

## IMPACTO AMBIENTAL DEL TURISMO DE BUCEO EN ARRECIFES DE CORAL

*Luis Carlos Santander Botello\**  
Universidad de Quintana Roo. México

*Enrique Propin Frejomil\*\**  
Universidad Nacional Autónoma de México

### RESUMEN

El presente trabajo, tiene como objetivo general valorar el saber sobre los impactos del turismo de buceo en arrecifes de coral. En la primera parte, se presentan los antecedentes del buceo SCUBA, del turismo de buceo se argumenta su importancia económica y se caracterizan los operadores y los turistas de este nicho de mercado. A continuación, se presenta un análisis de los arrecifes de coral, su distribución geográfica, su relevancia económica y ambiental, su fragilidad y las causas y estado de su deterioro. Posteriormente, se describe la naturaleza, las causas y la importancia de los impactos directos del turismo de buceo. Asimismo, se revisan las líneas de análisis y autores que han tenido como objeto de estudio los impactos ambientales del turismo de buceo. Finalmente, se señala la importancia de evitar la homologación de las medidas para el manejo de los impactos directos del turismo de buceo. El objetivo específico del trabajo, es precisar que los parámetros físicos y bióticos, las modalidades de uso y el comportamiento de los buzos, son elementos a través de los cuales se reconoce la especificidad, que para la ocurrencia y naturaleza de los impactos directos, tiene cada sitio de buceo.

**Palabras clave:** turismo de buceo, arrecifes de coral, impactos ambientales.

---

Fecha de recepción: 8 de mayo de 2009

Fecha de aceptación: 30 de octubre de 2009

\* División de Desarrollo Sustentable. Universidad de Quintana Roo. Av, 11 s/n. Frente a Colonia San Gervasio. Cozumel. QUINTANA ROO (México). C.P. 77600. E-mail: [lsant@ugroo.mx](mailto:lsant@ugroo.mx)

\*\* Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior, s/n. Ciudad Universitaria. CP 04510 MÉXICO D.F. E-mail: [propinfrejomil@yahoo.com](mailto:propinfrejomil@yahoo.com)

## **Environmental impact of diving tourism on coral reefs**

### **ABSTRACT**

The general aim of this work is to assess the knowledge about diving tourism impacts on coral reefs. In the first section the background of SCUBA diving is looked at. The economic importance and critiques made of social issues of diving tourism are pointed out, and so are the main characteristics of those who offer diving services and of diving tourists. Next, a presentation of coral reefs is made including their geographical distribution, their economic and environmental significance, their fragility and the causes and status of their degradation. Later in the work a description of the nature, causes and importance of the direct environmental impacts of diving tourism in coral reefs is presented. Reference to authors and topics concerned with direct impacts of diving tourism on coral reefs is made. Finally, the importance of avoiding diving tourism impacts management with standard or universal tools is argued. The specific aim of the work is to point out that, when it comes to impacts, the uniqueness of each diving site has to be recognized through its physical and biological characteristics and by the divers' behavior and patterns of use.

**Key words:** diving tourism, coral reefs, environmental impacts.

## **1. EL TURISMO DE BUCEO**

### **1.1. Antecedentes**

El buceo autónomo y la práctica del mismo como deporte o actividad turística, sólo fue posible con el desarrollo del equipo adecuado. En 1942-43, los franceses Jacques Cousteau y Emile Gagnan inventaron el sistema *aqua-lung*, también conocido como equipo autónomo de circuito abierto, que revolucionó los términos y facilidad para explorar el mundo subacuático, lo que hizo viable la eventual popularidad del buceo. El sistema de Cousteau y Gagnan se comercializó en Francia a partir de 1946, en la Gran Bretaña a partir de 1951 y un año después en los Estados Unidos de América (MIT s/f). Desde entonces, el buceo empezó a popularizarse y al inicio de los años 1960 la compañía francesa Club Méditerranée reconoció y aprovechó la creciente demanda, promoviendo el buceo en destinos tropicales (BSAC, s/f).

La aportación de Cousteau en la promoción del buceo y su posterior popularidad, va más allá de la invención de un equipo totalmente seguro, confiable y fácil de usar, el investigador francés es reconocido como el creador del documental submarino (Pickering s/f). Sus primeros trabajos fueron para el cine y recibió tres veces la estatuilla del Óscar, de la Academia de Cinematografía y Ciencias de los Estados Unidos de América (AMPAS s/f). Sin embargo, los mayores alcances en la promoción de los paisajes submarinos, lograda por Cousteau, fueron gracias a la televisión. Sus documentales fueron transmitidos por primera vez en 1966, alcanzando un gran éxito y en sus diez años de producción, más las obligadas retransmisiones, millones de personas en todo el mundo descubrieron y se fascinaron por el mundo submarino (Pickering, s/f). Actualmente los documentales sobre

los océanos, que suelen privilegiar las imágenes de arrecifes de coral, ocupan un lugar destacado en los canales de paga identificados con programación sobre la naturaleza y no son extraños en los canales de televisión abierta.

No se cuenta con datos sobre la relación entre la difusión de los atractivos submarinos a través de la televisión y el incremento en el número de personas que practican el buceo en ecosistemas marinos tropicales. El éxito, penetración y vigencia de los documentales sobre el mundo submarino no son explicación suficiente sobre el rápido crecimiento del turismo de buceo; pero por otro lado, es aventurado descartar su influencia en la motivación del segmento que conforma dicho turismo. El gusto por la belleza del mundo submarino no es la única fuente de motivación del buceo de turismo.

A través de todo tipo de producciones de cine y de televisión, se ha identificado al buceo como una actividad propia de destinos paradisíacos, frecuentados por los ricos y poderosos. Adicionalmente, al buceo se asocian fantasías de rudeza, riesgo y sexualidad que ocupan el imaginario popular.

Los cálculos de las cifras sobre el número de personas que cada año se certifican como buzos alrededor del mundo, son cercanos 1.5 millones, correspondiendo casi un millón a la organización PADI (s/f), siglas en inglés de la Asociación Profesional de Instructores de Buceo. En 1967, su primer año de operación, PADI certificó 3,226 personas, y en 2007, la cifra llegó a 928,754, dando un acumulado de más de 16.5 millones en 40 años. En todo ese periodo, sólo se registraron tasas negativas de crecimiento en 1974, 2002 y 2005. Del total de certificaciones otorgadas por PADI en 2007, el mayor número correspondió a Europa, con un 38.8%, seguida por América, con el 32.8% y la región Asia Pacífico con el 28.3%. Del total de certificaciones en ese mismo año, en Europa (360,961), el 44% correspondió a la Gran Bretaña (158,400). En el caso de América, del total de 304,556 certificaciones, Canadá representó el 5.5%, y aunque no se cuenta con datos sobre la distribución del restante 94.5% entre Latinoamérica, el Caribe y Estados Unidos de América, es claro que la amplia mayoría corresponde a este último país, colocándolo como la nación donde más personas se certifican anualmente, donde más buzos activos hay y de donde procede el mayor número de personas que bucean durante sus vacaciones. De los mismos datos de PADI (*Ibíd.*), se desprende que la edad promedio de las personas certificadas es de 27 años para las mujeres y de 30 años para los hombres, y que el 67% son hombres y sólo el 33% son mujeres.

## 1.2. Situación actual

Para la Organización Mundial del Turismo (OMT o WTO por su siglas en inglés), los segmentos del mercado turístico son: de Sol y Playa, Deportivo, de Aventura, basado en la Naturaleza, Cultural, Urbano, Rural, de Crucero, de Parques Temáticos y de Congresos y Convenciones. En el caso del turismo deportivo, la subclasificación incluye el turismo de buceo (WTO, 2001).

De acuerdo con la OMT, el buceo de turismo es aquél de personas que viajan teniendo como principal propósito la práctica del buceo autónomo, también llamado buceo SCUBA, siglas en inglés de aparato autónomo de respiración bajo el agua, precisando además, que

la selección del destino se basa principalmente en el reconocimiento a la calidad de la experiencia que el sitio ofrece en la práctica del buceo (*Ibid.*).

Tener como principal motivo del viaje la práctica del buceo autónomo, en un destino cuyo principal atractivo es la calidad de la experiencia de buceo, son dos condiciones que no cumplen un número importante de personas que bucean durante sus vacaciones y cuyos impactos directos en los arrecifes de coral, son relevantes. Tal es el caso de los pasajeros de cruceros, cuyo número y limitada experiencia promedio, son un factor relevante en los impactos que sufren los arrecifes de Cozumel, México (investigación directa de los autores). En la literatura académica y reportes sobre turismo de buceo no es común encontrar precisiones sobre la definición que del mismo se adopta. Para los fines de este estudio, se entiende por turismo de buceo, el realizado por personas que practican el buceo SCUBA durante su visita a destinos donde dicha práctica es popular.

En la presentación de una compilación reciente de trabajos relativos al turismo de buceo, se señala lo sorprendente que es el limitado interés que este turismo despierta en la comunidad científica (Garrod y Gössling, 2008b). Efectivamente, llama la atención que exista ese limitado interés, pues se trata de una actividad de importancia económica prioritaria en muchos destinos y porque el número de personas que practican el buceo durante sus viajes ha crecido a nivel mundial y se proyecta que siga haciéndolo a tasas relevantes. El material científico sobre turismo de buceo es diversificado, en cuanto a enfoques disciplinarios, precisión, profundidad de detalle y disponibilidad de consulta (*Ibid.*).

El turismo de buceo es un nicho de la industria turística y es un sector que no ha sido señalado o exhibido en sus aspectos sociales negativos, en la forma, atención y detalle en que se ha hecho con otros sectores del turismo. La crítica de carácter social más común al turismo de buceo, surge en el caso de áreas marinas protegidas, donde las regulaciones limitan o prohíben la explotación o uso que del arrecife puede hacer la población local, tal como la prohibición o restricción de la pesca. Otra crítica de contenido social, se relaciona con el hecho de que, para la población local, es difícil y en ocasiones prácticamente imposible, acceder a los permisos, financiamiento y cultura empresarial necesarios para operar y mantenerse competitiva en una actividad que requiere de embarcaciones, equipo, personal especializado y del uso de herramientas informáticas de tecnología moderna.

A través de la observación directa en destinos populares de buceo, realizada por los autores y otros estudiosos (Townsend, 2008: 143), se detectó que la mayoría de las empresas dedicadas a proporcionar tours de buceo, son pequeñas y medianas empresas de propiedad individual, algunas de las cuales brindan otras actividades acuático recreativas. Sin embargo, existen prestadores de servicios de buceo que operan en grandes hoteles, cruceros, o que cuentan con una flota de embarcaciones para la modalidad de *live aboard* y que son propiedad de empresas con presencia en varios países. En muchos destinos turísticos de países en desarrollo, es común que en la oferta de servicios turísticos participen empresarios y empleados extranjeros o nacionales no originarios de la región. En el caso del turismo de buceo, este fenómeno es más marcado por la propia especialización y requerimientos de la actividad (*Ibid.*).

A principios de esta década, en por lo menos 91 países y territorios, existían destinos receptores del turismo de buceo (Spalding *et al.*, 2001), modalidad turística con un crecimiento del 7% anual (Burke y Maidens, 2005). Para la OMT, bajo los criterios de

su definición, el valor anual del turismo de buceo internacional en el año 2000, fue de alrededor de 5,000 millones de dólares (WTO, 2001). Para el Caribe, se ha estimado que dicha actividad genera ingresos brutos anuales de entre mil millones y dos mil millones de dólares (UNEP, 2001) y por otro lado, hay expectativas para que en el año 2015 sus beneficios netos alcancen los 6,000 millones de dólares (Burke y Maidens, 2005). En Australia el turismo internacional de buceo tiene un valor de 598 millones de euros y de 327 millones de euros para el turismo nacional de buceo (Coxon et al, 2008). Para algunas islas del Caribe, se ha estimado que las ganancias anuales producto del turismo de buceo fluctúan entre uno y dos millones de dólares (Barker y Roberts, 2008). Por su parte, en Sri Lanka, el valor turístico neto anual de cada kilómetro cuadrado de arrecife de coral se estima en 214 mil dólares (*Ibid.*). A pesar de la dificultad para encontrar cifras precisas, con criterios homogéneos sobre la importancia económica que tiene el buceo de turismo, es claro que se trata de una actividad de gran relevancia económica para los destinos con arrecifes de coral en sus costas.

El turismo de buceo es un nicho de alto valor. En el Caribe, el gasto promedio de los turistas que bucean es de 60 a 80% mayor, que el de otros turistas. En la región los buzos representan el 10% del total de turistas, pero contribuyen con el 17% de los ingresos provenientes de la actividad turística en general (Burke y Maidens, 2005).

### 1.3. Caracterización de los turistas de buceo

Dos autores, Garrod y Gössling (2008 b: 7 y 8), citan que el número actual de buzos certificados que se mantienen activos, es de 28 millones, que el 33% de ellos realiza por lo menos un viaje anual cuyo objetivo principal es practicar el buceo, y que uno de cada cuatro de esos turistas, constantemente busca nuevos destinos de buceo. Por otra parte, se considera que las tres cuartas partes de clientes del mercado mundial del segmento de buceo, está conformado por personas que radican en los Estados Unidos de América, y que entre las actividades de buceo la que registra el porcentaje más alto de preferencia, entre los buzos regulares, es la exploración de arrecifes de coral. Lo anterior, significa que el turismo de buceo tiene un marcado carácter internacional, pues el mayor número de personas que bucea en sus viajes, vive en países desarrollados del hemisferio norte, pero lo hace en ecosistemas marinos tropicales. En este contexto, el 60% de los turistas internacionales de buceo, de los cuales la mayoría son estadounidenses, selecciona el Caribe como su destino de vacaciones (CEUA, 2006). En el año 2000, alrededor de 3.6 millones de turistas, bucearon en el Caribe (Burke y Maidens, 2005). Entre buzos del sureste de Estados Unidos de América, la cantidad de días ocupados en viajes para bucear en los últimos 12 meses, fue de 14.2, correspondiendo 5.3 días a viajes fuera de su país, siendo los destinos internacionales dominantes el Caribe y México (Garrod y Gössling, 2008b).

Respecto al perfil de los turistas que bucean, Garrod y Gössling (*Ibid.*: 16-19) citan diferentes reportes y estudios, y consideran válidas las siguientes generalizaciones:

- El grupo de edad dominante corresponde al de 30 – 40 años.
- Predomina el género masculino.
- La mayoría cuenta con educación universitaria.

- El nivel de ingreso promedio es superior al ingreso promedio de los turistas internacionales en general, el cual a su vez es mayor al ingreso promedio de la población de su país de origen.
- El 80% de los buzos que se certifican cuentan con pasaporte.
- La cantidad de buzos que viajan a un destino que han visitado previamente es cercana al 70%.
- Entre las personas que practican el buceo durante sus vacaciones, menos del 25% son principiantes, pero sólo el 20% tiene la experiencia de más de 100 inmersiones.

Los resultados presentados, provienen de estudios y reportes de sitios concretos y son datos muy generales, pero a pesar de que su utilización debe realizarse con cautela, brindan elementos para orientar y comparar estudios de caso específicos.

De la revisión de estudios de mercado, Garrod (2008: 37-39) considera como variable particularmente relevante para la segmentación del turismo de buceo, el grado de especialización y experiencia del buzo, el cual se refleja en la inversión monetaria en equipo, el número de inmersiones realizadas, la frecuencia de las mismas, el grado de dificultad de los buceos efectuados, la cantidad de viajes a destinos internacionales de buceo, la suscripción a revistas de buceo, entre otros.

Respecto a las motivaciones del buzo, el supuesto de Garrod (*Ibíd.*) es que éste avanza en su carrera como turista moviéndose hacia arriba, en una escala de necesidades y motivaciones, donde lo principal son los desafíos que acumulen y enriquezcan su experiencia de buceo. El dominio de habilidades técnicas y la capacidad para disfrutar buceos con creciente grado de dificultad, sin duda contribuyen a la autoestima y autorrealización de muchos turistas. En las motivaciones del turista de buceo, al avance técnico pueden sumarse las necesidades de reconocimiento y de establecer o reforzar relaciones interpersonales (Cater, 2008). En mayor, o menor medida, la identidad del buzo se forma a través de compartir sus experiencias, ampliando así la estima o reconocimiento de sus pares.

Por otra parte, un número importante de viajeros a destinos de buceo, lo hacen en compañía de amistades o familiares que también practican ese deporte, satisfaciendo, de esta forma, su necesidad de relaciones interpersonales. El buceo, como muchas otras actividades recreativas y de esparcimiento, tiene una cultura propia, reflejada en lenguaje, señas, ropa, equipo, artículos ornamentales, etcétera. (Townsend, 2008: 195).

La observación directa, en destinos del Caribe, por parte de los autores, permite señalar que para el mayor número de turistas de buceo, el dominio técnico se da en las primeras etapas de su carrera; que el número de grupos de buzos viajando juntos disminuye conforme aumentan los años de experiencia y, que independientemente de la diversidad en los comportamientos e intereses de los buzos, la contemplación y el disfrute del entorno submarino se convierten en la principal variable en la motivación para realizar el viaje. Lo anterior apunta a que la valoración subjetiva, que los turistas hacen del grado de conservación y valor estético de los sitios de buceo, es un factor clave para la calidad de la experiencia que se busca y por lo tanto para la selección del sitio.

Al respecto, es conveniente tener presente un estudio realizado en la Isla Mauricio por Gössling y coautores (2008), para evaluar el grado en que las condiciones ambientales,

que los buzos encuentran en los arrecifes de coral, influyen en la selección del destino. Los resultados muestran que los turistas que bucean, conforman su percepción del estado ambiental del arrecife con variables específicas tales como la visibilidad bajo el agua, cantidad de colonias de coral quebradas, enfermas o muertas, variedad y número de peces, así como cobertura de algas. Sin embargo, a los autores citados no les fue posible establecer o identificar, el punto donde el cambio en el arrecife genera experiencias negativas que influyan en una futura selección del destino. Lo anterior pone de manifiesto la dificultad y quizás imposibilidad de generalizar, desde el punto de vista de la calidad de la experiencia, un umbral o límite de cambio aceptable en las condiciones de un sitio de buceo.

En términos individuales, la experiencia de viajes o avance en la carrera turística de cada buzo, determina la posibilidad de comparar los sitios de un destino a lo largo del tiempo y/o compararlo con sitios de buceo en otros destinos. De esta manera, cada turista puede percibir elementos que enriquezcan o empobrezcan su experiencia, influenciando así su futura selección o rechazo de un destino. Es importante recalcar, que se trata de percepciones personales que no necesariamente coinciden con una evaluación científica del estado que guarda un arrecife de coral. En un momento dado y hasta cierto grado, el deterioro de un sitio puede ser compensado, para algunos buzos, con la presencia de especies raras o atractivas, con la calidad del servicio brindado por los prestadores de servicios de buceo o, con los tiempos y costos de traslado a un destino.

Independientemente de las consideraciones referidas, sobre el carácter relativo que para cada buzo pueda tener el punto de cambio en la calidad de su experiencia, a mayor deterioro del ecosistema existe una menor gratificación. En el caso de los arrecifes de coral, existen una serie de características únicas que es necesario identificar para contextualizar, posteriormente, la naturaleza de los impactos del turismo de buceo.

## **2. LOS ARRECIFES DE CORAL COMO RECURSO TURÍSTICO**

### **2.1 Descripción y distribución**

Los arrecifes de coral son hábitats marinos definidos por su estructura física, por los organismos asociados a ellos y por los procesos biológicos que los mantienen. El arrecife de coral es una estructura física, construida a través de la acumulación de carbonato de calcio, por corales hermatípicos y otros organismos (Spalding *et al* 2001). Se estima que el crecimiento vertical más acelerado que un arrecife puede tener en 1,000 años, es de 9 a 15 metros, aunque el promedio sería una cifra mucho más baja (*Ibíd.*). El crecimiento del arrecife no es continuo en el tiempo y muchos arrecifes actuales se convirtieron en fósiles que eventualmente sirvieron de sustrato para una posterior recolonización por corales. Los arrecifes de coral, se encuentran entre los componentes vivos más antiguos que existen hoy en día (INE, 1997; Bryant *et al*, 1998; Knowlton, 2001; Spalding *et al*, 2001).

Los arrecifes de coral se clasifican en atolones, barreras y bordeantes. Los atolones, son arrecifes que rodean una laguna donde pudo haber existido una isla de origen volcánico y se encuentran principalmente en el Océano Pacífico. Las barreras, son arrecifes maduros y extensos, separadas de los macizos continentales por aguas profundas, siendo la mayor la Gran Barrera de Australia y la segunda en tamaño, el Sistema Arrecifal Mesoamericano,

con una longitud de casi 800 kilómetros, frente a las costas de México, Belice, Guatemala y Honduras. Los arrecifes bordeantes, son aquellos que inician en la línea de la marea más baja, o están separados de la línea costera por aguas poco profundas, generalmente se trata de pendientes poco pronunciadas que en su parte exterior, o más alejada de la costa, tienen una elevación o cresta que es el área de mayor diversidad y productividad (Hulm y Pernetta, 1993; Spalding *et al*, 2001). En su clasificación, algunos autores agregan los arrecifes de plataforma, cuya característica principal es estar localizados a una gran distancia de tierra firme (Spalding *et al*, 2001).

Los arrecifes de coral cubren 284,300 kilómetros cuadrados, el equivalente al 0.2% de la superficie total del planeta, o el 1.2% del área total de los continentes (Bryant *et al*, 1998; Spalding *et al*, 2001; Wilkinson, 2008). Los arrecifes coralinos representan un poco más de la superficie total de Francia o España. Las especies constructoras de arrecifes de coral se encuentran en aguas tropicales y subtropicales, con rangos de temperatura de 18° a 30° C, salvo algunas excepciones. Sin embargo, es característico que cada especie sobreviva dentro de estrechos y específicos límites ambientales. En las aguas tropicales, las temperaturas anuales máximas y mínimas tienen una variación aproximada de 4° C y los corales de una región o sitio son vulnerables a temperaturas fuera de ese margen, así como a una salinidad del agua fuera del rango de 30 a 36 partes por millar (Spalding *et al*, 2001).

Más de 100 países y estados insulares cuentan con arrecifes de coral (McManus, 1995). Éstos se encuentran dentro de la banda localizada entre las latitudes 30° N y 30° S, pero su distribución dentro de la misma es desigual. Por regiones, el sudeste de Asia y el Pacífico Occidental cuentan con el 40.8 y el 32.3% del total mundial, respectivamente; por países, Indonesia y Australia son los que cuentan con la mayor superficie sumando en conjunto el 35% del total mundial. En el Caribe, que cuenta con el 7% del total mundial de arrecifes de coral, las Bahamas y Cuba son los países con mayor superficie de ellos y, en ambos casos, apenas y rebasan el 1% de la superficie mundial total (Wilkinson, 2003).

## **2.2. Su importancia como recurso utilizable**

Quinientos millones de personas dependen de los arrecifes de coral para comida, protección costera, materiales de construcción e ingresos derivados del turismo. Para 30 millones de ellos, la dependencia para su subsistencia es total (Wilkinson, 2008). Se ha estimado, que a nivel mundial, los arrecifes de coral brindan servicios y bienes con un valor de 375 mil millones de dólares al año (NOAA, 2002), cifra que para el Caribe es de 4,600 millones (Burke y Maidens, 2005). Los beneficios económicos generados por los arrecifes de coral en Indonesia, alcanzan los 1,600 millones de dólares al año; para el sudeste asiático, el valor de la pesca de especies de arrecife se ha estimado en 2,400 millones de dólares anuales (Burke *et al*, 2002), y para el Caribe, en 310 millones de dólares (Burke y Maidens, 2005). Se ha señalado, que en el caso de Hawai, cada milla cuadrada de arrecife de coral genera una derrama económica de 8.6 millones de dólares (CORAL, s/f). Estimaciones formuladas para el Caribe, señalan que el rango del valor económico aportado por un kilómetro cuadrado de arrecife se encuentra entre los 600,000 y los 100,000 dólares anuales (Burke y Maidens, 2005). Por otro lado, desde una pers-

pectiva global, se estima que las pérdidas económicas sufridas por la destrucción de un kilómetro de arrecifes pueden alcanzar hasta 1,200 millones de dólares, en un plazo de 25 años (Bryant *et al*, 1998).

En el Caribe, el 21% de sus 18,000 kilómetros de costas, están protegidos por arrecifes de coral y el valor que esa protección representa se ha estimado desde dos mil dólares por kilómetro, en costas con escaso desarrollo, hasta un millón de dólares en líneas costeras con grandes desarrollos turísticos. Para todo el Caribe, el valor de esa protección se ha calculado entre 740 millones y 2,200 millones de dólares (Burke y Maidens, 2005).

Los arrecifes de coral, son ecosistemas con estrechas interdependencias físicas y ecológicas con el resto de los ecosistemas costeros. Se trata, de un ecosistema que brinda importantes servicios ambientales y donde sus componentes individuales, así como el todo en conjunto, son recursos susceptibles de utilización. Además del suministro de proteína animal, disponible a través de la pesca, los arrecifes brindan materiales para construcción y ornato, son ricos en productos químicos y farmacéuticos, proveen la arena que da origen a las playas más atractivas, son fuente de materiales para joyería y son un recurso de intenso uso turístico.

En los Cayos de la Florida, Estados Unidos de América, el número de personas que anualmente participan en actividades turísticas o recreacionales, relacionadas con arrecifes de coral, es de 3.6 millones, contribuyendo a generar 8,000 empleos, ventas por 363 millones de dólares, ingresos por 106 millones de dólares y activos por un valor de casi 2,000 millones de dólares (NOAA, 2002). En la Gran Barrera Arrecifal de Australia, el número de visitantes pasó de 1.1 millones a 10 millones, entre 1985 y 1995, generando una derrama económica anual de 700 millones de dólares estadounidenses (Spalding *et al*, 2001).

### **2.3. La fragilidad del ecosistema**

Los arrecifes de coral, al igual que otros ecosistemas, reciben los impactos de la acción del hombre, pero tienen una serie de características específicas, relevantes para determinar la naturaleza y alcance de dichos impactos. Desde el punto de vista biológico, los arrecifes de coral son considerados como el ecosistema más productivo, diverso y complejo de la Tierra, así como el más valioso (NOAA, 2002; Bryant *et al*, 1998; Spalding *et al*, 2001; Wilkinson, 2003).

La interacción de los corales con sus competidores, depredadores y mutualistas, es altamente sensitiva a una gran cantidad de las acciones del hombre, tales como la pesca, la deforestación, la combustión de combustibles fósiles, el desecho de nutrientes (fertilizantes y aguas negras), el uso de sustancias químicas tóxicas y el turismo. La afectación de los corales es un proceso natural, pero por la acción del hombre, la recurrencia y alcance del calentamiento global, de tormentas, de contaminación y, de enfermedades y plagas, han pasado de ser fenómenos eventuales a una condición crónica (Knowlton, 2001). Con el conocimiento obtenido de los fósiles de coral, parece que la presencia y recurrencia de agentes patógenos y enfermedades que afectan directamente a los corales, o a otros organismos fundamentales para el equilibrio ecológico del ecosistema, no tiene precedente en magnitud, extensión geográfica y altos niveles de tasas de mortalidad (Spalding

*et al*, 2001; Knowlton, 2001). Por ejemplo, el aumento en la frecuencia y magnitud de huracanes, debido al cambio climático global, afecta la capacidad de recuperación natural que durante siglos han tenido los arrecifes de coral frente a estos eventos. En una sola temporada los huracanes han reducido el área de cobertura de coral en 50% o más, tal y como sucedió en Cozumel, México, en 2005 con los huracanes Wilma y Emily (Wilkinson, 2008).

La gran fragilidad de los arrecifes coralinos, frente a las acciones del hombre, empezó a ser documentada en los años 1980, y las valoraciones sobre el estado que guardan empezaron a ser publicadas al final de esa década, dando origen a la serie *Coral Reefs of the World*, y a partir de 1992, se iniciaron los reportes regulares y coyunturales de *Status of Coral Reefs of the World*; de igual manera, aparecieron otros importantes esfuerzos científicos tales como *Reefs at Risk* y *Reef Check* entre otros.

A través del programa *Reef Check*, hospedado por la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA), en Estados Unidos de América, se coordinó a varios cientos de pequeños equipos de investigadores que, por un periodo de seis años, realizaron un monitoreo de la condición de los arrecifes de coral a nivel mundial. Para el periodo de 1997 a 2001, se validó la información de más de 1,000 arrecifes, y entre los resultados obtenidos destaca que el promedio mundial de cobertura de coral en los arrecifes es de 32%, mientras que en los arrecifes mejor conservados el porcentaje de cobertura es cercano al 70%, y que las especies de mayor valor comercial han desaparecido de muchos sitios, y donde se encuentran es en números limitados y tallas reducidas (Hodgson y Liebeler, 2002).

Por más de una década, se han publicado los reportes *Status of Coral Reefs of the World*, que en su última edición (Wilkinson, 2008), formulada con la participación de cientos de científicos de 96 países, se concluye que el 19% de la superficie total de arrecifes de coral se ha perdido; que el 15% se encuentra en estado crítico o bajo seria amenaza para ser perdido en las próximas dos décadas; que el 20% está bajo amenaza de pérdida en un plazo de 20-40 años, y que el 46% están en relativamente buenas condiciones «sin amenazas identificadas», salvo las impredecibles sinergias de los impactos resultantes del cambio climático global

Los arrecifes de coral considerados como perdidos cuentan con un área de cobertura de coral vivo, menor al 5%, mientras que los corales que subsisten están fracturados, enfermos o cubiertos por sedimento. Otras características son que hay muy pocos depredadores de tallas grandes y hay un limitado número de peces herbívoros, que la calidad del agua es mala y abundan las macro algas y otros organismos competidores del coral (*Ibíd.*).

Si bien el cambio climático global es la principal amenaza para los arrecifes de coral, los cambios y degradación en un arrecife no pueden asociarse a una simple causa o a una combinación específica de presiones. Al combinarse las amenazas, independientemente de sus fuentes, los impactos aumentan en forma cualitativa. Identificar los umbrales de resiliencia, o puntos de colapso en los arrecifes coralinos, es difícil, debido al carácter no lineal de las relaciones causa-efecto que suceden al interior del arrecife, en la interacción con otros ecosistemas y por la influencia de fuentes externas o distantes espacial y temporalmente (Knowlton, 2001; Spalding *et al*, 2001).

Con relación a los arrecifes de coral, el conocimiento actual sobre la interacción de múltiples fuentes de presión combinadas es realmente limitado. Sin embargo, es claro que

los aumentos de cada impacto no se traducen en una simple suma de presiones, sino en una multiplicación de las mismas. También se sabe, que frente al colapso ecológico, el retiro de presiones no necesariamente significa la recuperación del sistema y que un ecosistema arrecifal degradado brinda menos servicios y recursos (Knowlton, 2001). El aumento de las presiones e impactos naturales y antropogénicos que experimentan los arrecifes coralinos, los hace más vulnerables a los impactos del turismo de buceo y, simultáneamente, los impactos del turismo de buceo en los arrecifes coralinos aumentan su fragilidad frente a otros impactos y presiones.

Frente a la amenaza del cambio climático global y el delicado balance ambiental del que depende el arrecife de coral adquiere mayor importancia aumentar su resiliencia (Wilkinson, 2008) manejando y reduciendo los impactos directos del uso turístico, particularmente del buceo.

### **3. LOS IMPACTOS AMBIENTALES DIRECTOS DEL TURISMO DE BUCEO EN ARRECIFES CORALINOS**

#### **3.1. La naturaleza, causas y efectos de los impactos**

Como resultado de la acción directa de los buzos, las colonias de corales pueden sufrir fracturas, lesiones y asfixia, que en forma combinada degradan el arrecife y su resiliencia. Los daños a los corales se producen por golpes y contactos que, deliberada o accidentalmente, tengan los buzos, ya sea con sus aletas, manos, brazos, tanque de aire u otros componentes del equipo como consolas, cámaras, etcétera. El contacto que no fractura el coral, aun y cuando sea suave, remueve o altera una capa de tejido vivo protectora del esqueleto de los corales, con la consecuencia de hacerlos más vulnerables a micro organismos dañinos y enfermedades. Otro daño relevante, ocasionado en forma directa por los buzos, es que con sus movimientos y equipo, principalmente las aletas, remueven arena y otros sedimentos. Los sedimentos en suspensión, reducen la disponibilidad de luz necesaria para la fotosíntesis de los dinoflagelados o algas simbiotes, que proporcionan fuentes de energía a los pólipos de coral. Adicionalmente, cuando el sedimento se deposita sobre los corales vivos, puede sofocarlos o al menos inducirles un gasto energético adicional para eliminar y reponer la capa protectora que rodea sus esqueletos. Por otra parte, cuando el sedimento se deposita sobre el sustrato, roca o coral muerto, reduce el área susceptible de ser colonizada por el coral.

Otros daños o disturbios directos ocasionados por la actividad del buceo, son la destrucción causada por las anclas de las embarcaciones, el ruido producido por los motores de esas mismas, los derrames y residuos de combustibles y aceites de motores, así como la generación de otros residuos líquidos y sólidos. Otras causas importantes de la degradación de los arrecifes de coral, por la presencia de buzos, son las prácticas que alteran los patrones de comportamiento de los organismos vivos, las cuales incluyen ofrecer alimento a la fauna marina con objeto de que el número de especies e individuos a la vista aumente para efectos de observación, filmación o fotografía.

Dichos impactos y el aumento de los factores de *stress* generados por la ocupación del espacio arrecifal, alteran patrones de alimentación, reproducción y restitución de energía,

afectando la condición general del arrecife. La degradación del ecosistema arrecifal, como resultado de las acciones directas de los buzos, reduce su capacidad de respuesta frente a otros impactos negativos no asociados directamente al turismo de buceo, como son el calentamiento del océano, la acidificación del mismo, la reducción en sus niveles de salinidad, las enfermedades, la contaminación, los nutrientes y los sedimentos vertidos al mar a través de ríos, sistemas de drenaje, derrames y todo tipo de embarcaciones.

Hay aspectos en la operación de los prestadores de servicios de buceo, que también dan lugar a la generación de impactos. Debido a las distancias de recorrido, a la necesidad técnica de brindar alrededor de 50 minutos de tiempo de superficie a un buzo entre una inmersión y otra, y a la conveniencia, en temporada alta, de efectuar el mayor número de viajes al día, los operadores de servicios de buceo enfrentan considerandos logísticos a los que suelen subordinarse los criterios de conservación ambiental. En destinos donde los ingresos monetarios de los guías de buceo y de la tripulación de embarcaciones, dependen en gran medida de las propinas, es práctica común que aquellos asuman, que al evitar señalar y reprobar comportamientos de los buzos que dañan el ecosistema, no pierden el agradecimiento y reconocimiento de sus clientes. También, es frecuente encontrar guías que en su afán por dar satisfacción al cliente, asumen comportamientos no deseables, tales como alimentar fauna, tocar o perturbar ejemplares en reposo, mimetizados o escondidos, e introducir buzos en espacios estrechos donde estos últimos golpean, con diferentes partes de su equipo, el coral u otros organismos vivos.

Los arrecifes de coral, experimentan una degradación causada por múltiples factores, siendo el cambio climático global el más importante. Los impactos directos ocasionados por el turismo de buceo, pueden parecer reducidos si se comparan con el blanqueamiento, las enfermedades y aquellos impactos directamente asociados al desarrollo costero. Sin embargo, se trata de un daño ecológico real que por sí mismo es un factor significativo en el deterioro del arrecife (Townsend, 2008; Lindergren *et al.*, 2008) y cuya relevancia se debe a dos considerandos clave. Por un lado, la resiliencia o capacidad de resistencia y respuesta del ecosistema, frente a la sinergia o combinación de impactos negativos, se reduce con cada daño que sufre el arrecife de coral. Por el otro lado, los impactos directos del turismo de buceo son una de las pocas fuentes de deterioro viables de ser reducidas localmente, por las instancias responsables del manejo ambiental.

### **3.2 Los impactos del turismo de buceo como objeto de estudio**

#### *3.2.1. Principales líneas de análisis*

Existen antecedentes, pero fue hasta la década de los años 1990, cuando los estudios sobre los impactos del turismo de buceo en arrecifes coralinos aumentan en forma significativa. Las áreas del conocimiento, tópicos, objetivos, métodos y resultados de dichos estudios son variados (ver Cuadro 1). Sin embargo, pueden identificarse líneas de investigación orientadas: i) a la identificación y cuantificación de los impactos directos de los buzos; ii) a la discusión sobre los límites a los niveles de uso, principalmente la capacidad de carga turística; iii) a la proposición o cuestionamiento de instrumentos de manejo; iv) al entendimiento de los cambios en la estructura y distribución de especies, como resultado

**Cuadro 1**  
**ESTUDIOS SOBRE EL IMPACTO DEL TURISMO DE BUCEO EN ARRECIFES**  
**CORALINOS; EJEMPLOS DE TEMÁTICAS Y AUTORES**

Temáticas	Autores
Establecer el nivel de uso a partir de los cuales es notoria la degradación del arrecife y proponer estrategias de conservación (capacidad de carga y límites aceptables de cambio, por ejemplo).	Tilmant y Schmahl (1982), Hawkins y Roberts (1992, 1993a, 1993b, 1994, 1997), Davis y Tisdell (1995), Muthiga y McClanahan (1997), van Treek y Schuhmacher (1998), Hawkins <i>et al</i> (1999), Jameson <i>et al</i> (1999), van't Hof (2001), Santander (2004 y 2005), Epstein <i>et al</i> (2005), Barker y Roberts (2004 y 2008), Townsend (2008), van Treek y Eisinger (2008).
Identificar las modificaciones en la estructura y distribución de especies del arrecife, en función de la intensidad de uso.	Hawkins y Roberts (1992, 1993a, 1993b, 1994, 1997), Rouphael (1995), Chadwick-Furman (1997), Muthiga y McClanahan (1997), Hawkins <i>et al</i> (1999), Epstein <i>et al</i> (2005).
Relacionar los daños en los arrecifes con las características específicas de cada sitio.	Hawkins y Roberts (1992, 1993a, 1993b, 1994), Rouphael e Inglis (1997), Muthiga y McClanahan (1997), Epstein <i>et al</i> (2005), van Treek y Eisinger (2008).
Registrar el número y características de los impactos por los cuales los buzos dañan el arrecife y relacionarlo con el perfil de dichos buzos	Tilmant y Schmahl (1982), Davis y Tisdell (1995), Rouphael e Inglis (1995), Harriot y Banks (1997) Barker y Roberts (2004), Lindgren <i>et al</i> (2008)
Precisar que el comportamiento de los buzos y otros aspectos de las modalidades de uso, así como las estrategias e instrumentos de manejo, son elementos importante en determinar la naturaleza, incidencia y magnitud de los impactos	Medio <i>et al</i> (1997), van Treek y Schuhmacher (1998), Tratalos y Austin (2001), Rouphael e Inglis (2001), Santander (2004 y 2005), Barker y Roberts (2004 y 2008), Burke y Maidens (2005), Townsend (2008), Lindgren <i>et al</i> (2008), Curtin y Garrod (2008).

Fuente: elaboración propia

de los impactos; v) al reconocimiento de la especificidad física y biológica de cada sitio, y; vi) a enfatizar la importancia que tienen las modalidades de uso y comportamiento de los buzos en la naturaleza y magnitud de los impactos.

Asimismo, de la revisión de la literatura sobre impactos ambientales directos del turismo de buceo en arrecifes de coral destacan, entre otras, las siguientes conclusiones:

— Los desacuerdos respecto a las implicaciones ecológicas de los impactos directos del turismo de buceo, son frecuentes (Townsend, 2008).

— Es posible evitar daños al ecosistema coralino limitando el número de buzos permitidos, brindando mayor capacitación, información y motivación a los buzos en materia ambiental, logrando la intervención directa y proactiva de los guías e instructores, promoviendo la responsabilidad ambiental de los prestadores de servicios, entre otras acciones (Tratalos y Austin, 2001; Rouphael e Inglis, 2002; Barker y Roberts, 2004 y 2008; Santander, 2004 y 2005; Townsend, 2008; Lindgren *et al*, 2008).

— En la literatura científica y sobre todo en los programas de manejo del turismo de buceo una de las temáticas recurrentes, aun en el presente, es la necesidad de establecer la capacidad de carga turística (Tilmant y Schmahl, 1982; Hawkins y Roberts, 1992, 1993a, 1993b, 1994; Davis y Tisdell, 1995; Muthiga y McClanahan, 1997; Hawkins *et al*, 1999; Santander, 2004 y 2005; Epstein *et al*, 2005; Barker y Roberts, 2004 y 2008; Townsend, 2008; van Treak y Eisinger, 2008).

### 3.2.2. *La capacidad de carga turística en arrecifes coralinos*

La capacidad de carga turística, es la cantidad de uso que un sitio puede soportar sin que sufran deterioro los recursos naturales, la satisfacción del visitante y las estructuras sociales locales (Fennell, 2003; Hall y Page, 2002; Ceballos, 2001; Mathieson y Wall, 1990). Para algunos autores, la capacidad de carga tiene un significado cercano al de sustentabilidad, pues se refiere a identificar la tolerancia, el umbral, o el límite de uso antes de que el ambiente y la actividad turística vean comprometidos su potencial de utilización futura (Butler, 2004; Williams, 1998).

En las décadas de los años 1980 y 1990, en el campo del conocimiento del turismo la noción de capacidad de carga fue severamente criticada, por su marcada orientación cuantitativa, por las controversias para identificar el recurso base, por la diferenciación en el tipo e intensidad de usos turísticos, por la falta de un inequívoco conocimiento de la relación entre uso e impacto, por lo poco práctica que resulta su instrumentación y porque fijar un número límite de visitantes permitidos en un área es desconocer la perspectiva cualitativa de otras herramientas de manejo (Briassoulis y van der Straaten, 1992; Ceballos, 2001; Hall y Page, 2002). Sin embargo, y sin menoscabo de una posición crítica, también existen argumentos a favor de la capacidad de carga, como un elemento clave en las investigaciones sobre turismo (Echamandi, 2001; Williams, 1998).

En investigaciones realizadas, para establecer el nivel de uso a partir del cual se degrada un sitio de buceo en arrecifes coralinos en Australia, Sudáfrica, Kenia, Egipto, Israel, Islas Maldivas, Florida, Bonaire, Saba, Santa Lucía e Islas Vírgenes, hay coincidencia al señalar que la capacidad de carga de un sitio de buceo en arrecifes coralinos, fluctúa entre 4,000 y 7,000 buzos por año, lo que representa un promedio de 11 a 19 buzos por día (van't Hof 2001, Barker y Roberts 2008).

Las capacidades de carga propuestas, son un referente para valorar el grado de sobreexplotación turística que experimentan muchos sitios de buceo. Lindgren y coautores (2008: 116), citan la concentración de buzos que distintos destinos pueden alcanzar, y para la bahía de Sodwana, Sudáfrica, refieren 80,000 inmersiones al año, mientras que para 12 kilómetros de costa del Mar Rojo frente a Eilat, Israel, hablan de 250,000 inmersiones. Al respecto, hay que considerar que en los destinos de buceo las visitas no se distribuyen por

igual entre los distintos sitios, sino que en unos pocos se concentran la mayoría de los visitantes, ya sea por su espectacularidad, fama o por considerandos logísticos o económicos. En este sentido, Lindgren y coautores (*Ibíd.*) refieren sitios de buceo en el Mar Rojo, que reciben 30,000 inmersiones al año. En promedio, ello implica 82 inmersiones al día pero la distribución de las mismas no es uniforme, sino que corresponde a la temporalidad del fenómeno turístico concentrado en semanas y días específicos, lo que significa que hay sitios que experimentan cientos y hasta más de 1,000 inmersiones en un solo día. Estas cifras, comunes para múltiples destinos de buceo, contrastan con las propuestas de capacidad de carga, que van de 11 a 19 buzos por día y son causa de preocupación en función de la gran fragilidad del ecosistema arrecifal y de su estado de deterioro global.

En el terreno del turismo de buceo, también se ha criticado la noción de capacidad de carga turística. Entre los autores que señalan limitaciones a las propuestas de capacidad de carga turística en arrecifes de coral, destacan van Treeck y Eisinger (2008), que precisan que una característica de ellas es que para su cálculo no se incorporan parámetros relevantes tales como tamaño del sitio, su topografía, profundidad y fuerza de la corriente, modalidades de uso, etcétera.

### 3.2.3. *La especificidad de cada sitio. ¿Paradigma para el manejo del turismo de buceo?*

En los programas de manejo del turismo de buceo en áreas marinas protegidas con arrecifes de coral, la zonificación es la herramienta más extensamente propuesta y aplicada. Asimismo, existen reglas generales, como el uso de boyas de amarre para las embarcaciones, la prohibición a los buzos de tocar organismos vivos, etcétera. En un gran número de destinos de buceo, los objetivos de manejo para la conservación puntualizan la relevancia estratégica que tiene establecer una capacidad de carga. Sin embargo, en la práctica, hay ausencia de experiencias que demuestren que ello es viable y práctico (Barker y Roberts, 2008). Ello se debe, al menos parcialmente, a las limitaciones conceptuales señaladas por van Treeck y Eisinger (2008), y en respuesta a esta problemática se ha propuesto, en algunos casos, la aplicación de enfoques cualitativos, como el modelo de límites de cambio aceptable.

Sin embargo, la problemática para el manejo del turismo de buceo en arrecifes de coral, radica en reconocer el carácter específico de cada sitio. Diferentes características físicas, topográficas, biológicas, así como de uso turístico y comportamiento de los buzos, son los factores que determinan la naturaleza y magnitud de los impactos del turismo de buceo. Las medidas generales, como zonificación y otras, son útiles pero de alcance limitado. Los modelos homologados y estandarizados, como la capacidad de carga o los límites de cambio aceptable, son herramientas que no recuperan la especificidad que en cada sitio tiene la generación de impactos del turismo de buceo.

A continuación, se comenta en forma resumida un ejemplo del análisis propuesto por los autores, para definir los parámetros relevantes en el análisis de los impactos del turismo de buceo en el área marina protegida, denominada Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, localizada en el Caribe mexicano.

La isla de Cozumel, es un importante destino para el turismo de buceo internacional, y la necesidad de preservar sus arrecifes de los crecientes impactos del mismo, determinó

la creación, en 1996, del área marina protegida. A pesar de que en el programa de manejo del parque, se estableció la importancia estratégica de establecer y aplicar la capacidad de carga, ésta no ha sido definida.

El parque cuenta con 23 sitios de buceo y entre 2006 y 2008, se realizó trabajo de campo con objeto de establecer los patrones en la incidencia de los impactos directos de los buzos en los arrecifes, así como con miras a identificar las modalidades de uso y comportamiento de guías y buzos vinculadas al aumento o reducción de impactos. Adicionalmente, se definieron los parámetros necesarios para recuperar la especificidad física, biótica y de uso turístico de cada sitio de buceo.

Como resultado del ejercicio anterior, se obtuvo información sobre:

- La clasificación de cada arrecife en función de su tipo, topografía, recursos bióticos, fuerza de la corriente, profundidad y grado de dificultad del buceo.
- Los patrones de concentración espacial y temporal de buzos.
- La valoración de cada arrecife en términos de su valor estético.
- Los grados de eficacia que las normas y acciones de manejo existentes tienen en los distintos sitios.
- Los alcances y limitaciones que para cada tipo de sitio tienen los instrumentos de conservación y manejo vigentes.
- Las modalidades y frecuencia de los daños que los buzos ocasionan en cada tipo de arrecife.
- Las prácticas predominantes en cada sitio para la observación de fauna marina, en función del tamaño y técnicas para la localización de especies (ocultas, mimetizadas o desplazándose en espacios abiertos).
- Las modalidades de supervisión que del comportamiento de los buzos realizan los guías.
- Las prácticas submarinas y de superficie de los prestadores de servicios de buceo.
- Los senderos submarinos de mayor uso.
- El perfil de los buzos (visitantes recurrentes, pasajeros de crucero, grado de experiencia y habilidad técnica).
- Los impactos generados por otras actividades acuático-recreativas y los desarrollos costeros.

Los rubros indicados tienen, algunos en forma individual y otros en forma combinada, una relación con la magnitud y naturaleza de los impactos de los buzos. Esto es clave, pues ignorar o no incorporar esos parámetros impide, por ejemplo, establecer el carácter elástico de la capacidad de carga, convirtiéndola en una cifra rígida, homologada y estandarizada para sitios diferenciados por una gran variedad de características físicas y bióticas, así como de modalidades de uso turístico.

La eficacia del manejo se apoya en medidas válidas para todo el parque, tales como zonificación o restricciones para la pesca y el uso de anclas; pero es indispensable que sean complementadas con aquéllas que responden a la especificidad de cada sitio. Por ejemplo, en un sitio donde pocos buzos ingresan a túneles y canales estrechos, el número de impactos, golpes directos y remoción de sedimento, se eleva y concentra significativamente; por otra parte, en un buceo de pared a la deriva, los impactos son mucho menores;

asimismo, los impactos causados por grupos de buzos conformados por visitantes de crucero, son sustancialmente mayores que los causados por buzos con experiencia y que son visitantes recurrentes.

Las modalidades de uso, el comportamiento y perfil de los buzos, la caracterización física y biótica de cada sitio, así como la presencia o ausencia de otras fuentes de impactos negativos, tales como otras actividades acuático-recreativas, son elementos que directa o indirectamente inciden en la magnitud y naturaleza de los impactos del turismo de buceo en los arrecifes de coral. Cuando la especificidad de cada uno de estos rubros sea reconocida en los modelos y herramientas de manejo, se podrán definir las acciones de manejo *in situ*, requeridas para proteger un ecosistema frágil y en creciente riesgo de degradación.

#### 4. CONCLUSIONES

El buceo se populariza en la segunda mitad del siglo XX, y el número de personas que lo practican durante sus vacaciones ha crecido en forma sostenida y representa una fuente de ingreso relevante para destinos con arrecifes de coral en sus costas. El turismo de buceo es un nicho con una derrama económica superior a otros sectores del turismo internacional. En su carrera turística, los buzos son motivados por el creciente dominio técnico de la actividad, pero el elemento fundamental en la calidad de su experiencia es el grado de conservación y de valor estético de cada arrecife coralino.

El recurso natural del turismo de buceo es el arrecife de coral. Este último, es un ecosistema valioso, con un frágil equilibrio, fácil y radicalmente alterado por el calentamiento global, la contaminación, la erosión terrestre y los efectos directos e indirectos del turismo. El turismo de buceo es una fuente de impactos, que sin ser la principal en la degradación del arrecife de coral, es relevante por su impacto y daño ambiental. Por su parte, la resiliencia del arrecife se reduce por la combinación y acumulación de todos los impactos. Adicionalmente, el turismo de buceo es una de las pocas fuentes de impacto viables de ser manejadas localmente.

A la par que su creciente explotación turística, los sistemas arrecifales se encuentran en una fase de marcado y rápido deterioro. Como objeto de estudio, los impactos directos del turismo de buceo en arrecifes de coral han sido motivo de numerosas investigaciones. Una línea de análisis recurrente, ha sido la capacidad de carga turística de esos ecosistemas marinos tropicales.

Independientemente de que el concepto de capacidad de carga es subjetivo e inaplicable para un enfoque práctico de manejo, Van Treeck y Eisinger estiman que éste puede ser de utilidad si se elabora «una sofisticada tipología de arrecifes» (2008: 157). Ni los autores referidos, ni ningún otro, han expuesto los elementos necesarios para la elaboración de una tipología o herramienta que permita establecer capacidades de carga o instrumentos de manejo que reconozcan las especificidades físicas, bióticas y de uso de los sitios de buceo. Para cubrir este vacío, y evitar la homologación y estandarización de la capacidad de carga turística o de cualquier instrumento o modelo para el manejo del turismo de buceo, es necesario diferenciar los sitios de buceo existentes en un mismo destino, a través de una caracterización que recupere su especificidad.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMPAS (s/f). Base de datos del sitio web de la Academy of Motion Picture Arts and Science. Disponible en <http://awarddatabase.org/ampas.awards> [consultado: 6 de noviembre de 2008].
- BARKER, N. y ROBERTS, C.M. (2004). «Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs», *Biological Conservation*, 120(4), pp.481-489.
- BARKER, N. y ROBERTS, C.M. (2008). «Attitudes to and Preferences of Divers towards Regulation», en *New Frontiers in Marine Tourism: Diving Experiences, Sustainability, Management*. Elsevier. Amsterdam.
- BRIASSOULIS, H. y VAN DER STRAATEN, J. (1992). «Tourism and the Environment: an Overview» en *Tourism and the Environment. Regional, Economic and Policy Issues*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- BRYANT, D. *et al.* (1998). *Reefs at Risk. A Map-Based Indicator of Threats to the World's Coral Reefs*. World Resources Institute. Washington, D. C.
- BSAC (s/f). *Key milestones in BSAC's history*. Sitio del *British Sub-Aqua Club*. Vínculo disponible en [www.bsac.com/page.asp?section=937&sectionTitle=History](http://www.bsac.com/page.asp?section=937&sectionTitle=History) [consultado: 13 de marzo de 2009].
- BURKE, L. *et al* (2002). *Reefs at Risk in Souteast Asia*. World Resources Institute. Washington, D. C.
- BURKE, L. y MAIDENS, J. (2005). *Arrecifes en Peligro en el Caribe*. World Resources Institute. Washington, D. C.
- BUTLER, R. (2004). «The Tourism Area Life Cycle in the Twenty-First Century» en *A Companion to Tourism*. Blackwell Publishing. Oxford.
- CATER, C. (2008). «Perceptions of and Interactions with Marine Environments: Diving Attractions from Great Whites to Pygmy Seahorses» en *New Frontiers in Marine Tourism: Diving Experiences, Sustainability, Management*. Elsevier. Amsterdam.
- CEBALLOS, H. (2001). *Integrating Biodiversity into the Tourism Sector: Best Practice Guidelines*. Reporte para PNUMA/PNUD/GEF/BPSP. Disponible en [www.biodiv.org/doc/case-studies/tour/cs-tour-unep.pdf](http://www.biodiv.org/doc/case-studies/tour/cs-tour-unep.pdf) [consultado: 27 de mayo de 2006].
- CEUA (2006). *Acciones de Regeneración y Diversificación de Atractivos Turísticos de Cozumel e Isla Mujeres, Quintana Roo, Derivadas de los Impactos Provocados por el Huracán Wilma*. [Documento en formato electrónico]. Centro de Estudios de Urbanismo y Arquitectura, S.A. de C.V. Estudio formulado bajo el patrocinio de FONATUR y SECTUR, en colaboración con el Gobierno del Estado de Quintana Roo. México.
- CONLIN, M. y BAUM, T. Editores (1995). *Island Tourism. Management Principles and Practice*. John Wiley & Sons. Chichester.
- CORAL, (s/f). *Effective Coral Reef Marine Protected Areas: A solution for survival*. The Coral Reef Alliance. Berkeley. Disponible en [www.cep.unep.org/programmes/spaw/MPA](http://www.cep.unep.org/programmes/spaw/MPA) [consultado: 4 de octubre de 2007].
- COXON, C. *et al* (2008). «Managing Risk in Tourist Diving: A Safety-Management Approach», en *New Frontiers in Marine Tourism: Diving Experiences, Sustainability, Management*. Elsevier. Amsterdam.

- CURTIN, S. y GARROD, B. (2008). «Vulnerability of Marine Mammals to Diving Tourism Activities» en *New Frontiers in Marine Tourism: Diving Experiences, Sustainability, Management*. Elsevier. Amsterdam.
- CHADWICK-FURMAN, N. (1997). «Effects of SCUBA diving on coral reef invertebrates in the U. S. Virgin Islands: implications for the management of diving tourism» en *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference of Coelenterate Biology*, Suecia, pp. 91-100.
- DAVIS, D. y TISDELL, C. (1995), «Recreational scuba-diving and carrying capacity in marine protected areas», *Ocean & Coastal Management*, 26(1), pp. 19-40.
- ECHAMANDI, P. (2001). «La capacidad de carga turística. Aspectos conceptuales y normas de aplicación», *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 21, pp. 11-30.
- EPSTEIN, N. *et al* (2005). «Alleviating impacts of anthropogenic activities by traditional conservation measures: can a small reef reserve be sustainably managed?». *Biological Conservation*, 121, pp. 243-255.
- FENNELL, D. (2003). *Ecotourism. An introduction*. Routledge. Nueva York.
- GARROD, B. (2008). «Market Segments and Tourist Typologies for Diving Tourism» en *New Frontiers in Marine Tourism: Diving Experiences, Sustainability, Management*. Elsevier. Amsterdam.
- GARROD, B y GÖSSLING, S. Editores (2008a). *New Frontiers in Marine Tourism: Diving Experiences, Sustainability, Management*. Elsevier. Amsterdam.
- GARROD, B y GÖSSLING, S. (2008b). «Introduction» en *New Frontiers in Marine Tourism: Diving Experiences, Sustainability, Management*. Elsevier. Amsterdam..
- GÖSSLING, S. *et al* (2008). «Diving and Global Environmental Change: A Mauritius Case Study» en *New Frontiers in Marine Tourism: Diving Experiences, Sustainability, Management*. Elsevier. Amsterdam.
- HALL, M. y PAGE, S. (2002). *The Geography of Tourism and Recreation*. Routledge. Londres.
- HARRIOT, V. y BANKS, S. (1997) «Recreational Diving and its Impact in Marine Protected Areas in Eastern Australia. *Ambio*, (26)3, pp. 173-179.
- HAWKINS, J. P. *et al* (1999) «Effects of Recreational Scuba Diving on Caribbean Coral and Fish Communities», *Conservation Biology*, 13(4), pp. 888-897.
- HAWKINS, J. P. y P. ROBERTS, C. M. (1997). «Estimating the carrying capacity of coral reefs for recreational scuba diving» en *Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium*, Vol. 2, pp. 1923-1926. Smithsonian Tropical Research Institute. Panamá.
- HAWKINS, J. P. y P. ROBERTS, C. M. (1994). «The growth of coastal tourism in the Red Sea: present and possible future effects on coral reefs». *Ambio*. 23, pp. 503-508.
- HAWKINS, J. P. y ROBERTS, C. M. (1993a) «Can Egypt's coral reefs support ambitious plans for diving tourism?» en *Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium*, Vol. 2, pp. 1007-1013. University of Guam Press. Guam.
- HAWKINS, J. P. y ROBERTS, C. M. (1993b) «Effects of recreational diving on coral reefs. Trampling of reef-flat communities». *Journal of Applied Ecology*, 30, pp. 25-30.

- HAWKINS, J. P. y ROBERTS, C. M. (1992) «Effects of recreational SCUBA diving on fore-foot slope communities of coral reefs». *Biological Conservation*. 62, pp. 171-178.
- HODGSON, G. y LIEBELER, J. (2002). *The Global Coral Reef Crisis. Trends and Solutions*. Reef Check Foundation y UCLA. Los Angeles.
- HULM, P. y PERNETTA, J. Editores. (1993). *Reefs at Risk. A programme for action*. IUCN. Gland, Suiza.
- INE (1997). *Conservación y uso sustentable de los arrecifes en México: Logros y Compromisos*. Instituto Nacional de Ecología. México.
- JAMESON, S. C. et al. (1999) «A coral damage index and its application to diving sites in the Egyptian Red Sea», *Coral Reefs*, 18, pp. 333-339.
- KNOWLTON, N. (2001). «The future of coral reefs» en *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States*. (98)10, pp. 5419-5425.
- LINDGREN, A. et al (2008). «Environmental Management and Education: The Case of PADI» en *New Frontiers in Marine Tourism: Diving Experiences, Sustainability, Management*. Elsevier. Amsterdam.
- MATHIESON, A. y WALL, G. (1990). *Turismo. Repercusiones económicas, físicas y sociales*. Editorial Trillas. México.
- MCMANUS, J. (1995). *The State of the Reefs Report: A Summary. Report of the ICRI Workshop Partnership Building and Framework Development*. The International Coral Reef Initiative y Silliman University. Dumaguete City, Filipinas.
- MEDIO, D. et al. (1997). «Effect of Briefings on Rates of Damage to Coral by SCUBA Divers», *Biological Conservation*, 79, pp. 91-95.
- MIT s/f. «Jacques Cousteau, Emile Gagnan. Aqua-lung», Inventor of the Week Archive, Programa Lemelson – Instituto de Tecnología de Massachusetts disponible en [http://web.mit.edu/invent/iow/cousteau\\_gagnan.html](http://web.mit.edu/invent/iow/cousteau_gagnan.html) [consultado: 6 de noviembre de 2008].
- MUTHIGA, N. y MCCLANAHAN, T. R., (1997) «The effect of visitor use on the hard coral communities of the Kisite Marine Park, Kenya», en *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, Vol. 2, pp. 1879-1882. Smithsonian Tropical Research Institute. Panamá.
- NOAA, (2002). *A National Coral Reef Action Strategy. Report to Congress on Implementation of the Coral Reef Conservation Act of 2000 and the National Action Plan to Conserve Coral Reefs in 2002-2003*. National Oceanic and Atmospheric Administration. Silver Spring, Maryland.
- PADI (s/f). *Statistics*. Disponible en [www.padi.com/SCUBA/about-padi/PADI-statistics](http://www.padi.com/SCUBA/about-padi/PADI-statistics) [consultado: 11 de noviembre de 2008]
- PICKERING, D. (s/f). «Cousteau, Jacques. French Scientist/Television Producer». *The Museum of Broadcast Communications*. Disponible en [www.museum.tv/archives/etv/C/htmlC/cousteaujac/cousteaujac.htm](http://www.museum.tv/archives/etv/C/htmlC/cousteaujac/cousteaujac.htm) [consultado: 6 de noviembre de 2008].
- ROUPHAEL, A. (1995). «Coral reefs and SCUBA divers: Identifying and assessing the effect of SCUBA divers on hard coral assemblages», en *Reef Research*. Great Barrier Reef Marine Park Authority. Townsville, Australia.
- ROUPHAEL, A. e INGLIS, G. (1995). *The effects of qualified recreational SCUBA divers on coral reefs*. CRC Reef Research Centre, Technical Report número 4. Townsville, Australia.

- ROUPHAEL, A. e INGLIS, G. (1997). «Impacts of Recreational Scuba Diving at Sites with Different Reef Topographies», *Biological Conservation*, 82, pp. 329-336.
- ROUPHAEL, A. e INGLIS, G. (2001). ‘Take only photographs and leave only footprints’? An experimental study of the impacts of underwater photographers on coral reef dive sites». *Biological Conservation*, 100, pp. 281-287.
- SANTANDER, L. C. (2004). «Turismo y Conservación en Áreas Marinas Protegidas. La Capacidad de Carga de los Arrecifes Coralinos de Cozumel»; *Memorias del VI Congreso Nacional de Áreas Naturales Protegidas*; Reporte Científico, número especial 16; Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México.
- SANTANDER, L. C. *et al.* (2005). «Turismo: buceo y conservación», *Teoría y Praxis*, I(1), pp. 81-85.
- SPALDING, M. *et al.* (2001). *World Atlas of Coral Reefs*. University of California Press. Berkeley.
- TILMANT, J. T. y SCHMAHL, G. P. (1982). «A comparative analysis of coral damage on recreationally used reefs within Biscayne National Park, Florida» en *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium*, Vol. 1, pp. 187-192. Manila.
- TOWNSEND, C. (2008). «Dive Tourism, Sustainable Tourism and Social Responsibility» en *New Frontiers in Marine Tourism: Diving Experiences, Sustainability, Management*. Elsevier. Amsterdam.
- TRATALOS, J. y AUSTIN, T. (2001). «Impacts of recreational SCUBA diving on coral communities of the Caribbean island of Grand Cayman», *Biological Conservation*, 102, pp. 67-75.
- VAN TREECK, P. y EISINGER, M. (2008). «Diverting Pressure from Coral Reefs: Underwater Parks as a Means of Integrating Development and Reef Conservation» en *New Frontiers in Marine Tourism: Diving Experiences, Sustainability, Management*. Elsevier. Amsterdam.
- VAN TREECK, P. y SCHUHMACHER, H. (1998). «Mass Diving Tourism – A New Dimension Calls for New Management Approaches», *Marine Pollution Bulletin*, 37(8-12), pp. 499-504.
- VAN T HOF, T. (2001). *Tourism Impacts on Coral Reefs: Increasing awareness in the tourism sector*. UNEP, Tours Operators Initiative for Sustainable Tourism Development, Ministerio del Medio Ambiente (Francia). Saba, Antillas Holandesas.
- WILKINSON, C. (2003). «Global Coral Reef Monitoring Network – Status of Coral Reefs of the World: 2000» en *Implications for Coral Reefs Management and Policy: Relevant Findings from the 9<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium*. US Agency for International Development. Washington, D. C.
- WILKINSON, C. Editor. (2008). *Status of Coral Reefs of the World: 2008*. Global Coral Reef Monitoring Network y Reef and Rainforest Research Centre. Townsville, Australia.
- WILLIAMS, S. (1998). *Tourism Geography*. Routledge, Londres.
- WTO (2001). *Tourism 2020 Vision. Vol 7. Global forecast and profiles of market segments*. Madrid: World Tourism Organization. Disponible en <http://pub.unwto.org/WebRoot/Store/Shops/Infoshop/Products/1243/1243-1.pdf> [consultado: 11 de noviembre de 2008].

