponde el mayor número de lanchas amarradas unas a otras. Actualmente, el número de boyas en la zona 5 es de tres y el análisis mostró un número promedio de lanchas por día superior a esta cantidad. En la zona 1 fueron estimadas 2.5 lanchas por día, pero solamente existe una boya situada en el lado norte (Figura 9, CONANP). Por lo tanto, es necesaria la instalación de más boyas de amarre en ciertas zonas de Los Islotes, lo que disminuiría el daño provocado por anclaje. Además, por las condiciones climáticas o el uso del sistema de amarre, las boyas con el tiempo se sueltan regularmente. Para evitarlo, sería apropiado un mejor mantenimiento y vigilancia de esas infraestructuras, lo que incluiría el reemplazo rápido de las boyas.

Del otro lado el análisis reveló que las zonas en las cuales se fondean el mayor número de lanchas en Los Islotes son las 2, 5 y 6. La única razón es la presencia de un número mayor de boyas en dichas zonas y el hecho de que la zona de amarre permitido en Los Islotes es muy reducida (Figura 9). Viendo el crecimiento rápido del turismo en el sitio, es necesaria una revisión del manejo y uso actual de la zona.

9.2 Nivel de Uso

El número estimado de buzos durante el año de estudio en los “Islotes” fue de 3,920 y para la actividad de snorkel fue de 15,397. Lo anterior representa que la actividad de buceo en proporción, es 5 veces menor que la de snorkel. Esto posiblemente se debe a que la práctica de snorkel no requiere ninguna certificación y es menos costosa que la práctica del buceo, ya que el precio de un tour de buceo en Los Islotes es hasta tres veces más costoso que el de snorkel, por lo que ésta última resulta una actividad turística mucho más accesible.

Las actividades se realizaron con una amplitud diferente a lo largo del año. En septiembre y octubre el bajo número de turismo se consideran anormales para esta temporada, lo anterior puede estar asociado a las malas condiciones climáticas causadas por los huracanes, especialmente Odile (National Centers for Environmental Information, NOAA) y a los daños provocados por los mismos. El mes de septiembre fue el de mayores precipitaciones (Figura 6) y de vientos fuertes (Figura 7).

Por su parte, el buceo se practicó más durante los meses de verano y otoño, explicándose por las temperaturas altas del mar (Figura 8), y la claridad de las aguas. En contraste, durante el invierno los vientos soplan muy fuerte (Figura 7) y se presentan las temperaturas más bajas, tanto la del mar como en el ambiente, lo que limita los tiempos de buceo, debido a la pérdida de calor por el frío (World

Recreational Scuba Training Council), asociado a una mayor turbidez de las aguas, que hace poco atractivo el desarrollo de ésta actividad durante el invierno.

Mientras que, para la actividad de snorkel, el clima y temperatura del mar no parece tener tanta importancia como para el buceo, y si tener más relaciones con los periodos de vacaciones. El análisis reveló que el turismo nacional y americano es el principal en “Los Islotes” (Figura 29), los cuales tienen periodos de vacaciones entre los meses de febrero, marzo y abril (Spring break y semana santa) y los meses de verano (julio y agosto); esto corresponden con los picos de turismo en el sitio. Los meses de mejores condiciones bajo el agua no fueron acompañados de un mayor número de turista en el sitio. Sin embargo, los fuertes vientos de invierno y temperaturas frías durante del invierno frena tanto el buceo como el snorkel.

El análisis de la fluctuación del número de visitantes anual en el sitio permitió saber cuáles son los meses de mayor turismo y, por lo tanto, determinar en cuales se tiene que aumentar la vigilancia. El análisis por zonas reveló que las zonas 3 y 4, para ambas actividades, no fueron frecuentadas como las demás zonas. La principal razón es porque en el plan de manejo actual de Los Islotes, establecido por la CONANP (Figura 9), solo está permitido amarrarse en una pequeña parte del sitio, que incluye la zona 2, así como una mínima parte de la zona 5, zona 3 y de la zona 1 en su lado norte. Esta configuración obliga al turismo a ubicarse solamente en una pequeña parte del sitio, lo que significa una concentración y aumento potencial del daño en dichas zonas. Se consultó a los guías de snorkel y buceo que visitan regularmente el sitio sobre sus usos de las diferentes zonas, a lo cual comentaron que les gustaría ampliar las actividades a las demás zonas del sitio, pero no pueden porque no hay boyas en dichas zonas, tal como en La zona 3.

La colonia de lobos marinos aumenta cada año (González-Suárez et al., 2006; Szteren et al., 2006) por lo tanto, aumenta la interacción con estos animales en

todas partes del área. Nuevas zonas de reproducción se crean (zona 4), aunque ciertas zonas sean las zonas principales de reproducción y crianza (zonas 2 y 6); en las demás llamadas zonas de soltero (Hernández Camacho, 2001) se distinguen por la presencia de juveniles muy juguetones que son también de gran importancia y atracción para el turista.

El análisis por zonas demuestra que este es diferencial a lo largo del año y se relaciona principalmente con el patrón de vientos y mareas, temporada o no de vacaciones, el estado reproductivo de los lobos marinos (afecta su comportamiento) y la presencia de crías o no en cada área, presencia de o no de boyas, y por supuesto depende de del tipo de actividad (buceo o snorkel) ya que la situación y modo en que lo impactan es diferente. Un buen ejemplo de esta situación es la zona 6, que es la que recibió el mayor número de turistas durante todo el año, porque el número de boyas de amarre es muy superior a las demás zonas. Por lo tanto, en esta zona, el turismo ha sido más o menos estable todo el año, aunque con aumento en los meses que existen periodos vacacionales, ya sean de semanas o meses (febrero, marzo, abril, julio y agosto), y con una disminución durante los meses de fuertes vientos del sur (mayo-junio).

9.3 Relación entre impacto al sitio con el nivel cultural y experiencia de buceo y snorkel de los visitantes

En la literatura, se ha reportado que el grado de impacto al arrecife por los buzos está influenciado por el grado de experiencia de estos mismos (Davis y Tisdell, 1995; Harriott et al., 1997, Ong y Musa, 2012). Los buzos novatos con poca experiencia, no controlan bien su flotabilidad y entran, por lo tanto, fácilmente en contacto con el arrecife. En Los Islotes sin embargo, el análisis reveló que la mayoría de los buzos tenían nivel avanzado, lo que disminuye la probabilidad de impactar al arrecife. Por lo tanto, se sugiere que el daño provocado por la actividad de buceo en el sitio fue mínimo. Para el nivel de principiantes hay que aumentar la

vigilancia por parte del instructor y el hincapié que haga sobre la fragilidad del arrecife ante la actividad.

Varios autores (Medio et al., 1996; Camp y Fraser, 2012) llegaron a la conclusión de que instruir al turista antes de la actividad, sobre aspectos de la biodiversidad y el comportamiento que debe tener frente a ella, disminuye el impacto. De acuerdo con los resultados de la encuesta, la mayoría de los turistas recibieron esta información por parte del guía, y este estuvo pendiente de ellos. Por lo anterior, es posible que el impacto al arrecife sea mínimo.

9.4 Estimación de la Capacidad de Carga

El buceo es uno de los deportes con el crecimiento más rápido en el mundo, particularmente en los países con arrecifes de corales (Ong y Musa, 2012; Padi, 2004). Según la asociación profesional de los instructores de Buceo (PADI) el número de certificaciones aumento considerablemente, ya que en 1988 era de 2.5 millones y en 2008 alcanzó los 17.8 millones (PADI, 2008), y continúa en aumentando desde entonces. En cuanto a la actividad de snorkel, el fácil acceso a esta práctica, con respecto al buceo, provoca un aumento todavía más rápido del número de practicantes en el mundo. Evidencias recientes demostraron que los arrecifes pueden ser degradados como resultado de un turismo mal planeado o muy intensivo (Jameson et al., 1999; Tratalos y Austin, 2001). El turismo de buceo y snorkel puede asociarse particularmente a esta degradación, ya que los buzos y snorkels pueden intencionalmente (o no) dañar al coral y otro tipo de organismos béticos del arrecife, rompiendo sus esqueletos y lastimando sus tejidos (Hawkins y Roberts, 1992; Scura y Van't Hof, 1993; Davis y Tisdell, 1995; Hawkins y Roberts, 1997; Hawkins et al., 1999; Zakai y Chadwick-Furman, 2000).

Con el fin de conservar las áreas protegidas contra el impacto de los visitantes y planear su manejo adecuadamente, fueron desarrolladas algunas herramientas

como la Capacidad de Carga. Esta se define como el número máximo de personas que pueden visitar un lugar al mismo tiempo, sin causar la destrucción del medio ambiente físico, económico, socio-cultural y una disminución inaceptable de la calidad a los visitantes (Clivaz et al., 2004). Varios autores utilizaron este concepto de Capacidad de Carga para sitios de buceo (Davis y Tisdell, 1995; Dixon et al., 1993; Hawkins y Roberts, 1997; Salm, 1986; Schleyer y Tomalin, 2000; Scura y Van't Hof, 1993). Cuando el número de visitantes se sitúa por debajo de la capacidad de carga de un arrecife o un sitio del mismo, el daño sobre el coral y otros componentes biológicos es mínimo, sin embargo, si se sitúa por encima, el daño puede aumentar significativamente (Chadwick-Furman, 1997).

Por ello, en este estudio se calculó la capacidad de carga para cada zona del sitio y para su totalidad, con el fin de determinar si las actividades de buceo y snorkel suponen hoy en día un riesgo para el arrecife y sus componentes. El límite máximo de uso no ha sido alcanzado en Los Islotes, considerado en su globalidad, por ninguna de las dos actividades. El análisis por zonas, sin embargo, demostró que para ambas actividades hay zonas no explotadas (zonas 3 y 4), hay otras donde no se alcanzó el límite máximo de uso, como sucede para el buceo. Sin embargo, no fue el caso para la práctica del snorkel, ya que se sobrepasó la capacidad de carga en la zona 6, y las demás zonas (1, 2 y 5) se encontraron explotadas a más del 50 % de su capacidad máxima. La principal razón por la cual se encuentra sobrecargada la zona 6, es el hecho de que la mayoría de las boyas de amarre del sitio (40 %) se sitúan en esta zona. Está prohibido anclar en el sitio, por lo tanto, los capitanes se ven obligados usar esas boyas, aumentando el número de visitantes. Otro hecho importante a destacar, es la pequeña longitud de la zona, lo que se relaciona directamente con el valor de la CCT por la Capacidad de carga física del sitio. Mientras más pequeña es la zona, menos turistas puede recibir.

El daño provocado por el anclaje o contacto por snorkel y buzos con el fondo, es un factor que también puede ser controlado y permite aumentar el valor de la CC.

Un número alto de toques sobre un componente dado, repercute directamente en la Capacidad de carga turística por el Factor de corrección por daño aplicado a la Capacidad de carga real (CCR), provocando un bajo valor de CC. Esto lleva a sugerir una revisión de los componentes de arrecife que deben ser utilizados en el análisis; por ejemplo, ¿el toque del sustrato rocoso es equivalente realmente al daño ejercido sobre otros componentes como organismos bénticos o incluso el coral? Por ese motivo se calculó el factor de daño por toque solamente tomando en cuenta a los organismos. Sin embargo, es importante definir apropiadamente cuales organismos tomar en cuenta y elegir los que realmente son sensible y frágiles a las actividades de buceo y snorkel. Por ejemplo, en la zona 6 y 5, el número de contactos sobre organismos fue alto (y por lo tanto bajó el valor de la CC), pero más del 90 % de los toques corresponden a lobos marinos. Si las actividades de buceo y snorkel no tienen impactos negativos en estos organismos amerita un estudio específico por parte de los expertos. Si no se hubiera considerado en el cálculo el Factor de corrección de daño por toque (FCdañ) a estos organismos, hubiera aumentado el valor de la CC. La elección de cuales componentes del sitio hay que tomar en cuenta en el análisis es crucial en la determinación más justa y balanceada (entre uso y conservación) del valor de CC de un sitio dado.

Por otro lado, es importante tomar en cuenta la variación estacional del número de visitante en el sitio durante el año. El límite máximo de visitantes ocurrió durante los meses de mayor turismo, correspondiendo al periodo vacacional, por lo que más que manejar una capacidad de carga total, debe considerarse la mensual o estacional para un manejo adecuado y realista.

10. CONCLUSIONES

El Parque Nacional Archipiélago Espíritu Santo, como numerosas áreas naturales protegidas en el mundo, no pudo evadir un rápido crecimiento turístico dado a su belleza natural y su gran biodiversidad. Su parte norte, llamada “Los Islotes”, es la principal atracción turística de ciudad de La Paz por la particularidad que le otorga la colonia de lobos marinos que vive allí, siendo las actividades turísticas de buceo y snorkel las más desarrolladas en este sitio. Dado el riesgo que pueden representar estas actividades sobre los componentes biológicos del arrecife si no son manejadas adecuadamente, y el interés socioeconómico de Los Islotes para un sector de la población, las autoridades están particularmente interesadas en su uso sustentable. Con el fin de apoyarlas, se evaluó el impacto del buceo recreativo y snorkel mediante el indicador conocido como Capacidad de Carga (CC).

Considerando a “Los Islotes” de modo global, los resultados indican que, la intensidad de uso actual del buceo y snorkel está dentro de un margen sustentable.

Considerando la estacionalidad, el sitio presentó una visitación turística variable; para la actividad de snorkel el límite máximo fue sobrepasado en meses de vacaciones en la zona 6.

La actividad de snorkel resultó más dañina que el buceo en el sitio. La capacidad de carga, siendo un indicador flexible y no fijo, puede ser aumentada corrigiendo ciertos factores antropogénicos como el comportamiento del turista, ampliando las boyas de anclaje, aumentando la información al turista. También aumentando la capacidad de manejo del sitio mediante aumento de la vigilancia, control y certificación de agencias mediante talleres, entre otros factores.

La estimación de la capacidad de carga en Los Islotes debe considerarse con reservas, ya que durante el año de estudio se presentó un huracán de grandes proporciones (Odile), que disminuyó la afluencia de turistas, por lo que no puede extrapolarse el uso del sitio a otro año más típico.

Como medida precautoria la estimación de la capacidad de carga debiera realizarse frecuentemente (por ejemplo, en los periodos vacacionales).

Considerando que las propiedades biológicas del sitio intervienen en el cálculo de la CC, es necesario realizar monitoreos de los organismos frágiles del sitio con alguna frecuencia, aunque el arrecife es mayoritariamente rocoso.

10.1 RECOMENDACIONES

- El turismo en el sitio sigue aumentando cada año, una revisión y actualización del plan de manejo y de uso de “Los Islotes” (número de boyas, dimensión y localización de la zona de amarre es necesaria con el fin de repartir uniformemente el turismo en todo el sitio. Agrandar la zona de amarre y aumentar el número de boya dispersaría el turismo en el sitio y por lo tanto sería una buena solución para limitar el impacto provocado en las zonas muy explotadas.
- Creación de un taller obligatorio para los guías de buceo y snorkel que contenga información primordial del sitio, su fragilidad y conducta que los guías tienen que tener al momento de estar haciendo la actividad. Condicionar la asistencia al otorgamiento de un certificado, el cual lo valida como guía certificado.
- Aumentar la vigilancia en el Parque en los meses vacacionales.

- Crear un reglamento propio para “Los islotes” y si aplica, para otras áreas del Parque, que rija las actividades de buceo y snorkel con el fin de organizarlas y limitar el impacto resultante.
- Revisar y definir cuales (y porque) son los componentes arrecifales del sitio que deben considerarse en el análisis de los factores de corrección, para obtener estimados más realistas.

11. LITERATURA CITADA

- Aburto Oropeza M. O. 1999. Relación entre la distribución y la diversidad con respecto al hábitat, de la ictiofauna arrecifal de Los Islotes, B.C.S., México. Tesis de Maestría. La Paz, Baja California Sur, México, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 75 p.
- Aburto-Oropeza, O. y E.F. Balart, 2001. Community structure of reef fish in several habitats of a rocky reef in the Gulf of California. *Mar. Ecol.*, 22(4):283-305.
- 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 Association of Petroleum Geologist, pp 555-567. ISBN: 089181325X/9780891813255
- Amador, E., L. Cayot, M. Cifuentes, E. Cruz y F. Cruz. 1996. Determinación de la capacidad de carga turística en los sitios de visita del parque nacional Servicio Parque Nacional Galápagos. Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre. Puerto Ayora, Islas Galápagos.
- Álvarez del Castillo Cárdenas, A. 2012. Capacidad de carga de buceo del Parque Nacional de Cabo Pulmo. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B.C.S.
- Augustoswki M., F. Pinillo, J. Navas, M; Cardenas, J. Garcia y G. Tomala. 2005. Caracterización de bio-ecologica de los sitios de buceo de la reserva marina de galapagos: Capacidad de carga y recomendaciones para el buceo. Programa de manejo ambiental de las Islas Galapagos, Proyecto MAE/PNG/BID – 1274 /OC-EC.
- Aurioles-Gamboa, D., F. Sinsel., C. Fox, E. Alvarado y O. Maravilla. 1983. Winter migration of subadult male California sea lions (*Zalophus californianus*) in the southern part of Baja California. *J. Mammal.* 64:513-

- Aurioles-Gamboa, D. y F. Sinsel, 1988. Mortality of California sea lion pups at Los Islotes, Baja California Sur, Mexico. *J. Mammal.* 69(1): 180-183.
- Barker, N. H. L., y C. M. Roberts. 2004. Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biol. Conserv.*, 120(4), 481e489.
- Bernal, G., P. Ripa y J.C. Huerguera, 2001. «Variabilidad oceanográfica y climática en el Bajo Golfo de California: Influencias del Trópico y Pacífico Norte». *Mar. Sci.* 27(4): 595-617
- Camp, E., D. Fraser, 2012. Influence of conservation education dive briefings as a management tool on the timing and nature of recreational SCUBA diving impacts on coral reefs. *Ocean Coast. Manage.* 61:30-37.
- Cifuentes, M., 1992. Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza Catie. Turrialba, Costa Rica.
- 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 y M, Turcios, 1999. Capacidad de carga turística de las áreas de uso público del Monumento Nacional el Guayabo, Costa Rica. WWF Centroamérica, Turrialba.
- Clivaz, C., Y. Hausser, J. Michalet, 2004. Tourism monitoring system based on the concept of carrying capacity- The case of the regional natural park Pfynges (Switzerland). Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 2.
- Coccosis, H. y A. Mexa. (2004). The Challenge of Tourism Carrying Capacity Assessment. Theory and Practice. Aldershot: Ashgate.
- CONANP. 2000. Programa de manejo complejo insular del Espíritu Santo, la Paz, B.C.S, México. Secretaria de medio ambiente, recursos naturales y pesca. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- CONANP-SEMARNAT. 2011. Programa de Manejo del Parque Nacional exclusivamente la Zona Marina del Archipiélago de Espíritu Santo.

México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

- Courtney, C.A. 2007. Recreational carrying capacity evaluation of Honolua Bay. Lahina, Maui, Hawaii, USA: Maui Land y Pineapple Company, Inc. Costa, D. P., K. Carey y M. Welse. 2007. Foraging Ecology of the California Sea Lion: Diet, Diving Behavior, Foraging Locations, and Predation Impacts on Fisheries Resources. California Sea Grant College Program.
- Davis, D., y C. Tisdell. 1995. Economic Management of Recreational Scuba Diving and the Environment. Centre for Coastal Management, Southern Cross University, Lismore 2480, NSW, Australia and Department of Economics, The University of Queensland, Brisbane 4072, QLD, Australia.
- Davis, D. y C. Tisdell. 1995. Recreational scuba-diving and carrying capacity in marine protected areas. *Ocean Coast. Manage.*, 26(1):19-40.
- Dixon, J. A., L. Fallon-Scura. y T. van't Hof. 1993. Meeting ecological and economic goals-marine parks in the Caribbean. *Ambio*, 22: 117-125.
- Dustan, P. y J.C. Halas. 1987. Changes in the reef-coral community of Carysfort Reef, Key Largo, Florida: 1974 to 1982. *Coral Reefs* 6:91-106.
- Eken, G., L. Benun, T.M. Brooks, W. Darwall, L.D.C. Fishpool, M. Foster, D. Knox, P. Langhammer, P. Matiku, E. Radford, P. Salaman, W. Scherest, M.L. Smith, S. Spector y A. Tordoff. 2004. Key biodiversity areas as site conservation targets. *Bioscience* 54, 1110–1118.
- Ervin, J. 2003. Protected area assessments in perspective. *Bioscience* 53:819–822.
- Fallon Scura, L. y T. van't Hof. 1993. The ecology and economics of Bonaire Marine Park. Divisional paper 1993-44. The World Bank, Washington, D.C.
- Gallo, F. y A. Martínez. 2001. Intensidad y tipos de uso en sitios de buceo de San Andrés Isla. Trabajo de grado UTP, sin publicar.

- Gallo, F., A. Martínez y J.I. Ríos. 2003. Capacidad de carga de visitantes en áreas de buceo de San Andrés Isla, Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira, 7 pp. Facultad de Ciencias Ambientales, Administración del Medio Ambiente (<http://www.utp.edu.co/areasmarinas>).
- Gallo F., A. Martínez, P. Ríos y I. Jorge. 2012. Capacidad de Carga de Visitantes, en Áreas de Buceo de San Andrés isla Columbia. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales, Administración del Medio Ambiente.
- Gentry, R.L. y G.L. Kooyman. 1986. Methods of dive analysis. In Fur Seals: maternal strategies in land and sea. Edited by Gentry, R.L. and Kooyman, G.L. Princeton University Press. Princeton. NJ. pp 2840.
- González-Suarez, M., K. E. Mcluney, D. Auriol-Gamboa y L. R. Geber. 2006. Incorporating uncertainty in spatial structure for viability predictions: a case study of California sea lions (*Zalophus californianus californianus*). Anim. Conserv. 9:219-227.
- Green, E. y R. Donnelly. 2003. Recreational SCUBA diving in Caribbean marine protected areas: Do users pay? Ambio 32:140–144.
- Guzmán Méndez, I. A. 2009. Estructura de las asociaciones de algunos invertebrados del archipiélago de Espíritu Santo, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN.
- Harriott, V. J., D.C. Davis y S. A. Banks, 1997. Recreational diving and its impact in marine protected areas in Eastern Australia. Ambio, 26(3):173-179.
- Hawkins, J. y C.M. Roberts. 1992. Effects of recreational SCUBA diving on fore-reef slope communities of coral reefs. Biol. Conserv. 62:171– 178.
- Hawkins, J.P. y C.M. Roberts. 1992. Can Egypt's coral reefs support ambitious plans for diving tourism? In: Proceedings of the 7th International Coral Reef Symposium. Richmond, R.H. (ed.). 2:1007-1013.

- Hawkins, J.P. y C. M, Roberts. 1997. Estimating the carrying capacity of coral reefs for scuba diving. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, 2: 923-1926.
- Hawkins, J.P., M. C. Roberts, T. Van't Hof, K. De Meyer, J. Tratalos y A. Chloe Aldam. 1999. Effects of Recreational Scuba Diving on Caribbean Coral and Fish Communities. *Conserv. Biol.* 13(4):888-897
- Hernández Camacho, C. J. 2001. Tabla de vida del lobo marino de California *Zalophus californianus californianus* en la lobera Los Islotes, B.C.S., México. Tesis de Maestría. La Paz, Baja California Sur, México, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 83 p.
- IUCN. 2005. Benefits beyond boundaries. *Proceedings of the Vth IUCN world parks congress*. The World Conservation Union, Durban.
- Jameson, S.C., M.S.A. Ammar, E. Saadalla, H.M. Mostafa y B. Riegl. 1999. A coral damage index and its application to diving sites in the Egyptian Red Sea. *Coral Reefs* 18:333–339.
- Jiménez, A., S.G. Marinone y A. Parés-Sierra. 2005. Efectos de la variabilidad espacial y temporal del viento sobre la circulación en el Golfo de California. *Mar. Sci.* 31: 357–368.
- Kostopoulou, S. y I. Kyritsis. 2006. A Tourism Carrying Capacity Indicator for Protected Areas. *Anatolia: An International Journal of Tourism and Hospitality Research*, 17:1, 5-24.
- Labrada Martagón, V., D. Aurióles-Gamboa y S.F. Martínez-Díaz. 2005. Natural and Human Disturbance in a Rookery of the Californian Sea (*Zalophus californianus californianus*) in the gulf of California, Mexico. *Lat. Am. J. Aquat. Mamm.* ISSN 1676-7497.
- Le Bœuf, B.J., D. Aurióles-Gamboa, R. Condit, C. Fox, R. Gisinier, R. Romero y F. Sinsel. 1983. Size and distribution of the California sea lion population in México. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 43: 77-85.
- Lubchenco, J., S.R. Palumbi, S.D. Gaines y S. Andelman. 2003. Plugging a

- Hole in The Ocean: The Emerging Science of Marine Reserves. *Ecological Applications*, 13(1):3–7.
- Luna, B., C. Valle Pérez y J.L. Sanchez-Lizaso, 2009. Benthic impacts of recreational divers in a Mediterranean Marine Protected Area. – *ICES J. Mar. Sci.*, 66: 517–523.
- Medio, D., R.F.G Ormond y B. Pearson. 1996. Effects of briefings on rates of damage to corals by scuba divers. *Biol. Conserv.*, 79(1):91-95.
- Cifuentes, M. 1992. Determinación de la capacidad de carga turística en áreas protegidas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Cati, Turrialba, Costa Rica.
- Milazzo, M., R. Chemello, F. Badalamenti, R. Camarda y S. Riggio. 2002. The impact of human recreational activities in marine protected areas: what lessons should be learnt in the Mediterranean Sea? *PSZNI. Mar. Ecol.*, 23: 280–290.
- Olmos-Martínez, E., O.A. Arizpe-Covarrubias, R.M. Ibáñez Pérez y A. Ortega-Rubio. 2014. Servicios ecosistémicos con potencial turístico del parque nacional Archipiélago Espíritu Santo, México. *Teoría y Praxis Núm. esp.* 2015: 158-173.
- Ong Fatt, T. y G. Musa. 2012. Examining the influences of experience, personality and attitude on SCUBA divers' underwater behavior: A structural equation model. *Tour. Manage.* 33(2012) 1521-1534
- PADI Diver Statistics. 2008. Retrieved January 20, 2010, from. <http://www.padi.com/SCUBA/about-padi/PADI-statistics/default.aspx>
- Pomeroy, R.S., J.E. Parks y L.M. Watson. 2004. How is your MPA doing? A guide book of natural and social indicators for evaluating marine protected area management effectiveness. IUCN, Cambridge.
- Poonian, C., P. Davis y C.K. McNaughton. 2010. Impacts of recreational divers on Palauan coral reefs and options for management. *Pac. Sci.* 64(4):557–565
- Ramirez Cordero, C.A. 2008. Uso ecoturístico y capacidad de carga de buceo

del parque nacional islas Marietas y los Arcos de la bahía de banderas, Jalisco-Nayarit, México. Tesis Licenciatura en Biología, Universidad de Guadalajara.

- Reyes Bonilla, H., A.L. Cupul Magaña, R. M. Loreto Viruel, P.A. Álvarez del Castillo Cárdenas, V. Leonardo Vázquez, N. Torrejón Arellano, C. Narro Robles y P. González Espinoza. 2012. Capítulo IX. Evaluación de la capacidad de carga para buceo en áreas naturales protegidas del mar Caribe y el golfo de California, México. En A. Ivanova y R. Ibañez. Medio ambiente y política turística en México. Tomo I: Ecología, biodiversidad y desarrollo turístico. Edición Primera, México .164 p. ISBN: 978-607-824-602-1
- Rielg, B. y 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-Jara, E., C. Galván-Villa, F.A. Rodríguez-Zaragoza, E. López-Uriarte y T. Muñoz-Fernández. 2013. The Tourism Carrying Capacity of Underwater Trails in Isabel Island National Park, Mexico. *Environ. Manage.* (2013) 52:335–347 DOI 10.1007/s00267-013-0047-3
- Rodrigues, A.S.L., H.R., Akcakaya, S.J. Andelman, M.I. Bakarr, L. Boitani, T.M. Brooks, J.S. Chanson, L.D.C. Fishpool, G.A.B. Da Fonseca, K.J. Hoffmann, G., P.A. Marquet, J.D. Pilgrim, R.L. Pressey, J. Schipper, W. Sechrest, W., S.N., L.G. Underhill, R.W. Waller, M.E.J. Watts y X. Yan. 2004. Global gap analysis: priority regions for expanding the global protected-area network. *Bioscience* 54:1092–1100.
- Rouphael, A. B. y M. Hanafy. 2007. An alternative Management Framework to limit the impact of SCUBA divers in coral Assemblages. *J. Sustain.Tourism.* 15(1):91-103.
- Rouphael, A. B. y J.G. Inglis. 1997. Impacts of recreational SCUBA diving at sites with different reef topographies. *Biol.Conserv.*, 82: 329-336.

- Rouphael, A.B. y G.J. Inglis. 2001. Take only photographs and leave only footprints? An experimental study of the impact of underwater photographers on coral dive sites. 2000. *Biol. Conserv.* 100: 281-287
- Salm, R.V. 1986. Coral reefs and tourist carrying capacity: The Indian Ocean experience. *Industry and Environ.* 9:11–13
- Schleyer, M.H. y B.J. Tomalin. 2000. Damage on South Africa coral reefs and assessment of their sustainable diving capacity using a fisheries approach. *Bull. Mar. Sci.*, 67: 1025-1042.
- Scura, L. y T. van't Hof. 1993. The Ecology and Economics of Bonaire Marine Park. Divisional Paper No. 1993–1994. New York: World Bank.
- Souza-Melo, R., M.C. Crispim., E. Rodriguez-Viana de Lima y 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.
- Sweatman, H. P. A. 1996. Impact of tourist pontoons on fish assemblages on the Great Barrier Reef. Technical report 5. CRC Reef research Centre, Townsville, Australia
- Szteren, D., D. Aurioles y L.R. Gerber. 2006. Population Status and Trends of the California Sea Lion (*Zalophus californianus californianus*) in the Gulf of California, Mexico. Sea Lions of the World Alaska Sea Grant College Program. AK-SG-06-0.
- Tratalos, J.A. y T.J. Austin. 2001. Impacts of recreational SCUBA diving on coral communities of the Caribbean island of Grand Cayman. *Biol. Conserv.* 102, 67–75.
- Van Breda, A. y K. Gjerde. 1992. The Use of Mooring Buoys as a Management Tool. Center for Marine Conservation, Washington DC.
- Velasco García J. A. 2009. Ambientes geológicos costeros del litoral de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. La Paz, Baja California Sur, México, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 82 p.

- Wills López, M.A. 2008. "El coral negro *Antipathes galapagensis*" en el complejo insular de Espíritu Santo, B.C.S., México. Ecología poblacional e historia de su explotación". Tesis de Maestría, Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C, CIBNOR.
- Zakai, D. y N.E. Chadwick-Furman. 2000. Impact of intensive recreational diving on reef corals at Eliat, northern Red Sea. *Biol. Conserv.*, 105: 179-187.

Anexo 3: Encuesta proporcionada a los turistas durante las salidas al campo.



visitante: Esta encuesta forma parte de un estudio que se está desarrollando por la Universidad Autónoma de Baja California Sur y el Centro de Investigación Biológico de Noroeste S.C, para el Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California, B.C.S. y Parque Nacional Archipiélago de Espíritu Santo, cuyo objetivo es conocer las características de los usuarios, así como el tipo de actividades que realizan y la calidad de su experiencia. La información será transmitida en forma de recomendaciones formales que fundamenten mejor las acciones de manejo de las autoridades del parque. Le solicitaríamos algunos minutos de su tiempo para contestar las preguntas, y agradecemos sinceramente su interés en la conservación de esta maravilla natural.

Dear visitor: This poll is part of a study in progress conducted by Mexican institution of higher education “University Autonomous of Baja California Sur”, for the Protected Area of Flora and Fauna of the Gulf of California, BCS and National Park Archipelago Holy Spirit. Its objective is to identify the characteristics of the users, the kind of activities they carry out, and the quality of their experience. The information will be translated into formal recommendations to the park authorities in order to better implement their management actions. We would like to ask for a few minutes of your time to answer these questions, and thank you for your interest in the conservation of this natural wonder.

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 park?/¿Cómo se enteró sobre el parque?**
5. **Agency name / Nombre de la agencia que lo trajo**

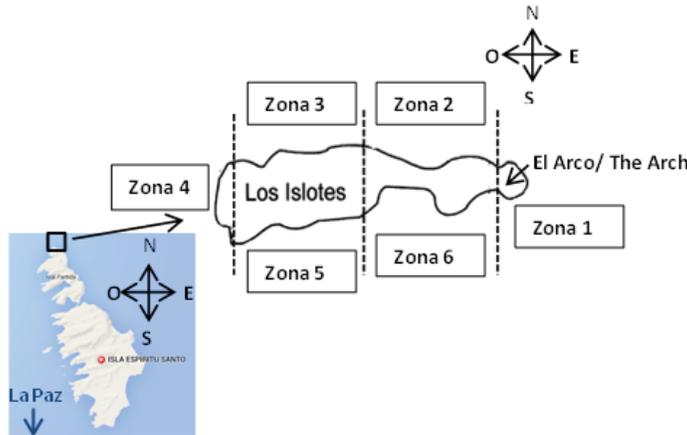
6. Which activities did you perform?/¿Qué actividad realizó durante su visita?

SCUBA dive / Buceo autónomo

Snorkeling / Snorkeleo

7. What was the name of the site where you went? / ¿A qué sitio lo llevaron?

8. If the site was Los Islotes, can you precise in which zones? / Si el sitio fue los Islotes, puede precisar en qué zonas?



- a) Zona 1: East Point, The Arch / Punta Este, El Arco
- b) Zona 2: North East Side/ Lado Noreste
- c) Zona 3: North West Side/ Lado Noroeste
- d) Zona 4: West Point/ Nursery Punta Oeste, Guardería
- e) Zona 5: South West Side/ Lado Sur Oeste
- f) Zona 6: South East Side/ Lado Sur Este

9. 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?

10. 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

11. Have you performed this activity here before?/¿Había realizado esta actividad en este lugar anteriormente?

Yes / Si

No / No

12. How many immersions did you do? / ¿Cuántas inmersiones realizaste? _____

13. 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

14. 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

25. 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

26. 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

27. You return to Espiritu Santo Islan? / ¿Usted regresaría a la isla espíritu Santo?

Yes / Si No / No

28. Recommend to a friend or family member visit Isla Espiritu Santo? / ¿Recomendaría a un amigo o familiar que visite la Isla Espíritu Santo?

Yes / Si No/ No



Anexo 4. Fotos ilustrando el anclaje prohibido en la zona 5 en "Los Islotes", en febrero 2015, durante un día de viento fuerte de Norte.



Anexo 5. Ilustración de lanchas amarradas entre ellas en la zona 5 de "Los Islotes" en febrero durante un día de viento fuerte de norte. (La primera está amarrada a una boya)



Anexo 6. Ilustración de un barco de prestadores de servicios anclado en la punta este de "Los Islotes", zona 1, marzo 2015, día de calma.



Anexo 5. Ilustración de dos embarcaciones de prestadores de servicios anclados en el lado norte de la zona 1 de "Los Islotes", Octubre 2014, día de calma.