

## NOTA CIENTÍFICA

Fortalecimiento del manejo y conservación de corales en Áreas Naturales Protegidas del Pacífico mexicano mediante una red colaborativa

Strengthening management and coral conservation in Natural Protected Areas from the Mexican Pacific Ocean through a collaborative network

Rebeca Meléndez-Rosas<sup>1</sup>, Gabriela García-Vázquez<sup>1</sup>, Mónica Franco-Ortiz<sup>1</sup>, Héctor Reyes-Bonilla<sup>2</sup>, Amílcar Cupul-Magaña<sup>3</sup>, Andrés López-Pérez<sup>4</sup>, Sylviane Jaime-Schinkel<sup>5</sup>, Arturo Ayala-Bocos<sup>6</sup>, Gonzalo Pérez-Lozano<sup>7</sup>, Jenny Carolina Rodríguez-Villalobos<sup>17</sup>, Imelda Amador-Castro<sup>9</sup>, Jorge Castrejón-Pineda<sup>10,11</sup>, Irma González-López<sup>12</sup>, Carlos Godínez-Reyes<sup>13\*</sup>, Mariana Salgado-Gallegos<sup>14</sup>, Eréndira Frías-Hernández<sup>15</sup>, Mauricio Cortés-Hernández<sup>16</sup>, Deneb Saldierna-Calápi<sup>15</sup>

Recibido: 01 de noviembre de 2022.

Aceptado: 01 de mayo de 2023.

Publicado: agosto de 2023.

### RESUMEN

La mayoría de las comunidades coralinas del Pacífico mexicano están ubicadas en Áreas Naturales Protegidas (ANPs); sin embargo, están en riesgo por amenazas climáticas y antropogénicas. Con el fin de promover la conservación de arrecifes de coral en el Pacífico mexicano, se ha formado la Red de Conservación de los Corales del Pacífico mexicano. Los esfuerzos de colaboración se han enfocado en cuatro ejes principales a) fortalecimiento del manejo de ANPs, b) capacitación y difusión de buenas prácticas turísticas, c) evaluación del estado de conservación de los sistemas arrecifales, y d) sensibilización ambiental. Se ha logrado la publicación y difusión del Estado de Conservación de los Corales del Pacífico mexicano, en el cual se estiman los indicadores de cobertura de coral, abundancia y biomasa de peces, abundancia de invertebrados y el cálculo del Índice Integrado de Salud Arrecifal. Estos indicadores reflejan las medidas de manejo en las ANPs que participaron, la utilidad de protocolos estandarizados que permiten realizar comparaciones en el tiempo y entre ANPs, así como la necesidad de llevar a cabo los monitoreos de forma adaptada a la región y congruente con las capacidades de los actores en cada ANP. Por otro lado, también se ha llevado a cabo la sensibilización sobre la importancia y las amenazas hacia los corales a personas de diferentes sectores, a través de campañas de sensibilización ambiental que han alcanzado 5,000 estudiantes, así como de la distribución de 12,000 guías de identificación de especies y buenas prácticas turísticas en ANPs. Estos esfuerzos han sido importantes, sin embargo la creación y permanencia de la Red de Conservación de los Corales del Pacífico mexicano ha sido quizás el mayor logro de manejo y conservación en la Región.

**Palabras clave:** Corales, conservación, Pacífico mexicano, monitoreo, cambio climático.

### ABSTRACT

Most of the coral communities of the Mexican Pacific Ocean are located in Natural Protected Areas (NPAs); nevertheless, they are in risk for climatic and anthropogenic threats. In order to promote the conservation of coral reefs in the Mexican Pacific Ocean, one has formed the Coral Conservation Network of the Mexican Pacific. The efforts of collaboration have focused on four principal axes a) strengthening of the management in NPAs, b) training and diffusion of good tourism practices, c) evaluation of the state of conservation of the coral reefs, and d) environmental sensitization. There has been achieved the publication and diffusion of the State of Conservation of the Corals of the Mexican Pacific, in which there are estimated the indicators of coral coverage, abundance and biomass of fish, abundance of invertebrates, and the calculation of the Integrated Index of Reef Health. These indica-

<sup>1</sup> COSTASALVAJE, A. C. Blvd. Las Dunas 160, Int. 203, col. Fraccionamiento Playa Ensenada, Ensenada, Baja California, 22880. México.  
<sup>2</sup> Laboratorio de Sistemas Arrecifales, Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Carretera al sur km 5.5, col. El Mezquillo, La Paz, Baja California Sur, 23080. México.  
<sup>3</sup> Laboratorio de Ecología Marina, Centro de Investigaciones Costeras, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad de Guadalajara 203, Delegación Ixtapa, Puerto Vallarta, Jalisco, 48280. México.  
<sup>4</sup> Laboratorio de Arrecifes y Biodiversidad (ARBIOLAB)/Laboratorio de Ecosistemas Costeros, Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. San Rafael Atlixco 186, col. Vi-centina, Ciudad de México, 09340. México.  
<sup>5</sup> Sociedad de Historia Natural Niparajá, A.C. Revolución de 1910, 430, col. Esterto, La Paz, Baja California Sur, 23020. México.  
<sup>6</sup> Ecosistemas y Conservación: Proazul Terrestre A. C., Héroes de Independencia, 2440, La Paz, Baja California Sur, 23000. México.  
<sup>7,10</sup> Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Parque Nacional Isla Isabel, col. La Playita, A.P.87, San Blas, Nayarit, 63744. México.  
<sup>8</sup> Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Carretera al sur km 5.5, col. El Mezquillo, La Paz, Baja California Sur, 23080. México.  
<sup>9</sup> Comunidad y Biodiversidad A.C., Isla del Peruano 215, col. Lomas de Miramar, Guaymas, Sonora, 85448. México.  
<sup>11</sup> Comisión de Áreas Naturales Protegidas, Parque Nacional Islas Marietas, Blvd. Francisco Medina Ascencio, Plaza Marina F19-F22, col. Marina Sol, Puerto Vallarta, Jalisco, 48334. México.  
<sup>12</sup> Comisión de Áreas Naturales Protegidas, Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago de Espíritu Santo, col. Centro, La Paz, Baja California Sur, 23000 México.  
<sup>13</sup> Comisión de Áreas Naturales Protegidas, Parque Nacional Cabo Pulmo, domicilio conocido, Cabo Pulmo, Baja California Sur, 23574. México.  
<sup>14</sup> Comisión de Áreas Naturales Protegidas, Parque Nacional Bahía de Loreto, Blvd. Adolfo López Mateos s/n, col. Centro, Loreto, Baja California Sur, 23880. México.  
<sup>15</sup> Comisión de Áreas Naturales Protegidas, Parque Nacional Revillagigedo, De La Langosta 140, col. La Selva Fidepaz, La Paz, Baja California Sur, 23086. México.  
<sup>16</sup> Pronatura Noroeste A. C., Río Santiago 27, col. Sánchez Ibarra, Tepic, Nayarit, 63058. México.  
<sup>17</sup> Departamento de Pesquerías y Biología Marina, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Baja California Sur, 23096. México.

\*Corresponding author:

Rebeca Meléndez-Rosas: e-mail: rebeca@costasalvaje.org

To quote as:

Meléndez-Rosas, R., G. García-Vázquez, M. Franco-Ortiz, H. Reyes-Bonilla, A. Cupul-Magaña, A. López-Pérez, S. Jaime-Schinkel, A. Ayala-Bocos, G. Pérez-Lozano, J. Rodríguez-Villalobos, I. Amador-Castro, J. Castrejón-Pineda, I. González-López, C. Godínez-Reyes, M. Salgado-Gallegos, E. Frías-Hernández, M. Cortés-Hernández & D. Saldierna-Calápi. 2023. Fortalecimiento del manejo y conservación de corales en Áreas Naturales Protegidas del Pacífico mexicano mediante una red colaborativa. *Hidrobiológica* 33 (2): 265-271.

DOI:10.24275/FXIH7586

tors reflect the management implemented in the ANPs, participants of these analyses; the utility of standardized protocols that allow comparisons in the time and between NPAs, as well as the need to carry out the monitoring, adapted to the region, and coherent with the capacities of the actors on each ANP. On the other hand, sensitization has been carried out on the importance and the threats towards the corals to persons of different sectors across campaigns of environmental sensitization that reached 5,000 students, as well as the distribution of 12,000 guides of the identification of species and good tourism practices in NPAs. These efforts have been important, nevertheless the creation and permanence of the Coral Conservation Network of the Mexican Pacific Ocean has been perhaps the most impactful achievement on management and conservation in the Region.

**Key words:** Corals, conservation, Mexican Pacific, monitoring, climate change.

Las comunidades coralinas del Pacífico mexicano están consideradas entre las más importantes del Pacífico Oriental, se distinguen por formar pequeños parches, estar geográficamente aisladas unas de otras y presentar abundancia poblacional baja (Reyes-Bonilla, 2003). Los corales crean hábitats que brindan refugio, zonas de alimentación y crianza para el 25% de las especies marinas de importancia ecológica y comercial (Cole *et al.*, 2008; Graham & Nash, 2013). Además de su importancia biológica, estos ecosistemas poseen un inmenso valor económico con una derrama estimada en millones de dólares derivada de actividades como la pesca, recreación, turismo y protección de la zona costera contra tormentas y huracanes (Barbier *et al.*, 2011). Tan solo en Cabo Pulmo, el monto subestimado que generan los servicios ambientales de las comunidades coralinas es de 1.1 millones de dólares por año (Reyes-Bonilla *et al.*, 2014).

La mayoría de las comunidades coralinas del Pacífico mexicano están ubicadas en Áreas Naturales Protegidas (ANPs); sin embargo estos ecosistemas están en riesgo por amenazas tanto climáticas como antropogénicas. El cambio climático global y eventos regionales como El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), que traen consigo temperaturas extremas y acidificación oceánica, conducen al blanqueamiento coralino y a una mayor susceptibilidad a las enfermedades (Glynn, 1991; Hoegh-Guldberg, 1999).

Por otro lado, el turismo masivo en las costas del Pacífico mexicano, como es el caso de Huatulco, Oaxaca, que en el año 2021 recibió a 625,121 visitantes (SECTUR, 2021), también representa una amenaza para los corales. La construcción de complejos inmobiliarios que atraen a miles de visitantes a las ANPs con presencia de corales ocasiona un impacto constante en estos frágiles ecosistemas, debido a la contaminación y el desarrollo de actividades acuáticas (Richmond, 1993; Reyes-Bonilla, 2003).

Las malas prácticas turísticas en actividades de nado, snorkel y buceo en zonas con corales, han demostrado causar daños físicos a éstos debido a que los turistas continuamente tocan, pisan, golpean las colonias de coral o extraen partes del ecosistema (Richmond, 1993). Esto se suma a la falta de capacitación de los prestadores de servicios turísticos (PST) que en ocasiones motivan la exposición a la intemperie de organismos marinos o realizan anclaje en zonas de arrecife.

Debido a la falta de acciones para mitigar el incremento de la temperatura superficial y la acidificación oceánica en el planeta, los esfuerzos que se describen en el presente trabajo se han enfocado

en incrementar las acciones y herramientas de manejo dirigidas que permiten aminorar los impactos directos de los visitantes y PST sobre los corales, con el fin de conservar los servicios ecosistémicos que ofrece el ecosistema.

Los esfuerzos de conservación de los corales del Pacífico mexicano que comprende el presente proyecto iniciaron en 2016 promovidos por COSTASALVAJE A.C., la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), en respuesta a la necesidad de contar con monitoreos eficientes y datos útiles para la región, que pudieran llevarse a cabo bajo las limitaciones de las ANPs y socios de las mismas (COSTASALVAJE, 2018). A este proyecto se han sumado a la fecha más de 30 actores clave a lo largo del Pacífico mexicano, incluyendo tomadores de decisiones, académicos y asociaciones civiles. Los objetivos de este proyecto han sido: 1) conservar 15,653,613.6 ha de ecosistemas de coral en la región del Pacífico mexicano; 2) fortalecer el manejo en 10 ANPs del Pacífico mexicano; y 3) mitigar los impactos directos a corto plazo sobre los corales.

Para promover la conservación de arrecifes de coral en el Pacífico mexicano, los esfuerzos de colaboración se enfocaron en cuatro ejes principales: a) fortalecimiento del manejo de ANPs, b) capacitación y difusión de buenas prácticas turísticas, c) evaluación del estado de conservación de los sistemas arrecifales, y d) sensibilización ambiental.

El proyecto tuvo alcance regional e incluyó a 10 ANPs administradas por la CONANP a lo largo del Pacífico mexicano: Parque Nacional Bahía de Loreto (PNBL), Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago Espíritu Santo (PNZMAES), Parque Nacional Cabo Pulmo (PNCP), Área de Protección de Flora y Fauna Cabo San Lucas (APFF Cabo San Lucas), Parque Nacional Revillagigedo (PNR), Parque Nacional Isla Isabel (PNII), Reserva de la Biosfera Islas Mariás (RBIM), Parque Nacional Islas Marietas (PNIM), Santuario Islas La Pajarera, Cocinas, Mamut, Colorada, San Pedro, San Agustín, San Andrés y Negrita, y los Islotes Los Anegados, Novillas, Mosca y Submarino (SIBC) y Parque Nacional Huatulco (PNH; Fig. 1).

Las actividades prioritarias para el manejo se definieron con personal de las ANPs, y fueron llevadas a cabo con la participación de PST, miembros de las comunidades asociadas a las ANPs y científicos cuyas áreas de investigación comprenden las ANPs. Se realizaron reuniones con la dirección de cada ANP, en las que se proyectaron tres temas relevantes para la conservación de corales: 1) monitoreo, 2) infraestructura para el manejo de visitantes (instalación y mantenimiento de boyado) y 3) vigilancia marina. No todas las actividades se llevaron a cabo en todas las ANPs, ya que el fortalecimiento se basa en soportar aquellas actividades para las que se tengan menos recursos o aquellos sean más relevantes para el objeto de conservación de las ANPs. Además, estos se ajustan a lo largo del proyecto y de los subsidios a los que las direcciones logren acceder.

A lo largo del desarrollo del proyecto, se llevaron a cabo capacitaciones dirigidas a grupos de PST sobre la importancia de los corales y mejores prácticas turísticas de visitación de arrecifes de coral a través de talleres presenciales y materiales gráficos. El objetivo de estos talleres fue comunicar temas como ¿qué son los corales?, los servicios ambientales que brindan, las amenazas, las formas de realizar mejores prácticas turísticas y los lineamientos dispuestos por las ANPs para el uso público. Para evaluar el conocimiento adquirido, se implementaron encuestas de entrada y salida a PST que recibieron los talleres.



Figura 1. Áreas Naturales Protegidas que colaboran en el proyecto Conservación de Corales en el Pacífico mexicano.

A la par, en colaboración con las ANPs se elaboraron materiales de difusión sobre buenas prácticas turísticas dirigidos a los visitantes. Estos se realizaron tomando como referencia los Programas de Manejo de cada ANP. Entre los materiales destacan las guías de identificación de especies marinas y buenas prácticas de buceo, así como evaluaciones para conocer su impacto. Además, se instaló señalética en la zona costera de algunas ANPs.

Para generar información científica actualizada, comparable y disponible que permita tomar mejores decisiones de manejo, en 2016 COSTASALVAJE lideró una reunión con personal de seis ANPs del Pacífico mexicano y Golfo de California, cuatro centros de investigación y cuatro organizaciones de la sociedad civil (OSCs). En esta reunión se firmó el acuerdo de colaboración para estandarizar el método de monitoreo de arrecifes en la región del Pacífico mexicano.

Esta metodología consiste en realizar censos visuales de peces, invertebrados y cobertura de coral a lo largo de un transecto de 25 m. La abundancia y la estimación de las tallas de las especies de peces se registraron en una ventana de 2 m a cada lado y 2 m de alto. Por otro lado, se contabilizaron las especies y número de invertebrados presentes a 1.5 m a cada lado del transecto. Para estimar el porcentaje de cobertura del fondo marino por coral u otro elemento (roca, arena, invertebrados sésiles y móviles, conchero, tapete algal, alga coralina y alga frondosa) se colocaron cada 5 m, seis cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> a lo lar-

go del transecto, el primer cuadrante se ubicó en el metro cero (Figura 2). Con estos datos se obtuvieron cuatro indicadores del ecosistema arrecifal coralino: 1) cobertura de coral, 2) abundancia de peces, 3) biomasa de peces y 4) abundancia de invertebrados (Fernández Rivera Melo, 2015; COSTASALVAJE, 2020).

En aquellas ANPs con suficiente información histórica, se determinó el Índice Integrado de Salud Arrecifal (IISA); es decir, su estado de conservación. Para ello, a cada indicador en tiempo y/o espacio se le asigna un puntaje que va de uno a cinco. La escala, resulta de dividir el rango de datos disponibles del indicador para el tiempo/espacio para el cual se quiere determinar la condición en cinco secciones; tres secciones (1-3) se obtienen de dividir el rango debajo del promedio, mientras que dos secciones (4-5) se obtienen de dividir el rango por arriba del promedio. A partir de la determinación del puntaje de cada indicador se calculó el IISA para determinar el estado de conservación en tiempo/espacio de acuerdo a cinco clasificaciones de conservación: 1) estado de condición “crítico” (1-1.8), 2) estado de condición “pobre” (> 1.8-2.6), 3) estado de condición “regular” (>2.6-3.4), 4) estado de condición “bueno” (>3.4-4.2) y 5) estado de condición “muy bueno” (>4.2-5). El IISA resulta del promedio aritmético, en tiempo/espacio, compensando los vacíos de información a esas mismas escalas. Con esto se generaron gráficas semáforo tipo Healthy Reefs Initiative (2018). Este Índice permite la comparación en escalas temporales dentro de la misma ANP, así como entre ANPs.

Por otro lado, se participó en la convocatoria para la actualización de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, proponiendo la inclusión de cuatro especies de coral del Pacífico mexicano.

Se realizaron talleres de sensibilización ambiental sobre la importancia, amenazas y acciones que promueven el cuidado de los corales. Estos se impartieron a estudiantes y público en general, a partir de plataformas digitales y materiales didácticos especializados. Para evaluar el conocimiento adquirido de la población objetivo, se aplicaron encuestas de entrada y salida a quienes reciben las pláticas.

Por otro lado, se ha trabajado en la realización de campañas mediáticas sobre la conservación de corales, las cuales son difundidas a nivel nacional a través de recursos como la televisión abierta, notas periodísticas y plataformas digitales.

Derivado de los esfuerzos a nivel regional para la conservación de los corales del Pacífico mexicano, se creó la “Red de Conservación de Corales del Pacífico mexicano (RCCPM)”, un grupo de 22 actores clave liderados por COSTASALVAJE, que se reúnen anualmente para compartir información y diseñar acciones de conservación estratégicas y coordinadas, utilizando recursos limitados de forma eficiente en 10 ANPs.

Además de las ANPs (Fig. 1), la RCCPM está conformada por investigadores del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), Universidad de Guadalajara-Centro Universitario de la Costa (UdG), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM), Universidad del Mar (UMar) y el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Oaxaca (CIIDIR). De igual manera, forman parte las OSCs: Sociedad de Historia Natural Niparáj, Pronatura Noroeste, Ecosistemas y Conservación, Comunidad y Biodiversidad, y Healthy Reefs Initiative.

A partir de las reuniones de trabajo con las direcciones de las ANPs, se identificaron como acciones de manejo prioritarias: a) la capacita-

ción a personal de CONANP, b) el monitoreo de los arrecifes coralinos circundantes a las ANPs, c) la instalación y mantenimiento de boyado para el manejo de visitantes, y d) el apoyo de la vigilancia marina.

Se han capacitado a 36 miembros de diferentes ANPs, en habilidades de nado (PNH), buceo (PNCP, PNH, RBIM), monitoreo estandarizado de arrecifes coralinos y análisis de datos (todas las ANPs del proyecto); así como instalación de anclajes efectivos (PNH y PNZMAES).

Referente a la infraestructura para el manejo de visitantes, se han instalado 225 boyas de amarre y exclusión para protección de corales en el PNH y PNZMAES. El mantenimiento de los sistemas de boyado se lleva a cabo por las ANPs y sus socios. A partir de la vigilancia y mantenimiento del boyado, se ha registrado la pérdida de boyas en temporadas de huracán y/o mar de fondo en el PNH. En lo que respecta al PNZMAES, el personal del ANP da seguimiento puntual a la verificación de los anclajes y boyas, así como el mantenimiento preventivo de los mismos, siendo uno de los casos más exitosos, ya que aunado al programa de uso público del ANP se les da el uso correcto, generando impactos positivos.

De igual manera, se ha apoyado en la vigilancia marina de 28.89 ha del PNII, durante 41 recorridos realizados por miembros de la comunidad de pescadores residentes de San Blas, Nayarit.

Resultado de la capacitación y promoción de buenas prácticas turísticas, se capacitó a 265 PST de diferentes ANPs (PNCP, PNZMAES, PNII, PNIM, PNH), en buenas prácticas turísticas, durante estos talleres también se abordaron temas sobre la biología de los corales, servicios ecosistémicos de los arrecifes coralinos y sus amenazas. De igual manera, en el 2018 se lideró un intercambio de experiencias entre PST del PNH, PNCP y PNZMAES, con el objetivo de fortalecer las capacidades de los grupos. De igual manera, se capacitaron a 80 PST del PNH en ordenamiento náutico.

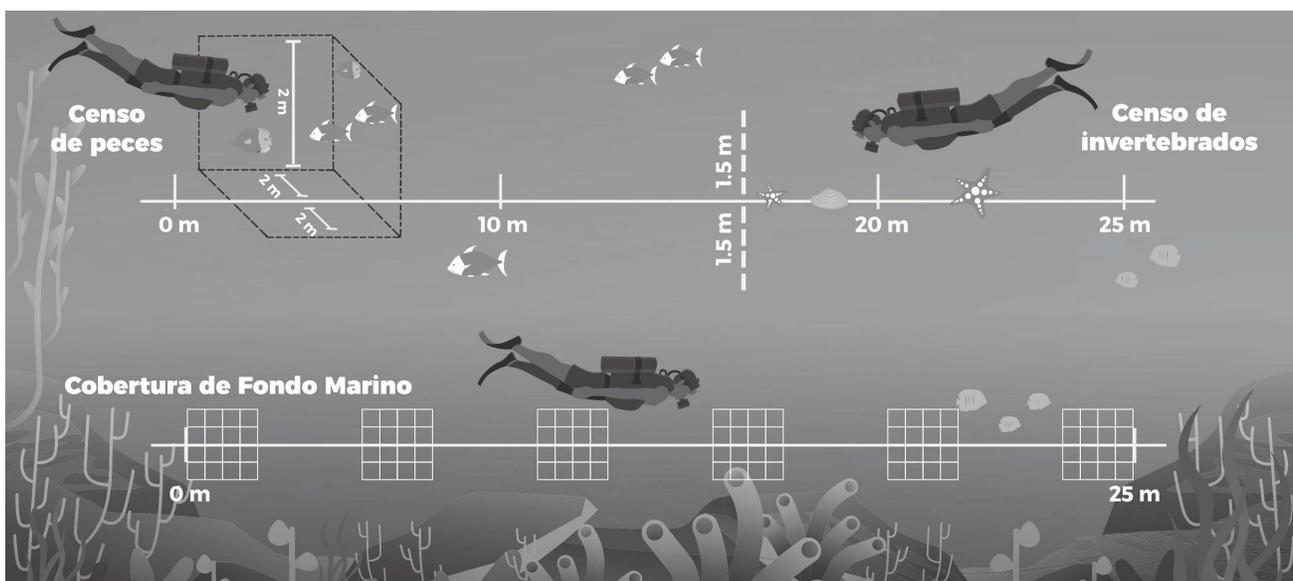


Figura 2. Método de monitoreo estandarizado de corales del Pacífico mexicano.

Por otro lado, se diseñaron e imprimieron 12,000 copias de guías de identificación de especies y buenas prácticas de buceo (Figura 3) para cinco ANPs (PNZMAES, PNCP, PNII, PNIM y PNH). Se instalaron dos letreros sobre las buenas prácticas turísticas en snorkel dirigidos a visitantes, en negocios de PST del PNH.

Los resultados del método estandarizado para el Pacífico mexicano para los años de 2016-2019, representan el esfuerzo realizado en 16 sesiones de monitoreo (Tabla 1) en siete ANPs (PNBL, PNZMAES, PNCP, RBIM, PNII, PNIM, SIBC y PNH). En el 2019, la RCCPM acordó y coordinó la preparación de una publicación, sobre los resultados del monitoreo estandarizado. En el 2020 se publicó el “Estado de conservación de los corales del Pacífico mexicano”, en este documento se presenta una línea base del estado actual de los arrecifes (COSTASALVAJE, 2020). En julio del mismo año, se llevó a cabo un webinar (<https://www.facebook.com/watch/?v=296847465559525>) de presentación del estado de conservación, este evento virtual tuvo un alcance de 2,200 personas aproximadamente.

La información obtenida de los monitoreos para las diferentes ANPs ha permitido a la RCCPM conocer la riqueza y abundancia de especies, biomasa de peces, cobertura de coral vivo y contar con un índice integrado de salud arrecifal. Un ejemplo de los indicadores obtenidos a partir del monitoreo, son los datos del PNH. De 2016 a 2019 muestran que la cobertura de coral vivo ha fluctuado entre 64-75 %, que la mayor abundancia de invertebrados corresponde a erizos (75 %) y que el IISA en 2018 fue crítico, pasando a regular en 2019.

En el caso del PNIM se sabe que en los años de 2014-2017 la cobertura de coral fue menor al 15 %, lo que refleja un IISA en 2016 crítico; esto cambió para 2019 a un índice bueno. En contraste, para el PNCP el IISA en 2016 reflejó un estado completamente crítico y un año después, correspondió a una salud muy buena; variación que corresponde al cambio en los sitios de monitoreo. Este resultado ha evidenciado la necesidad de tener sitios de monitoreo permanentes o semi-permanentes a lo largo del tiempo, que permitan identificar los cambios en el ecosistema, así como las medidas de manejo implementadas por el ANP (COSTASALVAJE, 2020).

A lo largo del desarrollo del trabajo en red se han presentado retos como la escasez de recursos para llevar a cabo el monitoreo de forma anual, un ejemplo de ello han sido el APFFCSL y el PNBL que no han podido establecer un monitoreo permanente en los sitios. Sin embargo, el protocolo de monitoreo estandarizado ha sido diseñado para ser aplicado en cualquier momento y por cualquier ANP del Pacífico mexicano con ecosistemas de coral, así como para aportar información útil en la toma de decisiones a partir del esfuerzo concentrado y dirigido en obtener la mayor cantidad de información con la menor cantidad de recursos y personal. Asimismo, el diseño de un protocolo estandarizado permite que sea aplicado en sitios como el PNR, en lo referente a las zonas de arrecife, permitiendo que esta ANP pueda llevar a cabo el monitoreo de pelágicos de forma paralela. Esto último ha sido discutido durante las reuniones de la RCCPM con investigadores y personal del ANP, llegando al consenso de mantener ambas metodologías debido a la naturaleza de las islas oceánicas y la diferencia entre sus ecosistemas.

En lo que respecta a política pública, se ha logrado la inclusión de dos especies de coral del Pacífico mexicano en la NOM-059-2019: *Pocillopora inflata* Glynn, 1999 y *Porites sverdrupi* Durham, 1947.

Tabla 1. Monitoreos estandarizados de corales realizados en cada ANP por año.

ANP/AÑO	2016	2017	2018	2019
PNZMAES			x	
PNCP	x	x		x
PNII	x		x	x
PNIM	x	x	x	x
SIBC				x
PNH	x	x	x	x

De manera paralela, se ha logrado transmitir la importancia y las amenazas hacia los corales a más de 10 millones de personas con las campañas de comunicación a nivel nacional, mientras que la información con plataformas digitales y materiales didácticos ha sido transmitida a 5,000 niñas, niños, jóvenes y adultos. Este esfuerzo es complementado por educadores que han recibido un kit de materiales especializados sobre corales, en diferentes comunidades del Pacífico mexicano. Este alcance se suma a las 12,000 guías de identificación de especies marinas y buenas prácticas sobre la importancia de los corales y reglas de visita que se han creado y distribuido en tres Áreas Naturales Protegidas (PNCP, PNZMAES y PNH).

El surgimiento de la Red de Conservación de Corales del Pacífico mexicano ha sido posible gracias a la colaboración entre sus miembros, así como a la permanente comunicación que existe a través del enlace de COSTASALVAJE y las personas que integran este grupo de trabajo. A su vez, gracias al intercambio de información científica, técnica, conocimientos y soporte en campo se ha logrado el fortalecimiento del manejo y la conservación de corales en las ANPs que se han involucrado en la red.

Por otro lado, esta red también ha logrado por primera vez en México llevar a cabo monitoreos en el Pacífico de forma estandarizada, la publicación de los resultados del estado de conservación (COSTASALVAJE, 2020), así como la comunicación y difusión de la información científica.

En particular, la publicación del Estado de Conservación (COSTASALVAJE, 2020) representa una herramienta sensible y que permite ajustar en el manejo de sistemas arrecifales, ya que permite visualizar los cambios en la salud del sistema respecto a su condición en años pasados, además de que gracias a este esfuerzo ha sido posible comparar el IISA entre las ANPs que colaboran. Como tal, la realización de otros monitoreos dentro de la ANPs que participan en este proyecto no se limita, permitiendo que las direcciones de las ANPs tengan una mayor cantidad de herramientas de manejo y decidan cuál emplear de acuerdo con la disponibilidad de recursos.

Respecto a los indicadores particulares del ANP, a través de esta estandarización se pudo evidenciar la necesidad de contar con protocolos de monitoreo pensados para asegurar la confiabilidad y el menor sesgo de los indicadores en el tiempo; independientemente del cambio en los puestos de toma de decisión. La disminución del sesgo en la toma de datos, a partir de los resultados de estos monitoreos, también se ha ligado a la designación de sitios de monitoreo constantes a lo



Por otro lado, en el PNIM los resultados de los monitoreos realizados permiten visualizar el deterioro del ecosistema arrecifal reflejado en un IISA “pobre” y dos años después de enfrentarse el cierre a la visitación, el IISA indica una salud “buena”.

Detener el cambio climático para frenar el deterioro de los ecosistemas arrecifales no es factible en el corto plazo. Sin embargo, crear conciencia entre los visitantes de las ANPs que albergan corales, así como limitar el impacto directo sobre estos ecosistemas, se ha convertido en la estrategia de manejo más efectiva para mejorar el estado de salud de los sistemas arrecifales y los servicios ambientales que ofrecen en el corto-mediano plazo.

Este esfuerzo de conservación ha seguido lineamientos científicos, coordinación con tomadores de decisiones y necesidades emergentes del ecosistema. Una de las nuevas estrategias que busca contribuir a la conservación de los corales, es la estimación del carbono almacenado en estos ecosistemas. La obtención de información sobre el estado de conservación de los arrecifes contribuye al almacenamiento de carbono que de frente al cambio climático, permitirá avanzar en el conocimiento sobre el valor ecológico y monetario de los corales.

## AGRADECIMIENTOS

Al departamento de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos, al Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, a buzos monitores, estudiantes y personas de las comunidades que han participado en los monitoreos.

## REFERENCIAS

- BARBIER, E. B., S. D. HACKER, C. KENNEDY, E. W. KOCH, A. C. STIER & B. R. SILLIMAN. 2011. The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs* 81(2): 169-193. DOI: 10.1890/10-1510.1
- COLE, A. J., M. S. PRATCHETT & G. P. JONES. 2008. Diversity and functional importance of coral-feeding fishes on tropical coral reefs. *Fish and Fisheries* 9(3): 286-307. DOI: 10.1111/j.1467-2979.2008.00290.x
- COSTASALVAJE. 2020. *Estado de Conservación de los Corales del Pacífico Mexicano*. COSTASALVAJE. 47 p. Disponible en línea en: <https://costasalvaje.org/wp-content/uploads/2021/07/Estado-de-conservacion-de-corales.pdf> (consultado el 22 de febrero de 2023).
- COSTASALVAJE. 2018. *Protocolo de monitoreo estandarizado de arrecifes de coral y manejo de datos para las Áreas Naturales Protegidas del Pacífico mexicano*. México. 19 p.
- DURHAM, J. W. 1947. *Corals from the Gulf of California and the north Pacific Coast of America*. *Memoirs of the Geological Society of America* 20: 1-68.
- FERNÁNDEZ-RIVERA MELO, F. 2015. Análisis de los métodos de monitoreo empleados para evaluar el estado de las áreas naturales protegidas marinas en el Golfo de California. Tesis de maestría en ciencias (marinas y costeras). UABCS. La Paz, BCS. 120 p.
- GRAHAM, N. A., & K. L. NASH. 2013. The importance of structural complexity in coral reef ecosystems. *Coral Reefs* 32(2): 315-326. DOI: 10.1007/s00338-012-0984-y
- GLYNN, P. W. 1991. Coral reef bleaching in the 1980s and possible connections with global warming. *Trends in Ecology & Evolution* 6(6): 175-179. DOI: 10.1016/0169-5347(91)90208-F
- GLYNN, P. W. 1999. *Pocillopora inflata*, a new species of scleractinian coral (Cnidaria: Anthozoa) from the tropical eastern Pacific. *Pacific Science* 53: 168-180. DOI: <http://hdl.handle.net/10125/1647>
- HEALTHY REEFS FOR HEALTHY PEOPLE. 2018. *Reporte del arrecife Mesoamericano: evaluación de la salud del ecosistema*. Healthy Reefs for Healthy People. Disponible en línea en: [https://www.healthyreefs.org/cms/wp-content/uploads/2012/12/SmithReefs\\_RC17\\_Pages\\_SPA\\_1207\\_DIG\\_LO.pdf](https://www.healthyreefs.org/cms/wp-content/uploads/2012/12/SmithReefs_RC17_Pages_SPA_1207_DIG_LO.pdf) (consultado el 21 de febrero de 2023).
- HOEGH-GULDBERG, O. 1999. Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Marine and Freshwater Research* 50(8): 839-866. DOI: 10.1071/MF99078
- REYES-BONILLA, H. 2003. Coral reefs of the Pacific coast of México. In: Cortés, J. (Ed.). *Latin American coral reefs*. Elsevier Press, pp 331-349.
- REYES-BONILLA, H., P. A. ÁLVAREZ DEL CASTILLO CÁRDENAS, L. E. CALDERÓN AGUILEIRA, C. E. EROSA RICARDEZ, F. J. FERNÁNDEZ RIVERA MELO, T. C. FRAUSTO, B. M. LUNA SALGUERO, X. G. MORENO SÁNCHEZ, M. C. MOZQUEDA TORRES, C. O. NORZAGARAY LÓPEZ & D. PETATÁN RAMÍREZ. 2014. Servicios Ambientales de Arrecifes Coralinos: El Caso del Parque Nacional Cabo Pulmo, Baja California Sur. In: García, J. U. (Ed.). *Desarrollo regional en Baja California Sur: una perspectiva de los servicios ecosistémicos*. Universidad Autónoma de Baja California Sur, pp 49-77.
- RICHMOND, R. H. 1993. Coral reefs: present problems and future concerns resulting from anthropogenic disturbance. *American Zoologist* 33(6): 524-536. DOI: 10.1093/icb/33.6.524
- SECTUR (SECRETARÍA DE TURISMO). 2021. *Indicadores de la actividad turística en el estado de Oaxaca*. México. 42 p. Disponible en línea en: <https://www.oaxaca.gob.mx/sectur/wp-content/uploads/sites/65/2022/08/Actividad-turistica-2021ok-cierre-1.pdf> (consultado el 16 de marzo de 2023).