

MALPELO ES
COLOMBIA
MARAVILLA
ESTRATÉGICA



MALPELO ES
COLOMBIA

MARAVILLA
ESTRATÉGICA



MALPELO ES COLOMBIA MARAVILLA ESTRATÉGICA

Publicación de la Comisión Colombiana del Océano, CCO,
con el apoyo de la Dirección General Marítima, Dimar

Comisión Colombiana del Océano

Presidente

MARTA LUCÍA RAMÍREZ DE RINCÓN

Secretario Ejecutivo

Capitán de Navío JUAN CAMILO FORERO HAUZEUR

Edición

Secretaría Ejecutiva Comisión Colombiana del Océano
Dirección General Marítima

Autores

Comisión Colombiana del Océano

Christian Díaz Sánchez
Melissa Scheel Dalmau
Nicolás Villegas Vallejo

Armada de la República de Colombia

Teniente de Navío Camilo Enrique Uquillas Prieto
Teniente de Navío Luz Dary Oliveros Rodríguez

Dirección General Marítima

Carlos Chávez Cerón
Diana Carolina Niño Pinzón
Christian Bermúdez-Rivas
Capitán de Corbeta César Humberto Grisales López
Ana Lucía Caicedo Laurido
Suboficial Jefe Leswis Cabeza Durango
Laura Marcela Vásquez López
Claudia Patricia Urbano Latorre
Suboficial Segundo José David Iriarte Sánchez

Viceministerio de Turismo

Ricardo Cifuentes Cuadros

Parques Nacionales Naturales

Jessica Santacruz Torres
Paola Andrea Rojas Malagón
Laura Milena Camacho Jaramillo

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”

Raúl Navas Camacho
Vanessa Yepes Narváez
Luis Chasqui Velasco

Universidad de los Andes

Juan Armando Sánchez Muñoz
Ide Ni Almhain
Néstor Enrique Ardila-Espitia
Manu Forero-Shelton

Universidad de Antioquia

Juan Manuel Daza Rojas

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Mateo López-Victoria
Estefanía López Rodríguez
Ana María Posada Prado
Alejandra Jiménez Agudelo

Universidad del Valle

Edgardo Londoño-Cruz
Jaime Ricardo Cantera Kintz
Daniel E. Valencia-Giraldo
Juan Felipe Lázarus Agudelo
Ángela Fuentes Pardo
Fernando Alberto Zapata Rivera
José Julián Tavera Vargas
Alan Giraldo López
César Andrés Cely Herrera

Melina Rodríguez-Moreno

Rubén González-Román

Fundación Malpelo y
Otros Ecosistemas Marinos

Sandra Bessudo Lion
Felipe Orlando Ladino Archila
Yves Lefèvre

Asociación CalidriS

Felipe Alejandro Estela Uribe

Conservación Internacional

María Claudia Diazgranados Cadelo

Independiente

Beatriz Susana Beltrán-León

Revisores

Vicealmirante Juan Manuel Soltau Ospina
Director General Marítimo

Capitán de Fragata Edwin Feria Murillo
Armada Nacional Fuerza Naval del Pacífico

Capitán de Fragata Leonardo Marriaga Rocha
Subdirector de Desarrollo Marítimo, Dimar

Capitán de Fragata Carlos Andrés Martínez Ledesma
Director del Centro de Investigaciones
Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico

Capitán de Fragata Jairo Eligio Orobio Sánchez
Jefe del Departamento de Operaciones
de la Fuerza Naval del Pacífico

Mario Hernán Londoño Mesa
Universidad de Antioquia

Jaime Ricardo Cantera Kintz
Universidad del Valle

Carlos Guillermo Muñoz Bernal
Universidad del Valle

Luis Alonso Zapata Padilla
WWF Colombia

Registro fotográfico

Sandra Bessudo Lion
Yves Lefèvre
ALM (RA) Edgar René Spicker Guzmán
CC(RA) Juan Francisco Rojas Bernal
Brigadier General (RA) Orlando Quiroga Ferreira
Archivo CCO
Teniente de Navío Rossny Carranza Torres

Fernando Alberto Zapata Rivera
Santiago Estrada Robledo
Mateo López-Victoria
Edgardo Londoño-Cruz
Christian Díaz Sánchez
Daniel Eugenio Valencia-Giraldo
Juan Felipe Lázarus Agudelo

Alan Giraldo López
Beatriz Susana Beltrán-León
Raúl Navas Camacho
Juan Armando Sánchez Muñoz
Luis Chasqui Velasco
Carlos Guillermo Muñoz Bernal
Juan Carlos Botello
Felipe Alejandro Estela Uribe
Rubén D. González-Román
Melina Rodríguez-Moreno
Andrea Luna-Acosta

Diego Ramírez
Marisol Rivera Gómez
Diego Córdoba
Vanessa Yepes Narváez
Alberto Rodríguez-Ramírez
Daniel E. Valencia-Giraldo
José Julián Tavera Vargas
Estefanía López Rodríguez
Ana María Posada Prado
Juan Manuel Daza Rojas
Sabrina Monsalve Rocha

Fotografía de portada

Portada: vista de los cuatro peñascos menores Athos, Porthos, Aramis y D'Atagnan desde la Pared del Náufrago, al norte del peñasco más grande de Isla Malpelo. Foto: Mateo López-Victoria
Contraportada: Sulas y ARC "Gorgona" desde el peñasco mayor del SFF Malpelo. Foto: Archivo CCO

Citación

CCO y Dimar. (2019). *Malpelo es Colombia, Maravilla Estratégica*. Bogotá, D.C.: Editorial CCO.

Coordinación editorial

Capitán de Corbeta Rafael Hurtado Valdivieso
Melissa Scheel Dalmau
Santiago Alejandro Hidalgo Reyes

Sabrina Monsalve Rocha
Angélica María Castrillón Gálvez
Editora de Publicaciones Dimar

Corrección de estilo

Yolanda Moreno Muñoz

Diseño y diagramación

Ximena Díaz Ortiz

ISBN digital

978-958-56086-5-8

ISBN impreso

978-958-56086-8-9

Comisión Colombiana del Océano

Carrera 86 No. 51 - 66 Oficina 306 | Edificio World Business Center | (+57 1) 555 6122 - 311 215 6828
www.cco.gov.co | Bogotá D.C., Colombia | Junio de 2019

"Malpelo es Colombia, Maravilla Estratégica" es una publicación de carácter técnico e informativo. Su edición cuenta con el ISBN 978-958-56086-8-9 para formato impreso y el ISBN 978-958-56086-5-8 para formato digital, que amplía el alcance de la publicación impresa. Este producto intelectual está protegido por el *copyright* © y cuenta con una política de acceso abierto para su consulta, sus condiciones de uso y distribución están definidas por el licenciamiento *Creative Commons*®



"Malpelo es Colombia, Maravilla Estratégica" está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional.

Impreso por Fenix Media Group S.A.S. | 2019 | 1.000 ejemplares

Entidades participantes



Índice

Unas palabras estratégicas

Loor a los marinos

Prólogo

Introducción

- 20 | Cronología Isla Malpelo
- 23 | Capítulo I. Historia de un descubrimiento y conquista
- 31 | Importancia estratégica de Malpelo
- 32 | Protección del Santuario de Fauna y Flora Malpelo
- 36 | Expediciones científicas
- 42 | Las iniciativas regionales que protegen Malpelo
- 42 | El Corredor Marino del Pacífico Este Tropical (CMAR)
- 45 | Iniciativa del Paisaje Marino del Pacífico Este Tropical
- 46 | Referencias bibliográficas

49	Capítulo II. Descripción física del Santuario de Fauna y Flora Malpelo
50	Aspectos geológicos
50	Geología
53	Geomorfología
57	Litoral rocoso
62	Aspectos meteorológicos
64	Aspectos oceanográficos
64	Clima de oleaje
66	Temperatura superficial del mar y salinidad superficial del mar
67	Masas de agua
68	Descripción del comportamiento mareal
69	Ecosistema pelagico: dinámica de su productividad
70	Forzantes ambientales del ecosistema pelágico de Isla Malpelo
71	Condiciones oceanográficas y productividad
72	Expectativas de investigación
74	Referencias bibliográficas
79	Capítulo III. Diversidad de la fauna marina
80	Introducción
82	Plancton
82	Fitoplancton
83	Zooplancton
84	Ictioplancton

85	Esponjas
88	Formaciones coralinas
94	Octocorales, hospederos de minúsculos caracoles ectoparásitos
98	Briozoos
102	Moluscos, artrópodos, equinodermos y otros invertebrados
102	Moluscos
103	Artrópodos
106	Equinodermos
108	Otros invertebrados
109	Peces
121	Mamíferos marinos
124	Referencias bibliográficas
129	Capítulo IV. El sistema terrestre de Malpelo
130	Introducción
133	Invertebrados
138	Lagartos
141	Aves
146	Referencias bibliográficas
149	Capítulo V. Diversidad de la flora marina y terrestre
155	Referencias bibliográficas

157	Capítulo VI. Usos y amenazas sobre los recursos naturales
	La pesca ilegal en el Santuario de Fauna y Flora Malpelo
158	Malpelo, isla de ciencia para el ecoturismo colombiano
161	Para los avistadores de aves
163	Recursos para el turismo especializado
164	Recomendaciones para el desarrollo y mejoramiento del
167	turismo en Malpelo
	Referencias bibliográficas
169	
	Capítulo VII. Perspectivas: una construcción de país en el
171	océano
	La prevención, vigilancia y control
173	
	La investigación científica
174	
	La gestión del territorio, el turismo
176	
	Referencias bibliográficas
177	
	Agradecimientos
178	
	Legislación ambiental aplicable al Santuario de Fauna
179	y Flora Malpelo

Siglas y acrónimos

AICA	Área de Importancia para la Conservación de las Aves
AMP	Áreas Marinas Protegidas
Asst	Agua Sub-Superficial Subtropical
Aunap	Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca
CCCP	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico
CCO	Comisión Colombiana del Océano
CIOH	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas
Cites	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (acrónimo en inglés)
CMAR	Corredor Marino del Pacífico Este Tropical
Colciencias	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación
CR	Condición de riesgo crítico
DC	Dorsal Coiba
DM	Dorsal Malpelo
DD	Condición deficiente de datos
Dimar	Dirección General Marítima
EN	Condición de peligro
Enpcw	Agua Central del Este del Pacífico Norte (<i>Eastern North Pacific Central Water</i>)
Enptw	Agua Transicional de Pacífico Noreste (<i>Eastern North Pacific Transition Water</i>)
ENSO	Oscilación del Sur El Niño (<i>El Niño-Southern Oscillation</i>)
Erfen	Estudio Regional del Fenómeno El Niño
ETPS	Paisaje Marino del Pacífico Este Tropical (<i>Eastern Tropical Pacific Seascape</i>)
FPAA	Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez
Himat	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierra
Hs	Altura significativa de ola
Ideam	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia
Ingeominas	Instituto Colombiano de Geología y Minería

Inravisión Instituto Nacional de Radio y Televisión

Invemmar Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”

IAvH Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

LR Condición de riesgo bajo

ONG Organización no gubernamental

OMI Organización Marítima Internacional

PEW Agua Pacífico Ecuatorial (*Pacific Equatorial Water*)

PNN Parques Nacionales Naturales de Colombia

Pnoec Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros

SASW Agua Superficial Subantártica (*Subantarctic Surface Water*)

SFF Santuario de Fauna y Flora

Sictvm Sistemas Integrados de Control de Tráfico y Vigilancia Marítima

Simac Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia

Sinap Sistema Nacional de Áreas Protegidas

SSM Salinidad superficial del mar

Telecom Empresa Nacional de Telecomunicaciones

TSM Temperatura superficial del mar

TSW Agua Superficial Tropical (*Tropical Surface Water*)

Uaespnn Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales

UICN Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

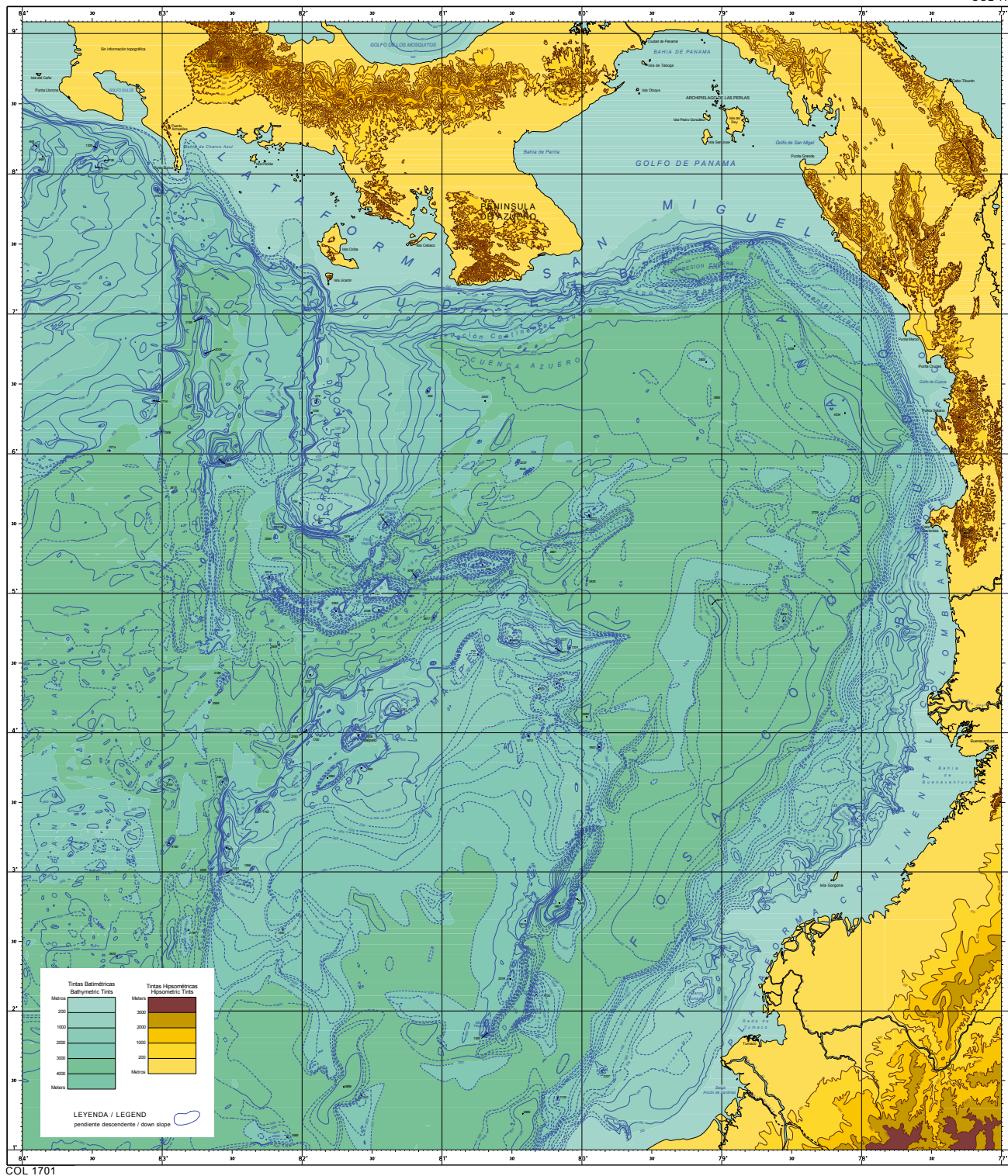
Unesco Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

VOC Valores objeto de conservación

VU Condición vulnerable

ZCIT Zona de Convergencia Intertropical

ZMES Zona Marina Especialmente Sensible



El Pacífico Este Tropical, en el mapa se destaca la cordillera Malpelo y la Isla Malpelo. (Extraído de la Carta Batimétrica Océano Pacífico Colombiano COL 1701, la edición diciembre de 1999. Servicio Hidrográfico Nacional-Dirección General Marítima).

Unas palabras estratégicas

En el extremo occidental de Colombia, al oeste de Buenaventura, en el litoral Pacífico se encuentra la isla Malpelo, santuario de fauna y flora que representa una riqueza natural sumamente importante para el país y el mundo porque alberga biodiversidad marina, que no solo es extensa sino también única. No obstante, Malpelo es reconocida como el hogar de tiburones, peces voladores, meros gigantes y especies pelágicas en peligro de extinción en el ámbito mundial.

Por ello, como contribución al trabajo que viene desarrollando el país en nuestro Pacífico, nace este libro, *MALPELO ES COLOMBIA, MARAVILLA ESTRATÉGICA*, construido con el esfuerzo de varios autores que han visitado, investigado o trabajado en la isla y quieren transmitir el valor de la cordillera Malpelo, la isla y sus riquezas conocidas hasta la fecha. A estas personas nuestro agradecimiento sincero por luchar por mantener la memoria viva de un territorio lejano, un territorio de todos los colombianos.

Esta publicación le muestra a Colombia la importancia de conocer la totalidad de su territorio, al posicionar a Malpelo como un punto estratégico de biodiversidad, socioeconómico y geopolítico, en el que la interacción interinstitucional es su mejor impulsor y protector. Así mismo, este libro deja abierta la invitación para aunar esfuerzos que continúen conservando la isla y fomentando el conocimiento acerca de ella, su importancia y la apropiación por el territorio marítimo de Colombia.

En mi condición de Presidente de la Comisión Colombiana del Océano, seguiré liderando el uso sostenible y responsable de los océanos, para que incentivemos en todos los colombianos esa cultura marítima de apropiación de este territorio, desarrollando la Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros (Pnoec) para llegar a hacer de la Colombia marítima, un lugar próspero y soberano, en el que el desarrollo económico y social de sus 47 municipios costeros esté marcado por el aprovechamiento sostenible de toda su biodiversidad marina y el fomento del turismo náutico con un alto enfoque ecológico y educativo para las nuevas generaciones, quienes heredarán el compromiso de cuidar y preservar estas dos maravillas de las que dotó la naturaleza a nuestro país: el Mar Caribe y el majestuoso océano Pacífico.

MARTA LUCÍA RAMÍREZ DE RINCÓN

Presidente de la Comisión Colombiana del Océano

Vicepresidente de la República



Loor a los marinos

La realización de operaciones y trabajos en el mar no es una tarea fácil, requiere de personas capacitadas, con estándares de formación especial que les permitan resistir las inclemencias del medio y con un temple a toda prueba cuando las situaciones se salen del plan preestablecido.

Por ello, en mi condición de Comandante de la Armada de la República de Colombia, quiero reconocer el esfuerzo de todos los que han hecho parte de la realización de este libro: hombres y mujeres de la Armada Nacional y de la comunidad científica; su calidad y la prestancia de los autores son garantía del apoyo al ejercicio soberano que realiza Colombia desde el siglo pasado. No he olvidado las imágenes ni la majestuosidad de la isla oceánica de Malpelo, ni de sus profundidades y me complace que, a través de esta obra, los colombianos tengan la oportunidad de conocer su territorio oceánico y lo puedan disfrutar para su beneficio.

La Comisión Colombiana del Océano (CCO) nos ha puesto a trabajar en equipo y siempre nos recuerda que la mejor manera de hacerlo en las áreas difíciles es esta: unidos por un propósito común. Ya también lo hemos hecho así en expediciones en la Antártica, en la Reserva de Biosfera de Seaflower y a lo largo de Colombia donde integramos a los ciudadanos y autoridades para convertirnos en un país que pone a sus mares como prioridad para su desarrollo.

A los hombres y mujeres del mar, en cualquiera de sus condiciones, civiles y militares, marinos todos, mi profundo respeto y admiración, hemos perdido a muchos en las áreas de operación, pero también hemos crecido en número y esperamos crecer en naves. Su nivel de profesionalismo nos hace sentir orgullosos de la tarea diaria de trabajar en el mar. Loor a todos ustedes y para cerrar quiero dejarlos con las palabras de Federico Moccia: "Amo la libertad. Para mí se puede representar en varias formas. Por ejemplo, el mar, la navegación, seguir las estrellas, alcanzar nuevos sitios, los descubrimientos. El mar me atrae, ante el mar a menudo me llegan las primeras ideas, como si las corrientes las arrastraran".

En Malpelo tenemos todo ello, Bravo Zulu marinos.

ALMIRANTE EVELIO ENRIQUE RAMÍREZ GÁFARO
Comandante de la Armada Nacional de Colombia



Prólogo

La apropiación de nuestras maravillas naturales como contribución al desarrollo marítimo de la nación

Convertir a Colombia en una potencia regional bioceánica es un reto de la mayor relevancia asumido por toda la institucionalidad del Estado, representada a través de la Comisión Colombiana del Océano (CCO). Varios de los elementos esenciales para lograr esta meta se encuentran ligados a la apropiación del territorio marítimo, el fortalecimiento de la gestión interinstitucional y el incremento de un conocimiento científico integral que sirva de base para alcanzar el desarrollo económico sostenible y la protección de los ecosistemas estratégicos.

Como resultado de este trabajo mancomunado nace el libro *Malpelo es Colombia, Maravilla Estratégica*, construido con los aportes de quienes han trabajado desde los diferentes frentes para ampliar el conocimiento científico y brindar protección de este milagro de la geografía y la biodiversidad que constituye la isla oceánica de Malpelo.

Esta publicación nos recuerda la necesidad de trabajar por conocer a plenitud el territorio nacional, entendiendo la Isla de Malpelo como un punto estratégico para lograr el desarrollo social, económico y geopolítico del país. Varias instituciones, entidades gubernamentales y privadas actúan conjuntamente para conocer, proteger y conservar este lugar maravilloso.

Malpelo es Colombia, Maravilla Estratégica es un viaje por la historia, los ambientes extremos, la profunda diversidad, las especies características y especiales, sus oportunidades y amenazas y, finalmente, sus proyecciones.

VICEALMIRANTE JUAN MANUEL SOLTAU OSPINA

Director General Marítimo

Introducción

Una de las grandes maravillas de Colombia se esconde en el océano Pacífico, aproximadamente a 490 km al occidente de Buenaventura. Este lugar tan recóndito ha sido la inspiración de grandes mentes, que han sido capaces de reconocer la magnificencia de este territorio, que alberga una indescriptible diversidad e infinitas oportunidades. El Estado colombiano hizo tangible este reconocimiento a través del establecimiento del Puesto Destacado de la Armada Nacional en 1986, por medio del cual ejerce la soberanía y la protección de sus aguas en el Pacífico.

En 1992 el país recibió un sorprendente regalo. A través del libro *Malpelo: Isla Oceánica de Colombia*, se le mostró gráficamente esa Colombia exótica e inaccesible, capaz de tomar las más diversas formas. Y es que la misma descripción de Aldo Brandó nos deja taciturnos:

“Malpelo es la generosidad de la naturaleza en su máxima expresión. Allí es posible sentir una relación cósmica con los demás seres del planeta. Colonias de pájaros sin prevención genética ni aprendida sobre el hecho de que tú eres un ser potencialmente peligroso. Malpelo es un *shock* de vida. Los cardúmenes de peces llegan a tapar el sol desde dentro de las aguas. Allí he visto lo que está dejando de ser el planeta: ese ser lleno de seres, tan vital y tan denso. Laboratorio de los dioses Malpelo es el último laboratorio de los dioses, y queda en Colombia” (El Tiempo, 1992).

Juntando estos y demás esfuerzos, Malpelo fue declarado en 1995 área protegida, bajo la categoría de Santuario de Fauna y Flora. Desde entonces, la complejidad de gestión en el santuario ha logrado que los investigadores, las instituciones gubernamentales y no gubernamentales aúnen esfuerzos para mejorar el conocimiento, el manejo y la protección de este lugar. A través de sus páginas, este libro pretende mostrar los cambios, avances y lecciones aprendidas que han ocurrido en este santuario desde hace 22 años.

Malpelo es Colombia, Maravilla Estratégica está compuesto por siete capítulos. Comenzamos nuestro viaje a través del reconocimiento de los diferentes esfuerzos que se han realizado para que Malpelo sea conocida como un punto estratégico de Colombia. Luego, en el segundo capítulo, empezamos a comprender la complejidad de Malpelo. Su lejanía, sus ambientes extremos, la intensa interacción entre la roca y las olas, sus inclinadas pendientes, y las condiciones abióticas de sus aguas, que hacen que este lugar albergue abundantes individuos de especies particulares. Estas descripciones físicas nos abren el camino para indagar en su diversidad. Es así como en el tercer capítulo nos sumergimos en sus aguas para conocer pequeños organismos esenciales en la cadena trófica y en la dinámica de las poblaciones del entorno de la isla; también, los fundadores exitosos de

los ecosistemas marinos, como las esponjas, los corales que, increíblemente logran conquistar más de 30 m de profundidad; los briozoos con sus novedosos descubrimientos, los moluscos, artrópodos, equinodermos y otros invertebrados con su alta diversidad y conspicuidad, para terminar nadando con los grandes vertebrados, los peces y mamíferos que sorprenden a los científicos con sus interacciones, endemismos, abundancias y comportamientos.

Seguido, escalamos las paredes rocosas para descubrir, en el capítulo cuarto, la vida terrestre de la isla, que presenta una diversidad muy singular con una interacción tan estrecha, agresiva, explosiva y súbita que dejará sorprendidos a los lectores.

Para concluir con las características biológicas de Malpelo, en el quinto se expone el conocimiento de la diversidad de la flora, una diversidad que en su parte terrestre es bastante escasa, y en la marina desconocida, sin dejar a un lado su importancia en la dinámica de los ecosistemas.

La última sección del libro es un llamado a mejorar los usos y el control en el Santuario. Es así como en el capítulo sexto se describe una de las mayores amenazas a la diversidad y las oportunidades de aprovechamiento turístico del santuario. Para concluir, en el séptimo se exponen las proyecciones de Malpelo, para mejorar su conocimiento científico, gestión, protección y apropiación en el futuro.

Esta increíble producción ha sido posible gracias a la colaboración, disposición y arduo trabajo de 47 expertos y trece instituciones del nivel público y privado. La Armada Nacional, la Dirección General Marítima, Parques Nacionales Naturales de Colombia, la Fundación Malpelo y otros Ecosistemas Marinos, Conservación Internacional Colombia, la Universidad del Valle, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (Invemar), la Universidad de los Andes, la Universidad Javeriana de Cali, la Universidad de Antioquia, la Asociación Calidris, el Viceministerio de Turismo, la Comisión Colombiana del Océano y el fotógrafo Santiago Estrada juntaron su conocimiento para entregarle a los colombianos un fragmento de su territorio.

Esperamos captar su atención y despertar la curiosidad de explorar las maravillas que esconden las profundidades de Colombia, para que este conocimiento no sea de unos pocos y podamos todos decir con orgullo “Malpelo es Colombia”.

CAPITÁN DE NAVÍO JUAN CAMILO FORERO HAUZEUR

Secretario Ejecutivo Comisión Colombiana del Océano

Cronología Isla Malpelo

1530-1540

Posible descubrimiento de la Isla Malpelo.

1550

La isla aparece por primera vez en un mapa de pergamino realizado por el cartógrafo francés Pierre Desceliers. El mapa se encuentra en el Museo Británico.

1891

Expedición liderada por C. H. Townsend en marzo, a bordo del "Albatross", un barco a vapor de la Comisión Americana de Pesca, donde se colectaron aves marinas, reptiles y se describió el cangrejo terrestre de Malpelo como *Gecarcinus malpilensis*. Fueron los primeros científicos en visitar la isla.

1927

Expedición científica enfocada en los reptiles terrestres y liderada por el Capitán A. G. Hancock.

1931-1933

Cyrus Perkins, de la Sociedad de Historia Natural de San

Diego, visitó la isla para fortalecer el conocimiento sobre las especies de reptiles.

1937

Expedición del Pacífico Sur de George Vanderbilt en febrero. Las notas del naturalista Ronald Smith son publicadas en 1938. La colecta de especímenes de reptiles y las notas de campo ayudaron a futuros científicos a concluir que muchos de los morfotipos que determinaban como especies distintas eran, en realidad, una misma especie con dimorfismo sexual. Esta expedición también ayudó a la realización de una lista de especies de aves.

1941

Expedición Robert Cushmanen. En el año 1945 publicó un resumen de la historia natural de la isla, donde se estima por primera vez la población de piqueros enmascarados (25.000 individuos) y se adicionan otras especies de aves a la lista de la isla, también se describe una gran diversidad de invertebrados terrestres que incluye escarabajos, moscas, hormigas y otros insectos.

1970

El Crucero Pacifico I constituyó la primera expedición oceanográfica en aguas del litoral Pacífico, liderada por la Armada

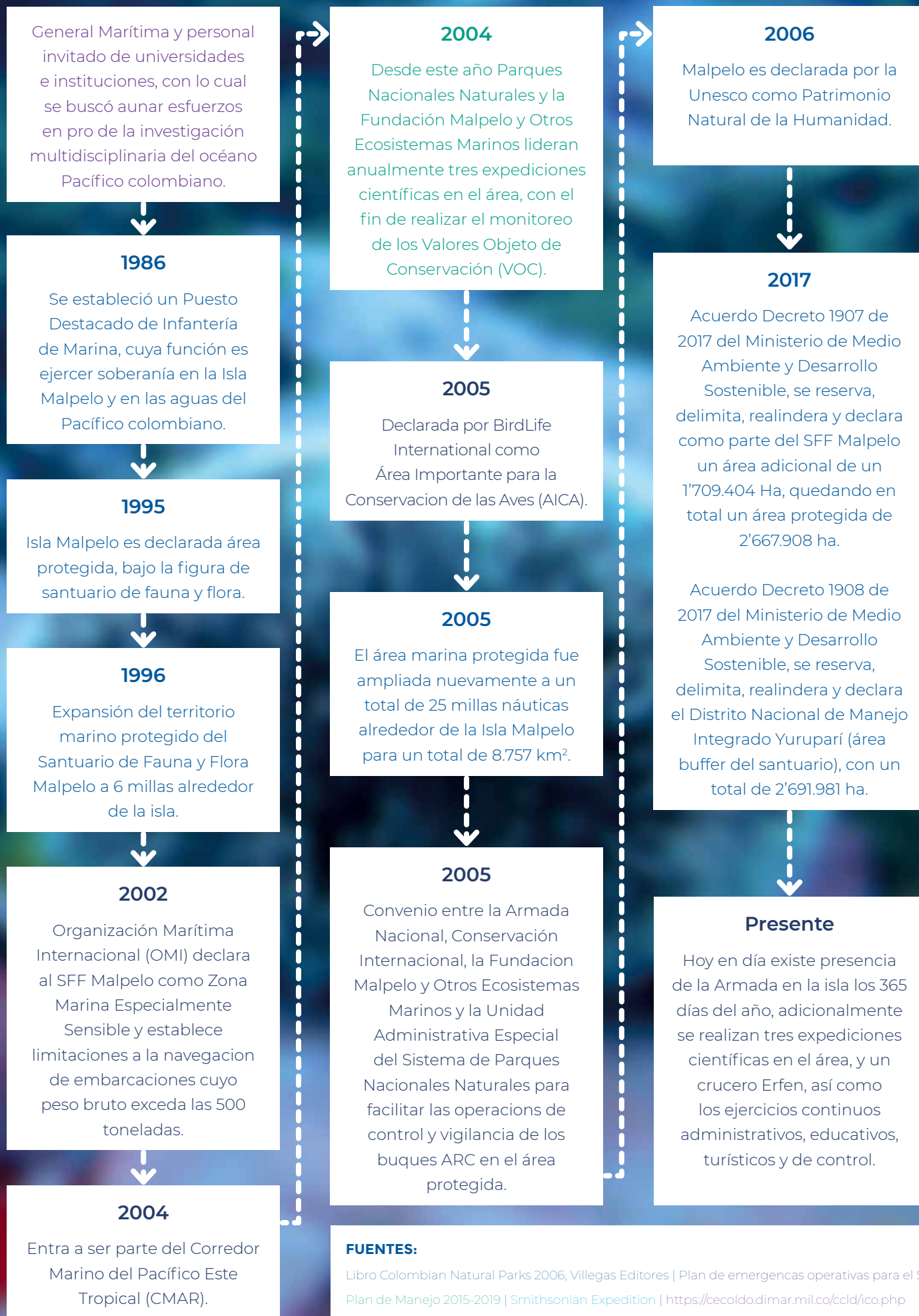
Nacional. Tuvo como propósito conocer y aportar información básica de las condiciones físico-químicas del Pacífico colombiano, la cual correlacionada con otras investigaciones biológico-pesqueras, pretendía una explotación técnica y racional de los recursos renovables.

1972

Expedición del Instituto Smithsonian. Un grupo de 17 científicos se embarcaron en una expedición de seis días para investigar la biota marina y terrestre de la Isla Malpelo. Se abordaron tanto terrestres como marinas. Estas demostraron que la isla es un ecosistema terrestre cuyas dinámicas dependen del medio marino y no solo de la tierra misma. Sin embargo, los líquenes y musgos allí presentes constituyen un importante rol en los niveles tróficos. Se descubrió una nueva especie de gecko (*Phyllodactylus transversalis*), se registraron 43 especies de crustáceos marinos, 6 de estrellas de mar y 70 de peces.

1975

Primer crucero Erfen en la cuenca Pacífica. El objetivo fue estudiar y caracterizar las condiciones océano-atmosféricas de la Cuenca Pacífica Colombiana y las zonas costeras del litoral Pacífico. La realización del crucero se llevó a cabo por investigadores de la Dirección



FUENTES:

Libro Colombian Natural Parks 2006, Villegas Editores | Plan de emergencias operativas para el SFFM 2007
Plan de Manejo 2015-2019 | Smithsonian Expedition | <https://cecoldo.dimar.mil.co/cclid/ico.php>

Carlos Chávez Cerón

Dirección General Marítima (Dimar)

Teniente de Navío

Camilo Enrique Uquillas Prieto

Jefe Oficina Asuntos Internacionales
Fuerza Naval del Pacífico

Jessica Santacruz Torres

Técnico Administrativo Santuario de Fauna y
Flora Malpelo, Parques Nacionales Naturales de
Colombia

Laura Milena Camacho Jaramillo

Bióloga marina, Profesional de Parques Nacionales
Naturales de Colombia en asuntos del Corredor
Marino del Pacífico Este Tropical (CMAR)

Teniente de Fragata

Luz Dary Oliveros Rodríguez

Jefe Oficina Comunicaciones Estratégicas
Fuerza Naval del Pacífico

Sandra Bessudo Lion

Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos

María Claudia Diazgranados Cadelo

Directora del Programa Marino de Colombia,
Conservación Internacional Colombia

Paola Rojas Malagón

Jefe del Santuario de Fauna y Flora Malpelo,
Parques Nacionales Naturales

FOTO PORTADILLA CAPÍTULO I

Vista de Isla Malpelo. Foto: Archivo Comisión
Colombiana del Océano

CITACIÓN

Chávez, C., Uquillas, C.E., Santacruz, J., Camacho, L.M.,
Oliveros, L.D., Bessudo, S., Diazgranados, M.C. y Rojas,
P. (2019). Capítulo I. Historia de un descubrimiento.
En CCO-Dimar. *Malpelo es Colombia maravilla
estratégica*, pp. 22-47. Bogotá, D.C.: Editorial CCO.



CAPÍTULO I.
Historia de un
descubrimiento
y conquista

***“Primero estaba el mar, todo estaba oscuro,
no había sol, ni luna ni gente,
ni animales, ni plantas,
el mar estaba en todas partes.
El mar era la madre.
La madre no era gente.
Ni nada, ni cosa alguna.
Ella era el espíritu de lo que iba a venir
y ella el pensamiento y memoria”***

Mitología Kogui

Placa en el Puesto Destacado de Malpelo instalada durante su inauguración y visita del Presidente Belisario Betancur Cuartas. 10 de mayo de 1986

En medio del océano Pacífico colombiano existe una sorprendente isla de origen volcánico que, según estudios realizados hasta la fecha, se formó hace unos 20 millones de años y emerge desde más de 4.000 m de profundidad, elevándose sobre la superficie hasta 300 m de altitud en su peñasco más alto, que acompañado por once peñascos de menor altura, conforman un pequeño archipiélago. La isla, que al parecer fue descubierta entre los años 1530 y 1540, se encontraba referenciada en los mapamundis de 1550 bajo el nombre de “Ye mallabry” y sirvió, según la historia, como escondite para piratas británicos, aunque no existen registros de desembarco debido seguramente a la naturaleza del terreno y su difícil acceso.

La Isla Malpelo y su entorno marino hacen parte del territorio de Colombia de acuerdo con el artículo 101 de la Constitución Política de la República de Colombia, que establece de manera expresa, que “forma parte de Colombia la Isla Malpelo”, además, el Tratado Liévano-Aguirre, Aquilino Boyd de 1976 y el Tratado Lloreda-Gutiérrez de 1984, ratifican la posesión de Colombia sobre ella.

A mediados de la década de los años 70, la protección de los recursos naturales especialmente en el mar y territorios insulares tomó relevancia para el Gobierno Nacional, razón por la cual la Armada Nacional recibió una asignación de presupuesto para la adquisición de nuevas unidades marítimas, que desarrollaran operaciones más allá de las aguas territoriales, entre ellas, el buque ARC “Sebastián de Belalcázar”; posteriormente fueron adquiridas unidades navales tipo corbeta, las cuales realizarían operaciones tanto en el Pacífico como en el Caribe.



Unidades de la Armada Nacional en las aguas de Malpelo.
Foto: archivo personal ALM (RA) Edgar René Spicker Guzmán.

La década de 1980 inició con el mandato presidencial del Doctor Belisario Betancur Cuartas (1982-1986) quien con el propósito de impulsar en el Pacífico colombiano un polo de desarrollo descentralizado de las principales ciudades del país y de la costa Caribe, llevó a cabo obras como la construcción de la Base Naval ARC “Málaga” (1984-1986) y la ampliación del puerto de Buenaventura, que permitieron potenciar la economía del país a través de la proyección del sector portuario y comercial. Sin embargo, esto no fue suficiente, se requería un poder naval fortalecido que pudiera proteger la totalidad de la jurisdicción, ejercer soberanía y brindar seguridad en Malpelo ante cualquier amenaza o delito nacional o transnacional.



El ARC “Sebastián de Belalcázar”. Foto: archivo personal CC (RA) Juan Francisco Rojas Bernal, Comandante ARC “Sebastián de Belalcázar”.

Teniendo en cuenta este contexto nació el proyecto de construcción del Puesto Destacado de la Armada Nacional de Colombia en Malpelo, para lo cual el Señor Presidente confió la misión de su ejecución a las Fuerzas Militares. En ese momento, el Comandante de la Armada Nacional, el Señor Almirante Tito García Motta, quien después de recibir la orden presidencial, nombró al Capitán de Fragata Edgar René Spicker Guzmán, Jefe del Departamento de Proyectos Especiales ARC “M-6”, como responsable de la coordinación en Bogotá para la consecución de recursos y medios para trasladar los implementos necesarios desde el interior hasta el puerto de Buenaventura. Así mismo, el Capitán de Navío Miguel Antonio Caro, Comandante de la Fuerza Naval del Pacífico, quien en esa época despachaba desde las instalaciones ubicadas en Buenaventura, recibió la orden de realizar la planeación de la operación y disponer los medios marítimos y el personal necesario para la ejecución de la obra en Malpelo.

El Capitán de Navío Caro designó al buque ARC “Sebastián de Belalcázar” cuyo Comandante en 1986 era el Teniente de Navío Juan Francisco Rojas Bernal, para liderar la misión. El Teniente Rojas recuerda que ante la asignación de tan importante comisión, respondió:

“Mi Capitán, creo que lo más acertado es que usted me entregue una orden de operaciones por tres meses, me pongan a bordo los materiales de construcción y a los ingenieros que harán la obra; por mi parte junto a mi tripulación, buscaremos por todos los medios cumplir la orden del Señor Presidente y ejercer soberanía”.¹

Fue así como para el transporte del material desde Bogotá hasta el puerto de Buenaventura, se contó con el apoyo del Ministerio de Obras Públicas (actual Ministerio de Transporte) y del Ejército Nacional, que trasladaron 200 toneladas de materiales de construcción en camiones y contando también con la Fuerza Aérea Colombiana que transportó otras 80 toneladas.

¹ TN Uquillas .C – TF Oliveros. L (entrevistadores), CC(RA) J. Rojas (entrevistado), 15 de junio de 2016.

A bordo del ARC “Sebastián de Belalcázar” fueron embarcadas 280 toneladas de materiales de construcción, equipos de comunicación, energía solar y medición meteorológica, entre otros. Es de resaltar que la planeación de los elementos a transportar se hizo de manera minuciosa y cuidando hasta el más mínimo detalle, como cada puntilla potencialmente necesaria, ya que cualquier olvido o descuido hubiesen retrasado las obras dadas las condiciones reales de aislamiento y lejanía de Malpelo.

Así mismo, en el buque fueron transportadas alrededor de 30 personas entre oficiales y suboficiales de la Armada Nacional y el Ejército Nacional, infantes de marina y personal del Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierra (Himat, actual Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, Ideam), el Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas), la Dirección General Marítima (Dimar), la Empresa Nacional de Telecomunicaciones (Telecom), el Centro

Experimental Gaviotas, el Instituto Nacional de Radio y Televisión (Inravisión), y la Fundación Minuto de Dios, las cuales donaron el diseño y la casa prefabricada que serviría como Puesto Destacado en la isla.

El Comandante del ARC “Sebastián de Belalcázar”, TN Juan Francisco Rojas Bernal, describe su arribo a la isla así:

“... al llegar a Malpelo nos encontramos que el ‘camino de acceso’ era una pared vertical bordeada de pájaros, cangrejos y lagartijas muy exclusivas de allá, de apariencia milenaria, nada de vegetación; esta pared, la cual escalé con mi tripulación en más de una ocasión y de cuyo atrevimiento quedo hoy admirado, es realmente un desafío...”²

² TN Uquillas .C – TF Oliveros. L (entrevistadores), CC(RA) J. Rojas (entrevistado), 15 de junio de 2016.



Una fragata y un bote tipo *zodiac* fueron utilizados para transportar y desembarcar los materiales de construcción en la isla. Foto: archivo personal CC(RA) Juan Francisco Rojas Bernal. Comandante ARC “Sebastián de Belalcázar”.



Cuando los oficiales y suboficiales llegaron a Malpelo se encontraron con una isla de paredes verticales, casi imposibles de escalar. Fotos: archivo Comisión Colombiana del Océano.

Para desembarcar las 280 toneladas en la isla era necesario construir una estructura que permitiera dicho trabajo; por lo cual, el personal militar e ingenieros construyeron durante tres días una tarabita, que consistió en un trípode de madera con poleas para rodamiento de cuerdas de nailon transportadoras, en cuyo extremo estaba un gancho al cual se colgaba la carga. El capitán Rojas recuerda,

“la tarabita se nos cayó dos veces, la gente estaba preocupada, así que hicimos una tercera y con esa finalmente se hizo todo el trabajo. No hubo fuerza eléctrica, ni fuerza mecánica, excepto la fuerza de 20 hombres que desde la roca halaban el material”.

A lo anterior se sumaba la coordinación que tenía que ser casi perfecta en la marcha y velocidad del bote tipo *zodiac*, ya que cuando la ola subía entre 1,5 y 2 metros, otro tripulante en la proa del bote colgaba el gancho con la carga a la polea de la tarabita para que los 20 hombres la pudieran halar. En cada viaje se transportaron aproximadamente 250 kilos, hasta desembarcar gran parte de la carga.

Con este material se realizaron las siguientes construcciones:

- Un puente colgante de aluminio, de aproximadamente 30 metros de largo y 1,8 metros de ancho, el cual sobresalía perpendicularmente desde la roca a una altura de 8 metros del agua.



El puente colgante construido en 1986 para facilitar el acceso a la isla. Foto: archivo personal Brigadier General (RA) Orlando Quiroga Ferreira.

- Una casa prefabricada, donada por la Fundación Minuto de Dios, que constaba de tres habitaciones, comedor, cocina, dos baños, estación de radio y de comando.



Puesto de Mando Malpelo finalizado. En el año 2016 sufrió un accidente por una fuga de gas y se quemó en su totalidad. No hubo víctimas. Fotos: archivo personal ALM (RA) Edgar René Spicker Guzmán.

- Una estación de estudio meteorológico instalada por el Centro Experimental Gaviotas.
- Un faro de señalización marítima instalado por Dimar.



Estación de estudio meteorológico instalada por el Centro Experimental Gaviota. Foto: archivo personal ALM (RA) Edgar René Spicker Guzmán.

- Un helipuerto.



Helicóptero realizando apoyo logístico para transportar los materiales desde los buques destacados para la construcción del puesto de mando en Malpelo. Foto: archivo personal BG (RA) Orlando Quiroga Ferreira.

Las obras que estaban proyectadas para tres meses fueron realizadas en uno y medio, recuerda el Brigadier General (RA) del Ejército Nacional, Orlando Quiroga Ferreira, quien se desempeñó como Jefe de Ingenieros de la construcción y en la época ostentaba el grado de capitán:

“Después de vencer la inclemencia de la naturaleza hasta el punto de convivir de una manera amable con la fauna de la isla, y tras pérdidas de equipos de campaña, zapatos, prendas de vestir y hasta herramientas por parte de los cangrejos, aves y lagartos del lugar, logramos con gran camaradería que el equipo de trabajo adelantara la obra en tiempo récord”.³



Vista aérea del campamento temporal. Foto: archivo personal BG (RA) Orlando Quiroga Ferreira.

Con la estructura de la casa ya casi construida fue necesario solicitar el apoyo de las fragatas ARC “Independiente” y ARC “Caldas”, para brindar apoyo logístico y aéreo con el uso del helicóptero naval, con el fin de subir las 80 toneladas de material restante, desde el helipuerto adecuado a bordo del ARC “Sebastián de Belalcázar” hasta la isla, para lo cual se realizaron 261 viajes.



En primer plano, el helipuerto sobre el cual el helicóptero terminó de subir los últimos materiales; en segundo plano, el ARC “Sebastián de Belalcázar” y las Fragatas ARC “Independiente” y ARC “Caldas”. Foto: archivo personal ALM (RA) Edgar René Spicker Guzmán.

Una vez finalizadas dichas obras, llegó el momento de la inauguración del Puesto Destacado de la Armada Nacional de Colombia en Malpelo y de darle vida jurídica a unas rocas de origen volcánico que emergen del mar hasta una altura de 300 metros aproximadamente, las cuales generan las áreas marinas otorgadas por el derecho consuetudinario⁴ y el tratado fronterizo con Costa Rica en el Pacífico (Tratado Lloreda-Gutiérrez del 6 de abril de 1984).



La casa prefabricada en construcción. Foto: archivo personal ALM (RA) Edgar René Spicker Guzmán.

“Malpelo será la proyección del país hacia la cuenca del siglo XXI, la cuenca del Pacífico, mediante la soberanía en un territorio que nos ha pertenecido desde los orígenes de la nación”, con esta frase concluía su discurso de inauguración del Puesto Destacado el Señor Presidente Belisario Betancur Cuartas, el día 16 de junio de 1986.

³ TN Uquillas .C – TF Oliveros. L (entrevistadores), MG O. Quiroga (entrevistado), 15 de junio de 2016.

⁴ Derecho consuetudinario: también llamado usos y costumbres, es una fuente del derecho. Son normas jurídicas que se desprenden de hechos que se han producido repetidamente en el tiempo en un territorio concreto. Tienen fuerza vinculante y se recurre a él cuando no existe ley (o norma jurídica escrita) aplicable a un hecho. Disponible en: <https://www.scribd.com/doc/4079198/Derecho-consuetudinario>

El Presidente Betancur se había desplazado desde Buenaventura hasta la isla a bordo de la fragata ARC “Caldas”, acompañado de su esposa Rosa Helena de Betancur, la comitiva presidencial, la cúpula militar, el capellán de la Casa de Nariño, periodistas e invitados especiales, convocados para ser testigos de la soberanía que ejercería la Armada Nacional desde ese momento, con un grupo de infantes de marina que permanecerían en la isla y serían relevados cada 30 días. Este personal complementaría la labor en conjunto con los buques de guerra de la Armada Nacional que llegaban a la zona para desarrollar operaciones de vigilancia y control.



Inauguración del Puesto Destacado. En este importante evento se contó con la presencia del Presidente Belisario Betancur Cuartas. Foto: archivo personal CC (RA) Juan Francisco Rojas.

La estrategia implementada por el Gobierno Nacional garantizó que Malpelo estuviera protegida frente a las amenazas de los delitos transnacionales

con la presencia institucional del Estado colombiano ante el estamento internacional. Así mismo, logró restringir a los pescadores de otros países que tenían estas aguas como zona no regulada de explotación. Representado tanto por la Armada Nacional de Colombia como por Parques Nacionales Naturales de Colombia, resaltando además de su importancia estratégica el interés por su conservación.



a.



b.

La Armada Nacional ejerce soberanía y protege los recursos naturales del Santuario de Fauna y Flora Malpelo desde hace más de tres décadas durante los 365 días del año. Fotos: a. Archivo personal Teniente de Navío Rossny Carranza, b. Archivo Fuerza Naval del Pacífico.

Importancia estratégica de Malpelo

Malpelo, pese a su naturaleza oceánica, pertenece administrativamente al departamento del Valle del Cauca y está adscrita al municipio de Buenaventura. Esto significa que sobre ella no solo gravitan los aspectos referidos a la riqueza de su biodiversidad y ecosistemas, como será tratado en capítulos posteriores, sino que además ofrece atributos que permiten afianzar la presencia de Colombia en escenarios de la oceanopolítica y las relaciones internacionales.

Así, la importancia de la isla en sí misma también se transfiere particularmente a la generación de espacios marítimos que, bajo el artículo 101 de la Constitución Política de Colombia, significan una extensión de 200 millas náuticas alrededor de la isla, con su equivalente al subsuelo y la plataforma continental. Esta extensión marítima aumenta significativamente la cantidad de territorio nacional, haciendo de Colombia una nación dominante en aspectos marítimos como se evidencia a continuación.

Los espacios generados por la Isla Malpelo representan una extensión de la geografía nacional dentro del litoral Pacífico, factor que de manera conveniente fortalece la presencia de Colombia en la región, permitiéndole ejercer influencia en los aspectos económico, político, ecológico y naval.

Desde el punto de vista económico, las áreas marítimas, por ejemplo, son empleadas para el tráfico marítimo internacional que de manera permanente son usadas por las líneas de comunicación marítimas que convergen en las proximidades del Canal de Panamá. Esta dinámica potencia los servicios marítimos a lo largo del litoral con la demanda de señalización, agencias, seguros, logística y mantenimiento, entre otros.

En el aspecto político, la presencia efectiva del Estado en áreas de ultramar ofrece la capacidad estratégica de proyectar el territorio como una potencia mediana de influencia regional, factor que brinda oportunidades para favorecer medidas de cooperación con los países limítrofes.

También, el impacto en el aspecto ambiental es apreciable mediante medidas de protección y regulación de los diferentes ecosistemas, teniendo en cuenta que se pueden extender las medidas de control por medio de la legislación nacional, permitiendo la protección del Santuario de Fauna y Flora Malpelo más allá de sus límites.

Como dato curioso encontramos la “Teoría de la Defrontación” (De Castro, 1956), hoy en desuso debido a la normativa del tratado Antártico, en la cual se planteaba que la proyección ininterrumpida de una línea imaginaria paralela a los meridianos, que se originara en territorio nacional (pensada en los países suramericanos) y llegara hasta el continente blanco podría generar derechos territoriales antárticos al país, y en el caso colombiano, únicamente la isla de Malpelo reunía tal condición. Esto, claramente, hoy en día no es aceptado, pero sigue en el imaginario colectivo de muchas personas y es necesario, hacer aclaración al respecto.

Finalmente y en congruencia con el punto anterior, es importante resaltar que en el espacio marítimo que genera Malpelo, la presencia naval permite neutralizar amenazas de crimen transnacional antes de que penetren el territorio nacional. Así mismo, la realización de operaciones navales y la implementación de medidas de control marítimo mediante los llamados Sistemas Integrados de Control de Tráfico y Vigilancia Marítima (Sictvm), aseguran la presencia del Estado y la protección de la vida humana en el mar, bajo estándares internacionales que hacen de Colombia un país garante del concepto de la seguridad integral marítima.

Protección del Santuario de Fauna y Flora Malpelo

Una de las maneras de garantizar la existencia de invertebrados, peces, mamíferos, ecosistemas estratégicos y, en general, de la biodiversidad marina, es conservando zonas marinas y costeras donde de alguna manera se limite la explotación y extracción de recursos, para permitir la protección de los hábitats. Es así como se crean las áreas marinas protegidas (AMP), como figuras de administración de los recursos y servicios que ofrece la naturaleza. Hay diferentes tipos de AMP que generalmente se crean en zonas donde existen especies endémicas, amenazadas o raras; ecosistemas que por su importancia estratégica permiten la subsistencia de otros recursos marinos, así como valores culturales y paisajísticos claves para las comunidades humanas.

Malpelo representa un conjunto de ecosistemas especiales y paisajes únicos para el país; posee a nivel oceánico del Pacífico colombiano un mosaico excepcional de ecosistemas de litoral, formaciones coralinas y fondos mixtos, así como sitios de alta productividad, de agregación de especies de peces pelágicos, tortugas marinas y mamíferos. A nivel terrestre es hábitat de diversas y únicas especies de invertebrados, reptiles y aves.



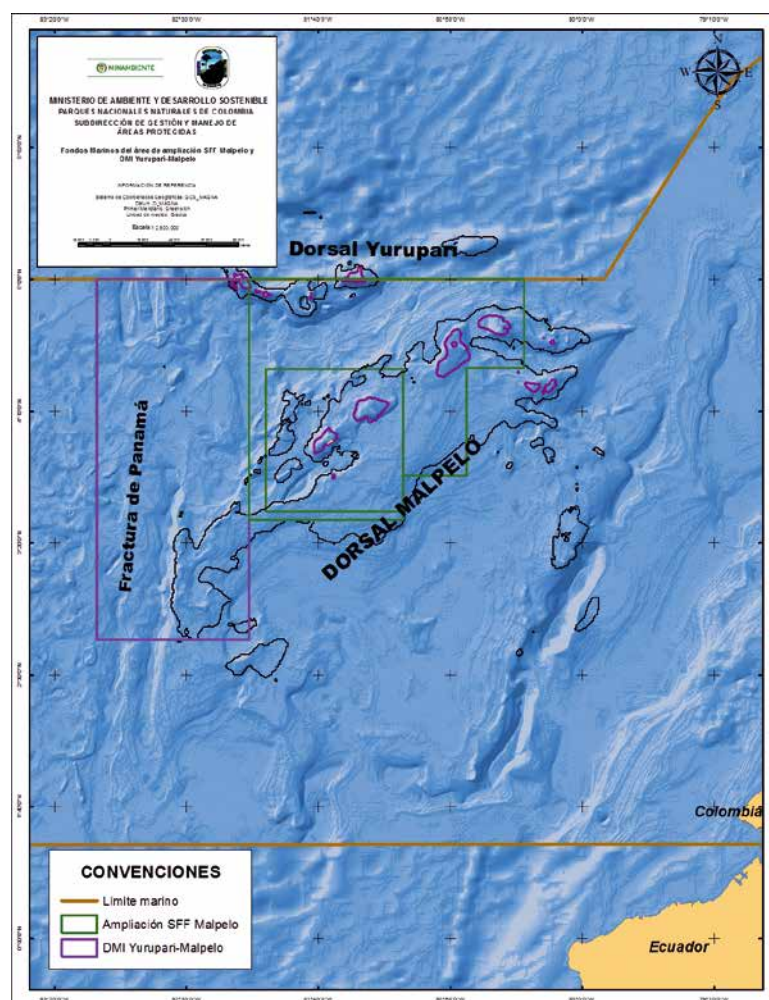
Una de las características más importantes del Santuario de Fauna y Flora Malpelo es la alta concentración de tiburones martillo, *Sphyrna Lewini*. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Debido a los valores sobresalientes de fauna y flora allí presentes se determinó que era esencial, para la conservación y preservación de los ecosistemas y las especies, tener un manejo especial de este territorio. Por tal motivo, en 1995 se declaró santuario de fauna y flora (SFF) y parte del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, mediante la Resolución 1292 de 1995. El área declarada inicialmente correspondía a un cuadrilátero comprendido entre las coordenadas A: 04°26'00" N 82°00'00" W, B: 04°26'00" N 81°08'00" W, C: 03°32'00" N 82°00'00" W, D: 3°32'00" N 81° 08'00" W, (información corroborada bajo el sistema de referencia Magna Sirgas con origen Oeste Oeste).

El conocimiento de la biodiversidad del Santuario y la ecología de sus especies, logrado a través de las

expediciones e investigaciones que han incrementado la productividad científica desde la década de los años 90 (López *et al.*, 2011), ha sustentado la ampliación de los límites del santuario declarados en 1995.

En 1996 se realizó la primera ampliación del Santuario de Fauna y Flora Malpelo a 38.971 hectáreas (Resolución 1423 de 1996). En 2002 fue realineado para coincidir con las coordenadas de Zona Marina Especialmente Sensible (ZMES) definida por la Organización Marítima Internacional (OMI), como aquella que debe ser objeto de protección especial, de acuerdo con las medidas que adopte la OMI, en atención a la importancia que tiene por motivos ecológicos, socioeconómicos o científicos reconocidos, y la cual puede sufrir daños



Límites históricos del Santuario de Fauna y Flora Malpelo. Imagen: Parques Nacionales Naturales, Dirección Territorial Pacífico.

ambientales como consecuencia de la actividad marítima, llegando a cubrir un área de 65.450 hectáreas (Resolución 0761 de 2002). Posteriormente, en 2005 fue catalogada como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) por parte de BirdLife Internacional y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Por su parte, en 2006 la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) declaró al Santuario de Fauna y Flora Malpelo como Patrimonio Natural de la Humanidad, lo que significa que se catalogó y reservó para darse a conocer como un sitio de importancia natural excepcional para la herencia común de la humanidad.

En 2005 se redefinió el Área Marina Protegida en un polígono de 857.500 hectáreas con base en los siguientes criterios: a) tener representatividad de la diversidad ecológica oceánica, b) poder proteger una mayor cantidad de sistemas biológicos considerados en riesgo de extinción, c) contar con la posibilidad de establecer un sistema de monitoreo eficiente de las condiciones biofísicas de la zona y d) involucrar parcial o totalmente los procesos ecológicos.

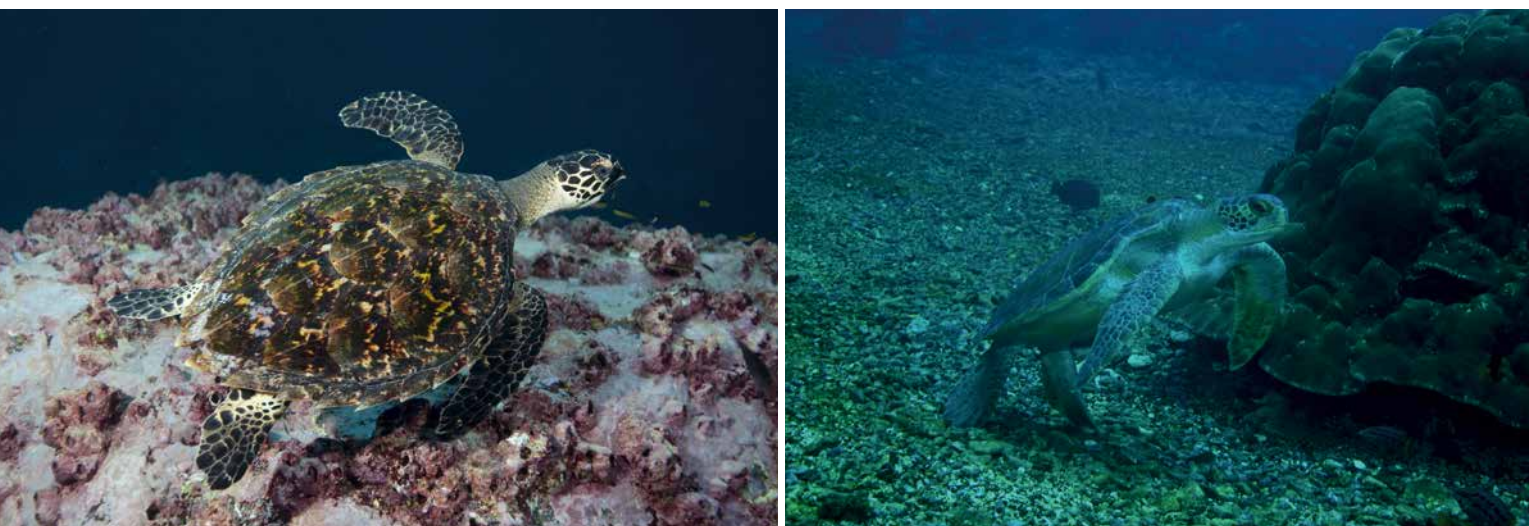
Siendo el Santuario de Fauna y Flora Malpelo la mayor zona de no-pesca en la región del Pacífico Este Tropical, cobra una importancia mundial, dado que

es un área marina protegida inalterada, esencial para conservar y reponer poblaciones de tiburones, chernas y picudos a nivel regional; además, el área proporciona oportunidades únicas para la conservación, la investigación y el buceo recreativo (PNN, 2015).

La importancia del Santuario no solo está ligada a su belleza natural, alta biodiversidad, singularidad del paisaje y productividad, sino también a la protección de especies que se encuentran clasificadas en alguna categoría de amenaza por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN): cuatro especies en condición de riesgo crítico (CR), siete en condición de peligro (EN), diez en condición de vulnerable (VU), cuatro en condición de riesgo bajo (LR) y once especies en condición deficiente de datos (DD).

La conservación y protección de la isla oceánica es un trabajo conjunto entre instituciones gubernamentales y privadas, por lo cual las entidades que ejercen mayor control sobre el Santuario de Fauna y Flora Malpelo en la actualidad son las siguientes:

(i) Armada Nacional, a través de la Fuerza Naval del Pacífico ubicada en Bahía Málaga, en el departamento de Valle del Cauca, es la institución que desde 1986 ha realizado de manera ininterrumpida el control local de la isla con el concurso de todos sus componentes, ejerciendo las funciones de soberanía, seguridad



En el Santuario habitan cinco especies de tortugas marinas, de las cuales tres están en condición de peligro (EN) y dos en riesgo crítico (CR). Fotos: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

e integridad del territorio como fuerza pública. El control ha sido posible mediante la implementación de un modelo sostenible que ha demostrado, bajo la orientación de Parques Nacionales Naturales de Colombia, la capacidad de integrar un Puesto Destacado con un puesto Ecosistema Especialmente Protegido. El control militar y marítimo en la isla, lejos de interferir con el ecosistema, ha sido un instrumento para garantizar que las actividades de investigación y turismo realizadas por los visitantes se desarrollen bajo la legislación ambiental vigente. Durante las operaciones de protección, seguridad y soberanía en el Santuario se han desarrollado persecuciones e interdicciones a pesqueros ilegales y motonaves del narcotráfico que pretenden transitar por la zona.

(ii) El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible que de acuerdo a la Ley 99 de 1993 en concordancia con el Decreto-Ley 2811 de 1974 o Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, emite la Política Nacional Ambiental y el marco regulatorio de los ecosistemas existentes en Malpelo, en coordinación con la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. En este orden de ideas es importante señalar la Ley 164 de 1994 relacionada con la Convención Marco de la Organización de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y la Ley 165 de 1994, por medio de la cual se aprueba la Convención sobre la Diversidad Biológica de aplicación especial en Malpelo.

(iii) Parques Nacionales Naturales de Colombia, como autoridad ambiental encargada de la coordinación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) y la administración de las áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales, realiza actuaciones tendientes a la conservación del Santuario como la regulación de las actividades ecoturísticas, el monitoreo de impactos, la planificación y coordinación de las actividades académicas con las organizaciones científicas y de investigación, así como las actividades dirigidas a lograr la valoración social de los ecosistemas, la biodiversidad, el paisaje y los servicios ecosistémicos que presta Malpelo, entre otras.

(iv) La Dirección General Marítima, reorganizada mediante Decreto-Ley 2324 de 1984, modificado por el Decreto-Ley 5053 de 2009, es la Autoridad Marítima Colombiana que ejecuta la política del Gobierno en materia marítima y tiene por objeto la regulación, dirección, coordinación y control de las actividades marítimas. Le corresponde a la Dimar, de acuerdo con el Decreto 644 de 1990, autorizar, coordinar y controlar el ingreso al Santuario de Fauna y Flora Malpelo de los buques de investigación científica de bandera nacional e internacional. Con el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH) sedes Caribe y Pacífico, y sus buques de investigación, adelantan estudios científicos en el área del Santuario en ejercicio de la soberanía nacional.

(v) La Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (Aunap), creada mediante Decreto 4181 de 2011, tiene como objeto ejercer la autoridad en temas pesqueros y acuícolas de Colombia, adelantando los procesos de planificación, investigación, ordenamiento, fomento, regulación, registro, información, inspección, vigilancia y control, aplicando las sanciones a que haya lugar, dentro de una política de fomento y desarrollo sostenible de los recursos pesqueros. Como autoridad pesquera adelanta las investigaciones administrativas sobre las conductas violatorias de las disposiciones establecidas en el Estatuto General de Pesca: Ley 13 de 1990. Respecto al recurso pesquero, Colombia expidió la Ley 119 de 1961, por la cual se aprueba la Convención sobre Pesca y Conservación de los Recursos Vivos de la Alta Mar.

(vi) Por último, como órgano intersectorial de coordinación se encuentra la Comisión Colombiana del Océano (CCO), que con las facultades otorgadas por el Decreto 347 de 2000 expide la Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros, asesora al Consejo Nacional Ambiental, como lo señala el artículo 104 de la Ley 99 de 1993, y coordina los aspectos diversos de la ejecución de la política oceánica.



Individuo de *Sula granti*, una de las diez especies de aves registradas por Bond y de Schauensee, luego de la Expedición de G. Vanderbilt en 1937. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Expediciones científicas

El primer registro de desembarco en la isla se remonta al final del siglo XVIII, realizado por el Comodoro español Alejandro Malaspina, quien lo poco que pudo decir de Malpelo fue que luego de escalar sus rocosos y complicados acantilados, solamente encontró un charco de agua lleno de plumas de aves. En esa época no se conocía mucho de la isla, se sabía que estaba registrada en un mapa de pergamino de 1550 de Pierre Desceliers, bajo el nombre de “Ye mallabry” (Graham, J.B., 1975).

Hasta 1891 se empezaron a datar los primeros registros de expediciones científicas en la isla. Uno de los científicos pioneros en coleccionar y describir su fauna terrestre fue C. H. Townsend, quien la visitó a bordo del “Albatross”. En esa expedición se coleccionaron los primeros especímenes de reptiles y cangrejos de Malpelo. Posteriormente, le siguieron las expediciones y desembarcos del Capitán A. Hancock (1927), la Expedición de la Sociedad de Historia Natural de San Diego (1931-1933), la Expedición del Pacífico Sur de G. Vanderbilt (1937) y la Expedición de R. Cushmanen (1941). En estas primeras expediciones se investigó el componente terrestre de Malpelo, logrando una lista de especies de aves, la descripción del cangrejo endémico *Gecarcinus malpilensis* (ahora dentro del género *Johngarthia*) y las de reptiles e invertebrados terrestres (Graham, J.B., 1975), nuevos para la ciencia.

Entre 1941 y 1970 no hubo avances significativos, y fue el 13 de marzo de ese año cuando la Armada Nacional comenzó a desarrollar las expediciones oceanográficas y los cruceros Estudio Regional del Fenómeno El Niño (Erfen) en aguas del litoral Pacífico, que tienen como propósito conocer y aportar información básica de las condiciones físico-químicas del Pacífico colombiano, y desde los cuales se han tomado datos de salinidad, velocidad del viento, oxígeno disuelto, temperatura de la columna de agua, pH, nitritos, fosfatos, entre otros.

El 28 de febrero de 1972 se llevó a cabo la primera expedición que exploró el ambiente marino, en la que un grupo de 17 científicos en representación del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales se embarcó en una expedición de seis días, para

investigar la biota marina y terrestre; gracias a la cual se comenzó a entender la importancia de la poca vegetación en la red trófica de la isla, se registraron las primeras especies marinas, como son 43 especies de crustáceos, seis especies de estrellas de mar y 70 especies de peces (Graham, J.B., 1975).

A partir de 1997-1998 se empezaron a realizar expediciones multidisciplinarias en el Santuario, a bordo de los buques oceanográficos ARC "Malpelo" y ARC "Providencia", de la Dirección General Marítima, un trabajo mancomunado entre Parques Nacionales Naturales y la Armada Nacional para esta área marina protegida. Los cupos y los tiempos en el área eran limitados. Entre las instituciones participantes se contó con el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), para



Labrisomus dendriticus, especie registrada por primera vez en el Santuario en 1972, durante la expedición del Instituto Smithsonian, previo a esta solo se conocía su existencia en las Islas Galápagos. Foto: Yves Lefèvre, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

complementar la línea base de la biodiversidad terrestre de la isla; el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (Invemar) y Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN) iniciaron los monitoreos coralinos del Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia (Simac); el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP) por su parte, realizó muestreos en algunas de las estaciones oceanográficas que apoyaban la información de los cruceros de investigación Erfen, y la Fundación Yubarta aportó en el campo de los mamíferos marinos.

Del mismo modo, en algunas de estas expediciones se contó con el apoyo del camarógrafo Fernando Riaño (Expediciones Submarinas de Audiovisuales) y el fotógrafo Diego Torres, quienes con sus imágenes dieron a conocer a los colombianos las riquezas marinas del país. Es importante resaltar que las primeras fotografías científicas en el área fueron realizadas por el fotógrafo Aldo Brando, cuyo trabajo fue compartido a través de los libros *Malpelo la roca viviente* (1990) y *Malpelo: isla oceánica de Colombia* (1992). Fue durante una de esas expediciones que se estableció la importancia de instalar el primer punto de amarre para que las embarcaciones no dañaran el fondo marino con sus anclas.

En 1999 se creó la Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos, de la cual directivos de la Armada Nacional, la CCO, Invemar, PNN y el sector privado hicieron parte como miembros fundadores y el ya ex Presidente Belisario Betancourt Cuartas fuera su Presidente Honorario. Con recursos gestionados por esta fundación y el apoyo internacional, se logró la continuación de las expediciones científicas multidisciplinarias. Utilizando como plataforma los barcos de buceo recreativo, se amplió la capacidad en términos de número de investigadores e instituciones, número de días *in situ* y se facilitaron varios aspectos logísticos (compresores de aire, tanques de buceo, botes, etc.). Desde entonces, el número de expediciones ha aumentado, realizándose como mínimo dos al año, en épocas climáticas distintas (durante aguas frías y aguas cálidas).

Dentro de las instituciones que se han beneficiado y han podido contribuir al conocimiento y conservación de este Santuario se encuentran: CCO, CIOH, IAvH, Ideam, Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas), Invemar y PNN; las fundaciones Malpelo, Yubarta y Proaves; la Asociación Calidris; las universidades del Valle, Javeriana, Nacional, de los Andes, de Antioquia; e instituciones internacionales como la Fundación Charles Darwin, Pelagios Kakunjá, MigraMar, entre otros. Las áreas del conocimiento que se han venido trabajando y ampliando a lo largo de estas expediciones abarcan sismología y alertas tempranas, condiciones atmosféricas, oceanografía, especies de fauna terrestre, como insectos, cangrejos, herpetofauna y aves; especies de fauna marina como esponjas, corales (duros y blandos) y otros invertebrados; así como peces (arrecifales, endémicos, pelágicos, de importancia comercial, telemetría satelital y acústica de tiburones y otros grupos pelágicos), y mamíferos marinos, además de flora marina representada por algas.

Igualmente, vale la pena mencionar que Malpelo fue incluida dentro de las áreas prioritarias para la realización de las expediciones Colombia Bio del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), en las cuales se pudieron abrir dos nuevas áreas de investigación que hasta la fecha no se habían estudiado: algas y esponjas. Gran parte de los resultados de estos trabajos y de los esfuerzos de las entidades nacionales y las privadas se encuentran plasmados en este libro.

El apoyo contundente a estas investigaciones también se debe a Conservación Internacional Colombia y al Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez (FPAA), que pusieron en marcha a partir de 2009 el Fondo Patrimonial para el Santuario. Este fondo de cinco millones de dólares se logró establecer con recursos provenientes de Global Conservation Fund de Conservación Internacional y del canje de deuda Colombia-Estados Unidos, en partes iguales. El manejo de este modelo de fondo patrimonial está en cabeza del FPAA. Parte de los rendimientos financieros es operada por la Fundación Malpelo y

Otros Ecosistemas Marinos, y son destinados para apoyar la implementación del Plan de Manejo del Santuario de Fauna y Flora Malpelo, y contar con recursos a largo plazo para cubrir los costos de coordinación, cooperación, control y vigilancia, y monitoreo ecológico, así como para la administración y mantenimiento del área. Vale la pena destacar que la primera área protegida del país en contar con un plan de manejo fue el SFF Malpelo en el año 2005.

Desde entonces, los diferentes programas se han robustecido y PNN se ha fortalecido logrando aumentar su personal y la apropiación financiera con recursos provenientes del Estado, los cuales se han focalizado especialmente en una de las amenazas más grandes que tiene el Santuario: la pesca ilegal.

Es evidente que el manejo de un área con las dimensiones del SFF Malpelo implica un gran esfuerzo en diferentes frentes, no solo para generar información científica sólida que sirva de base para un manejo adaptativo, sino para controlar actividades humanas permitidas en el área como el turismo, y prevenir acciones ilegales como la pesca y la introducción de especies invasoras, entre otras. Esto es un gran reto que requiere de una visión integral, estratégica, holística y un equipo profesional con capacidades adecuadas.

En el caso del SFF Malpelo, la alianza entre PNN y la Fundación Malpelo ha mostrado ser un esquema adecuado de alianza público-privada que se ha fortalecido con los años. La continuidad y el liderazgo de esta alianza para el manejo del área ha permitido que existan redes de trabajo como la de administradores de las AMP y la de investigadores en sistemas de seguimiento satelital de especies altamente migratorias MigraMar, que se crearon hace más de diez años y que aún siguen trabajando conjuntamente. En complemento, la Fundación Malpelo dio el primer paso para consolidar una alianza estratégica con la Armada Nacional, con el fin de controlar y vigilar el área marina protegida conjuntamente. Fue así como no solo se firmó un convenio entre varios sectores, sino que también se lograron canalizar recursos económicos y técnicos para la adecuación de dos barcos de control

y vigilancia, exclusivos para el Santuario. Igualmente, hay un constante apoyo de los operadores de turismo, nacionales e internacionales, con el fin de garantizar que la conservación en esta área se realice de manera efectiva.

Malpelo ha sido la punta de lanza en la lucha contra la pesca ilegal en Colombia. Durante el gobierno del ex Presidente Juan Manuel Santos Calderón, bajo la coordinación de la CCO y con el apoyo de diferentes instituciones tanto del Gobierno Nacional como de ONG, se elaboró el documento del proyecto de ley que lucha contra la pesca ilegal en todo el territorio colombiano. Este proyecto de ley aprobado en el Congreso de la República de Colombia consta de trece artículos y da herramientas para que varias instituciones del Estado luchan de manera eficaz contra la pesca ilegal marítima. Además, en este ejercicio se fortalecieron los diferentes protocolos institucionales a seguir ante un hecho ilícito. Igualmente, en 2011 se crearon las mesas binacionales Colombia-Costa Rica y Colombia-Ecuador, lideradas por las cancillerías, para cooperar de manera efectiva y conjunta contra este flagelo que atenta contra la sostenibilidad y la seguridad alimentaria.

El SFF Malpelo es quizás una de las AMP más importantes de Colombia y el mundo, en la que se restringe la actividad pesquera con el fin de conservar las poblaciones de especies de relevancia comercial, y en la que se hace un manejo efectivo desde hace más de una década.

Según algunos estudios a escala global, los beneficios de áreas como el SFF Malpelo para la conservación de la biodiversidad aumentan, de manera directa, dependiendo de la limitación de actividades extractivas, la efectividad del control y vigilancia, si su tamaño es mayor a 100 km², si está rodeada por aguas profundas y, finalmente, si es un área joven o que ya se encuentra consolidada. Este santuario es un claro ejemplo de un AMP en su fase de consolidación, con un modelo propio de manejo y gestión para la conservación ambiental. En el caso de Malpelo, las alianzas público-privadas han mostrado



Desde 1999, el número de expediciones ha aumentado, realizándose como mínimo dos al año, en épocas climáticas distintas (durante aguas frías y aguas cálidas) Foto: Romain Trouble, Drone Tara-Pacific.

ser efectivas para garantizar un adecuado manejo a mediano y largo plazo, permitiendo la conservación de este importante capital natural. El SFF Malpelo ha sido comparado con otras AMP importantes a nivel global, y el país está aportando a la conservación marina gracias al manejo eficiente de un lugar tan especial como este.

El 11 de agosto de 2016 el país hizo tangible la relevancia de Malpelo y el reconocimiento al esfuerzo realizado en este lugar. Es así como ese día se llevó a cabo el lanzamiento de la estampilla del Santuario de Fauna y Flora Malpelo en conmemoración de los 30 años del Puesto Naval Destacado de Malpelo, para rendir homenaje a los más de 2.500 hombres y mujeres que han ejercido soberanía en la isla desde la construcción del Puesto Destacado. Ese mismo día se llevó a cabo la celebración de las 31 expediciones científicas realizadas hasta tal fecha en el área protegida.

Este importante evento se realizó en Buenaventura y contó con la participación de Luis Gilberto Murillo, ex Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Gabriel Jurado, ex Director

de Proyectos Especiales de la Vicepresidencia de la República; el Almirante Leonardo Santamaría Gaitán Q.P.D., ex comandante de la Armada Nacional; el Contralmirante Juan Manuel Soltau, ex Secretario Ejecutivo de la Comisión Colombiana del Océano; Sandra Bessudo, Directora de la Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos, así como representantes de diferentes instituciones del orden gubernamental y privado.

En este evento, el ex Ministro Luis Gilberto Murillo, manifestó que:

"Malpelo nos brinda uno de los mayores aportes a la biodiversidad marina que debemos atender y proteger ante los efectos del cambio climático. Además sustenta la base natural de lo que poseemos como nación. Ecosistemas naturales como Malpelo están cumpliendo una función muy importante y podemos conservarlos con un esfuerzo aun menor del que hacemos en otras zonas; pero deben estar como prioridades en la política pública y en el país".⁵

⁵ NAVEGAR ES PRECISO. N.p., 2016. Web. 25 de agosto de 2016. <http://www.navegar-es-preciso.com/news/isla-de-malpelo-colombia/>

Por su lado, Gabriel Jurado indicó:

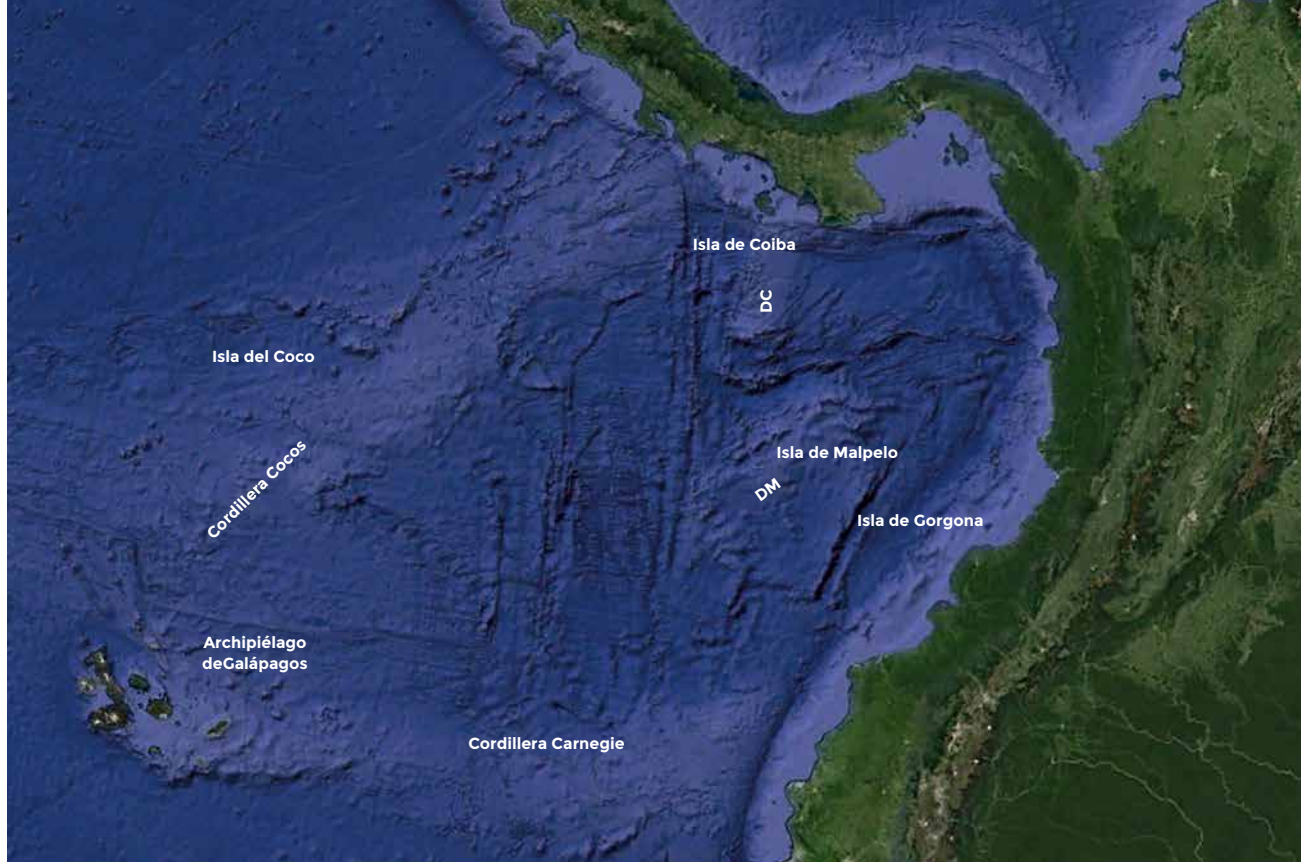
“Estamos planteando desde lo ambiental que necesitamos una nueva visión de país que pueda basar su desarrollo en sus activos naturales. Este, el de Malpelo, es un activo de primer orden (...). Construimos paz a través de nuestros ecosistemas. Esta región ha estado

en el centro del conflicto y ver cómo se ha recuperado es un acierto y ejemplo para el país.” (El País.com, 2016)

Ese día también se reconoció el trabajo que han realizado diferentes instituciones en beneficio de lo que representa el Santuario de Fauna y Flora Malpelo para Colombia.



Piezas postales y estampillas cuyo diseño destaca una vista submarina de Malpelo que muestra los tiburones martillo (*Sphyrna lewini*) como la especie emblemática del SFF Malpelo, y al tiburón *Odontaspis ferox* como especie de las profundidades. También reúne a las aves del género *Sula*, que representan la población de anidación más grande del mundo para esta especie. Foto: archivo Comisión Colombiana del Océano.



Ubicación de las islas áreas núcleo del Corredor Marino del Pacífico Este Tropical: Isla del Coco sobre la cordillera del Coco, la Isla Coiba sobre la dorsal Coiba (DC), la Isla Malpelo sobre la dorsal de Malpelo (DM), la Isla Gorgona sobre la plataforma continental colombiana y el archipiélago de Galápagos como zona de origen común para las dos cordilleras (Carnegie y Cocos). Imagen tomada y modificada de Google Earth (2018).

Las iniciativas regionales que protegen Malpelo

El Corredor Marino del Pacífico Este Tropical (CMAR)

En 1997 los gobiernos de Costa Rica y Ecuador propusieron la creación de la iniciativa Cocos-Galápagos con base en criterios de expertos sobre la necesidad de agrupar varias AMP de origen común, para garantizar a largo plazo la conservación de la biodiversidad marina y la conectividad de los ecosistemas protegidos presentes en ellas y en otras zonas del Pacífico Este Tropical.

Uno de los espacios internacionales que sirvieron para desarrollar propuestas en torno a la conservación de la biodiversidad marina en el Pacífico Este Tropical fue la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, realizada en 2002 en Johannesburgo, Sudáfrica, bajo los compromisos de conservación de la biodiversidad marina y el manejo adecuado de los recursos pesqueros. También sirvió como antecedente la realización de una reunión de expertos de la Unesco ese mismo año, sobre el manejo transfronterizo de los sitios patrimonio de la humanidad y la conectividad entre ellos, en la cual expertos de América Latina y el Caribe recomendaron conformar un área especial de manejo de la biodiversidad, en la zona marina que comprende la Isla del Coco, Islas Galápagos e Isla Malpelo.



El tiburón ballena, *Rhincodon typus*, es una de las especies migratorias que se encuentra en las áreas protegidas del Corredor Marino del Pacífico Este Tropical. Foto: Santiago Estrada.

Posteriormente, la propuesta fue ampliada al considerar la inclusión de las islas continentales de Gorgona y Coiba como parte de la iniciativa original, producto de un interés estratégico político de involucrar tanto a Panamá como a los otros países identificados previamente en la gestión ambiental a nivel regional.

Es así como en 2004, a través de la Declaración de San José, se establece el Corredor Marino del Pacífico Este Tropical (CMAR), una iniciativa regional y transfronteriza de los gobiernos de Costa Rica, Panamá, Colombia y Ecuador para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad marina, teniendo como referencia la zona comprendida entre cinco islas del Pacífico de los cuatro países, y sus áreas marinas protegidas: Parque Nacional Isla del Coco (Costa Rica), Parque Nacional Isla Coiba (Panamá), Santuario de Fauna y Flora Malpelo y Parque Nacional Natural Gorgona (Colombia), y el Parque Nacional Galápagos (Ecuador).

Las áreas protegidas del CMAR son islas de origen volcánico, con biogeografía y geología similares, influenciadas por las mismas corrientes marinas que determinan los patrones de migración, dispersión y asentamiento de sus especies marinas comunes, con intercambio genético entre ellas. Al igual que el Santuario de Fauna y Flora Malpelo, la mayoría de estas áreas protegidas han sido declaradas Patrimonio Mundial de la Unesco por su gran biodiversidad y alto nivel de endemismo, que a su vez las convierte en laboratorios naturales para la investigación científica y en destinos turísticos de gran interés para el buceo recreativo.

En resumen, la Declaración de San José reconoce la alta biodiversidad marina de la zona que comprende el corredor, expresa interés en la protección y el mantenimiento de procesos ecológicos esenciales, destaca el valor estratégico, económico y social de la zona para las comunidades costeras del Pacífico de los cuatro países, pretende consolidar relaciones

de cooperación mutua y solidaria entre gobiernos, el diálogo permanente y la gestión conjunta, y establecer alianzas estratégicas entre gobiernos, organismos internacionales, ONG y agencias multilaterales.

Desde su creación el CMAR ha logrado consolidar una estructura para su funcionamiento, que incluye un nivel político y uno técnico. El político está conformado por los ministros de ambiente de los cuatro países, y el técnico por el Comité Técnico Regional y las comisiones nacionales de cada país.

En el caso de Colombia, el Comité Técnico Nacional del CMAR está conformado bajo la estructura organizacional y legal de la CCO, según Acuerdo 01 de 2012 y la Resolución 030 de 2014, teniendo en cuenta la función de la Comisión de servir de coordinador interinstitucional en los asuntos de los mares del país y el desarrollo de la Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros. Es así como este comité está integrado por diferentes organizaciones e instituciones del Gobierno Nacional que representan a diversos sectores: relaciones exteriores, ambiental, defensa, agricultura, turismo, ciencia y tecnología, así

como institutos de investigación, fundaciones y ONG (Resolución 030 de 2014).

La iniciativa gubernamental CMAR ha facilitado la generación de conocimiento y el fortalecimiento técnico y operativo de sus áreas núcleo, entre ellas el Santuario de Fauna y Flora Malpelo. A través de la ejecución de proyectos de cooperación y el desarrollo de los planes de trabajo de los grupos técnicos nacionales y regionales del CMAR, ha sido posible realizar intercambios de información y capacitaciones que han reunido a profesionales y técnicos de las cinco áreas núcleo, para conocer experiencias sobre las estrategias y procesos de manejo de las mismas, lo que ha permitido contar con herramientas para mejorar. Los temas centrales propuestos por las áreas según sus necesidades de formación han sido, entre otros, los indicadores de monitoreo de impactos, las buenas prácticas del turismo, el manejo pesquero en las zonas de influencia, control y vigilancia, el monitoreo de especies invasoras y la planificación espacial marina de las áreas protegidas.

Iniciativa del Paisaje Marino del Pacífico Este Tropical



Campaña de comunicación en Buenaventura “Érase una vez Malpelo”. Foto: Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

En Colombia, Conservación Internacional, una organización no gubernamental con programas en más de 23 países de las zonas tropicales del mundo, desarrolló el programa del Paisaje Marino para el fortalecimiento de las áreas marinas protegidas de la región Pacífica; así como también aunar esfuerzos para la creación de nuevas figuras de conservación y para la generación de estrategias complementarias

de manejo y reducción del impacto negativo de comunidades humanas en los ecosistemas estratégicos y las especies emblemáticas priorizadas.

En el Pacífico Este se implementó el Paisaje Marino del Pacífico Este Tropical (ETPS, por sus siglas en inglés), siguiendo este modelo de gestión desarrollado por Conservación Internacional y sus socios, y desde 2005 Colombia enfocó sus esfuerzos en consolidar áreas protegidas como Gorgona, Utría, Uramba Bahía Málaga y Malpelo, que se convirtió en el modelo para mostrar que el trabajo continuo, coordinado entre diferentes actores, efectivo y estratégico sí es posible y puede dar frutos a largo plazo.

El ETPS no solo apoyó la declaración del SFF Malpelo como Patrimonio Mundial de la Humanidad por la Unesco, sino que también lo promovió para ser incluido en la lista de Zonas Especialmente Sensibles por la Organización Marítima Internacional (OMI), además de ser un santuario para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede evidenciar cómo un área única como Malpelo puede ser fortalecida jurídicamente en los ámbitos nacional e internacional.

***“Cuando nacieron los primeros padres del mundo,
ellos empezaron a secar la tierra.
Empujaron el mar más allá e hicieron zanjas para
secar el piso y caños para navegar por el agua.
La madre bebió la mitad del mar. Montañas se
formaron de la tierra y el agua se retiró.
Cuando los padres del mundo hicieron la casa
en el cielo, se reunieron y bailaron y cantaron
y decidieron hacer la tierra. Pero primero estaba el mar.
Y el mar era la madre. La madre era pensamiento”.***

Mitología Kogui

Referencias bibliográficas

De Castro, T. (1956). A Teoria da Defrontação. Revista do Clube Militar. (abril/junho).

El País. (12 de agosto de 2016). ElPaís.com.co. Obtenido de <http://www.elpais.com.co/colombia/proteger-el-santuario-de-fauna-y-flora-de-malpelo-es-una-prioridad-minambiente.html>

Graham J.B. (1975). The biological investigation of Malpelo Island, Colombia. Smithsonian Contributions to Zoology 176: 1-8.

Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2015. Plan de Manejo del Santuario de Fauna y Flora Malpelo 2015-2020. Cali, 163p. Recuperado de http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/Plan-de-Manejo-SFF-Malpelo_Adoptado_octubre-9_2015.pdf



ASPECTOS GEOLÓGICOS

Diana Carolina Niño Pinzón
Christian Bermúdez-Rivas

Centro de Investigaciones Oceanográficas e
Hidrográficas del Pacífico, Dirección General Marítima

LITORAL ROCOSO

Edgardo Londoño-Cruz ⁽²⁾
Jaime Ricardo Cantera Kintz ⁽¹⁾
Daniel E. Valencia-Giraldo ⁽²⁾
Juan Felipe Lázarus Agudelo ^(1,2)

Departamento de Biología, Facultad de Ciencias
Naturales y Exactas, Universidad del Valle

ASPECTOS METEOROLÓGICOS

Suboficial Jefe **Leswis Cabeza Durango**
Laura Marcela Vásquez Lopéz
Claudia Patricia Urbano Latorre

Centro de Investigaciones Oceanográficas e
Hidrográficas del Pacífico, Dirección General Marítima

ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS

Capitán de Corbeta **César Humberto Grisales López**
Suboficial Segundo **José David Iriarte Sánchez**
Ana Lucía Caicedo Laurido

Centro de Investigaciones Oceanográficas e
Hidrográficas del Pacífico, Dirección General Marítima

ECOSISTEMA PELAGICO: DINAMICA DE SU PRODUCTIVIDAD

Alan Giraldo López

Departamento de Biología, Facultad de Ciencias
Naturales y Exactas, Universidad del Valle
Grupo de Investigación en Ciencias Oceanográficas

FOTO PORTADILLA CAPÍTULO II

Vista de Isla Malpelo. Foto: Archivo Comisión
Colombiana del Océano

CITACIÓN

Niño, D.C., Bermúdez-Rivas, C., Londoño-Cruz, E.,
Cantera, J.R., Valencia-Giraldo, D.E., Lázarus, J.F.,
Cabeza, L., Vásquez, L.M., Urbano, C.P., Grisales, C.H.,
Iriarte, J.D., Caicedo, A.L. y Giraldo, A. (2019). Capítulo
II. Descripción física del Santuario de Fauna y Flora
Malpelo. En CCO-Dimar. *Malpelo es Colombia
maravilla estratégica*, pp. 48-77. Bogotá, D.C.:
Editorial CCO.

(1) Grupo de Investigación en Ecología de
Estuarios y Manglares, Ecomanglares

(2) Grupo de Investigación en Ecosistemas Rocosos
Intermareales y Submareales Someros, Lithos

A photograph of a rocky coastline with a large rock formation in the center, overlaid with white text. The text is centered and reads:

CAPÍTULO II.
Descripción física del
Santuario de Fauna
y Flora Malpelo

Aspectos geológicos

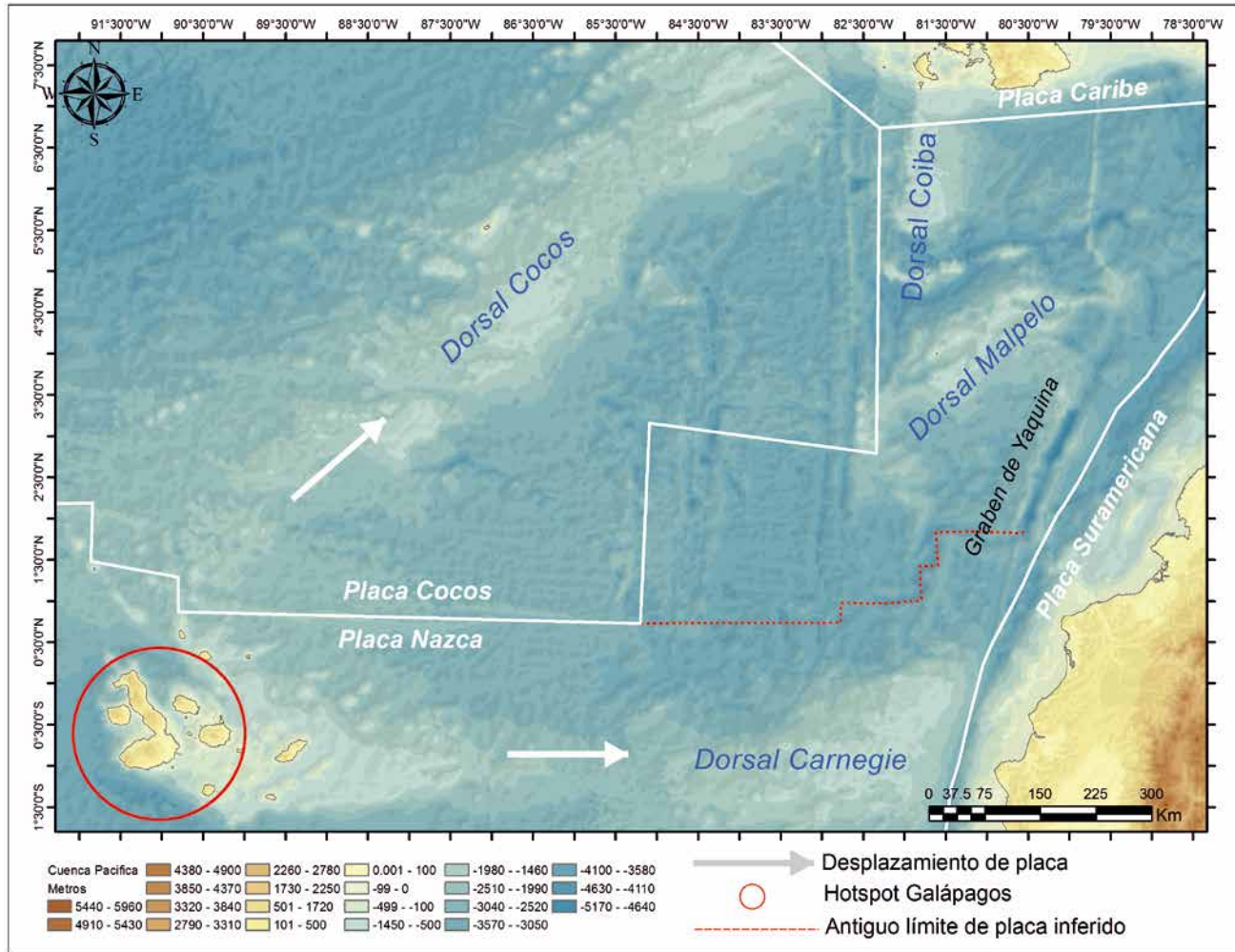
Geología

Las dorsales oceánicas son cadenas montañosas submarinas que emergen desde las llanuras oceánicas aproximadamente a 3 km de profundidad y se originan en sitios de alta actividad sísmica y volcánica que se conocen como puntos calientes. Estas dorsales por lo general presentan algunas elevaciones que sobrepasan la superficie del océano y es lo que se conoce como islas oceánicas, producto muchas veces de la actividad de un solo volcán que puede estar activo o haberse extinto hace millones de años.

La formación de las dorsales Malpelo, Cocos y Carnegie inició hace alrededor de 20 millones de años (Mioceno inferior), cuando los volcanes de Galápagos fueron generados por un punto caliente formado después de la ruptura y división de la placa Farallón en las placas de Nazca y de Cocos (Pararas-Carayannis, 2012). La dorsal Malpelo está ubicada en la cuenca de Panamá, una región tectónicamente compleja debido a que allí hay convergencia de las placas de Nazca y Suramericana, un centro de expansión del fondo marino activo, zonas de fracturas regionales, un graben (Yaquina) y cuatro dorsales asísmicas, entre otros (Lonsdale, P. & Klitgord K. D. 1978). Reconstrucciones tectónicas recientes de la cuenca de Panamá identifican a la dorsal de Malpelo, como la parte más antigua de un rastro volcánico dejado por el paso de la placa de Cocos sobre el punto caliente Galápagos, ubicado cerca del centro de expansión Nazca-Cocos (Hey, R. 1977; Lonsdale, P. & Klitgord K. D. 1978; Lonsdale, P. & Fornari, D. 1980).

La ubicación actual de la dorsal Malpelo se debe a que la sección noreste de la cuenca de Panamá fue transferida de la placa de Cocos a la placa de Nazca, debido a saltos en los límites de placa, asociados a antiguas zonas de expansión de la corteza oceánica en la cuenca de Panamá (línea roja punteada de la siguiente figura) (Meschede, M. *et al.*, 2000). Posteriormente, el volcanismo se volvió más efusivo formando la dorsal Cocos, siendo esta más joven que la dorsal Malpelo. El fenómeno que generó las dorsales Malpelo y Cocos en dirección noreste sobre la placa de Cocos es el mismo que generó la dorsal Carnegie en dirección este sobre la placa de Nazca. La dorsal Malpelo es contemporánea y fue contigua a la sección este de la dorsal Carnegie, la cual sigue en erupción de forma activa en su sección oeste, en el extremo sur de las Islas Galápagos (Lonsdale, P. & Fornari, D. 1980).

Las erupciones volcánicas que dieron lugar a la dorsal de Malpelo son de composición esencialmente basáltica, resultado de la fusión parcial del manto superior en el punto caliente de Galápagos. Estos basaltos son principalmente toleíticos (Hidalgo, S. & Samaniego, P. 2009), tienen altos contenidos de hierro y titanio, típico de magmas afectados por el punto caliente de Galápagos (Vogt, P. R. & De Boer, J. 1976) y se caracterizan por tener un color oscuro. Posteriormente a la formación del cono volcánico basáltico se expulsaron lavas a través de las fracturas del mismo, dando origen a la formación de otro tipo de roca de composición intermedia (riodacita).

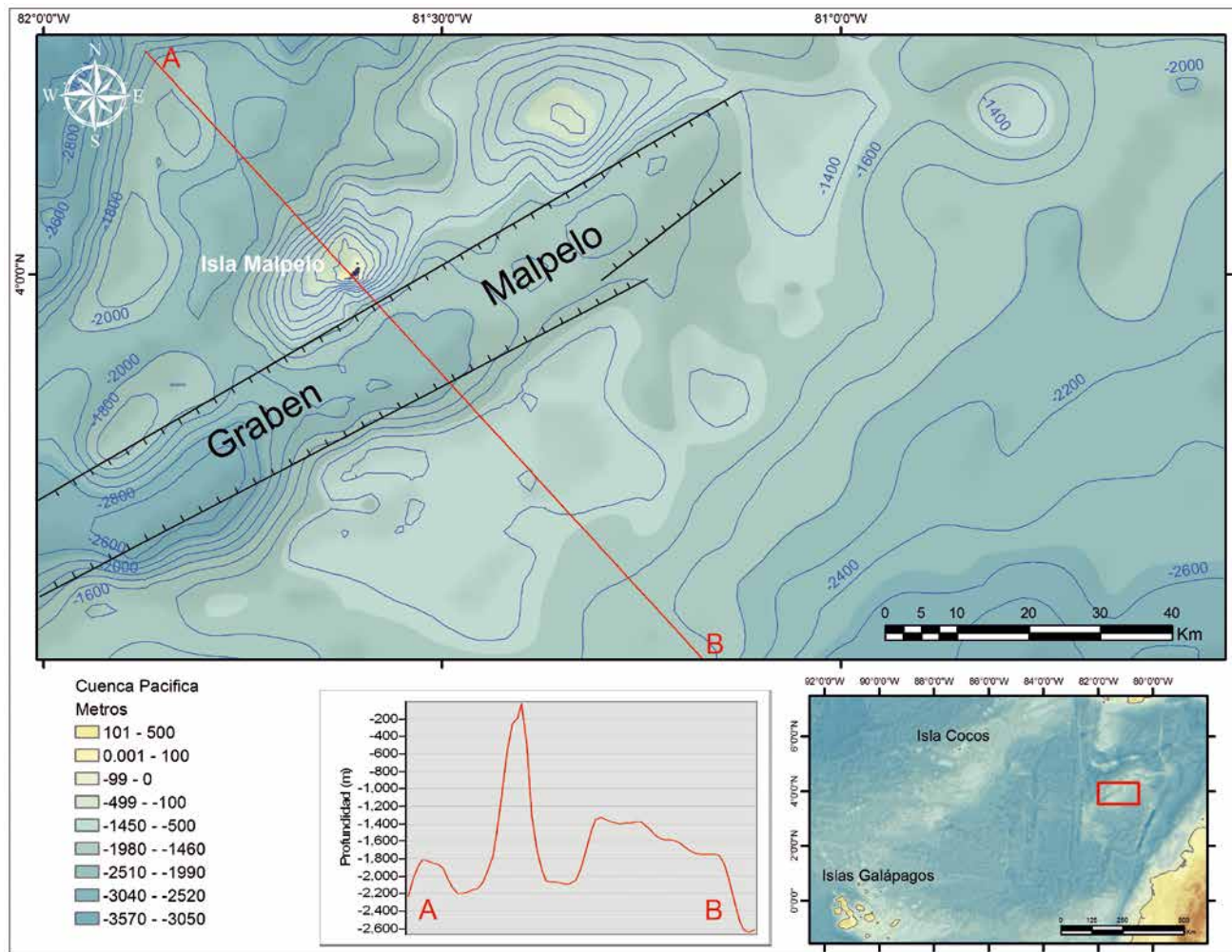


Cuenca de Panamá. Mapa: Dirección General Marítima (Dimar), Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP). Área de Manejo Integrado Zona Costera.

La dorsal de Malpelo emerge desde los 4 km de profundidad aproximadamente, siendo la isla oceánica de Malpelo su punto más alto; la mayor parte del área que ocupa 15.000 km² está sumergida y su punto más alto alcanza un poco menos de 1 km² de superficie (Vogt, P. R. & De Boer, J. 1980), y se encuentra en las coordenadas 04° 0' 15"N y 81° 36' 30"W, aproximadamente a 500 km (269,98 millas náuticas) al oeste de la costa de Buenaventura en el Pacífico colombiano.

Estructuralmente, la dorsal de Malpelo es un domo alargado en dirección noreste con un flanco sureste, a 120 m de profundidad, que se une gradualmente con el fondo marino circundante y un flanco noroeste más

abrupto. Está dividida en dos partes por un graben en dirección suroeste-noreste, que divide una amplia meseta formada durante el Pleistoceno al sureste y una cresta empinada al noroeste. La Isla Malpelo está a 1 km de la pared vertical noroeste del graben y separada de la misma por una plataforma de 100 a 150 m de profundidad. El graben central tiene 18 km de ancho, las paredes casi verticales que definen las fallas normales tienen hasta 3 km de profundidad y el centro del graben tiene una capa de sedimentos de aproximadamente 1 km de espesor, los cuales pueden incluir escombros de denudación subaérea de un ancestro más grande de Malpelo (Lonsdale, P. & Fornari, D. 1980).



El perfil A-B muestra la topografía bajo el nivel del mar de una sección de la dorsal de Malpelo que atraviesa la Isla Malpelo. Mapa: Dirección General Marítima (Dimar), Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP). Área de Manejo Integrado Zona Costera.

Geomorfología

Malpelo es una isla rocosa, de topografía irregular y rugosa (Graham, J.B. 1975; Townsend, C. H., 1895), con escasos suelos y cobertura vegetal, no posee nacimientos de agua, ni fuentes de agua permanentes. Sin embargo, el ecosistema terrestre alberga una flora y fauna muy particular, como se explicará en los capítulos IV y V.

La isla tiene una morfología alargada en dirección noreste, mide aproximadamente 1.643 m de largo, 727 m de ancho y tiene una altura máxima en el cerro de La Mona con 376 msnm (López-Victoria M. & Rozo D., 2006); presenta una línea de costa abrupta, con acantilados de hasta 100 m de altura, que son muy fracturados y localmente brechados, con profundidades aledañas superiores a los 20 m que no permiten la formación de playas o zonas someras. La parte más protegida de la isla está localizada al occidente y es un brazo largo que forma una pequeña bahía en el sector de La Nevera, la cual es estrecha y da la apariencia de ser un fiordo (Dimar-CCCP y Uaesppn 2007).



En la foto se evidencia la poca cobertura vegetal de la isla, que tiene un relieve muy escarpado y suelos irregulares con piedras sueltas de distintos tamaños. Foto: archivo Comisión Colombiana del Océano.



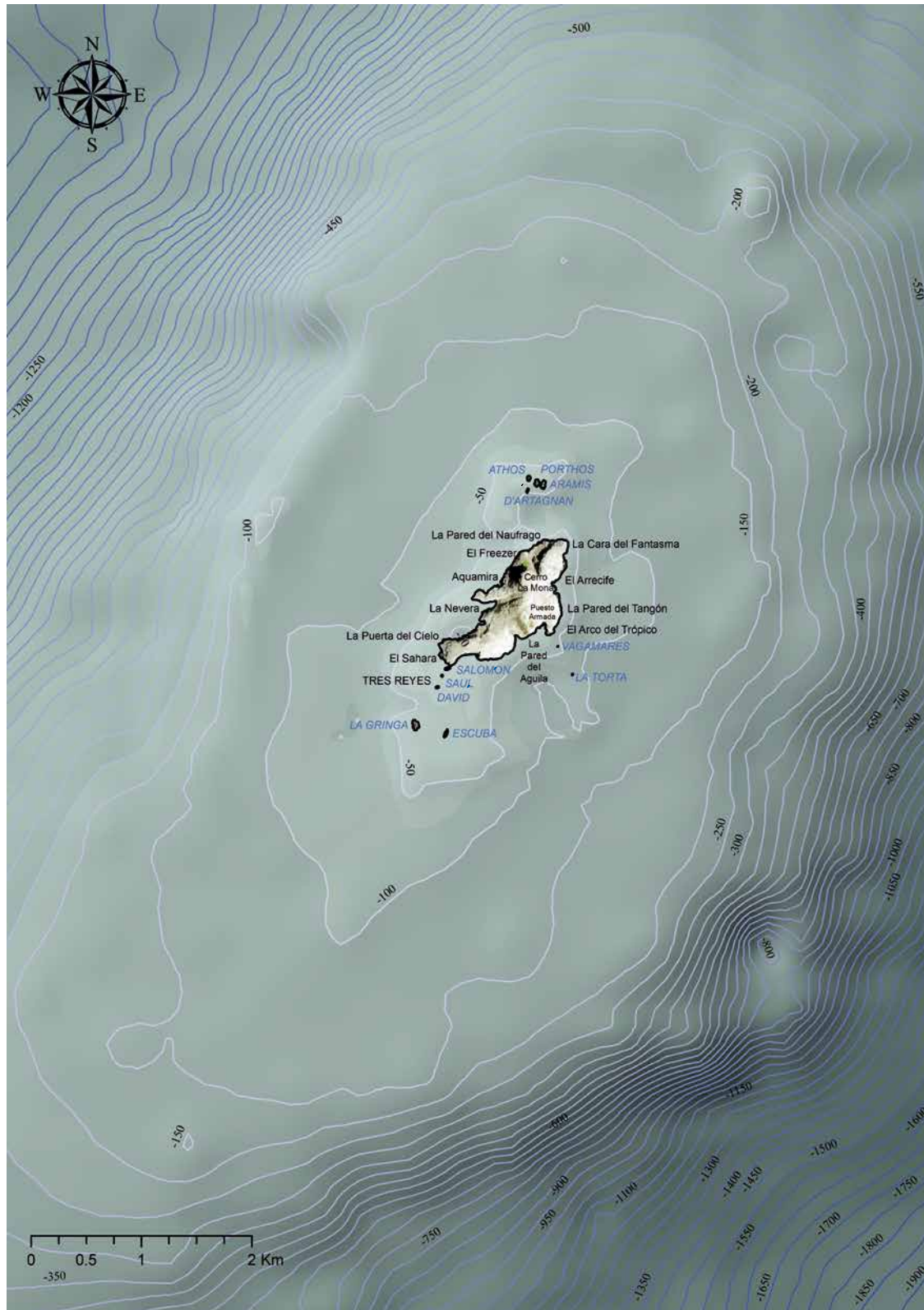
Los efectos de la erosión marina. Las fuertes olas generan cavernas que con el tiempo van formando túneles y arcos. En la foto inferior se observa el túnel del islote Vagamares. Fotos: archivo Comisión Colombiana del Océano.



Panorámica del costado oriental de Malpelo en la que se observan los islotes del norte, conocidos como Los Reyes Magos (a la derecha) y algunos de los islotes del sur Los Mosqueteros (a la izquierda). Son prominentes dos cerros principales ubicados hacia la parte central de la isla. Foto: Mateo López-Víctoria.

Hacia la base de los acantilados de la isla se presentan rasgos geomorfológicos producto de la erosión marina, como plataformas de abrasión de bloques de roca de hasta 5 m de diámetro y cavernas que posteriormente se agrandan y profundizan acelerando el proceso erosivo y generan el desprendimiento de taludes. Además, se presentan otros tipos de erosión, causados por la meteorización debido a la infiltración de aguas y escorrentía, procesos

de contracción/dilatación por cambios de temperatura entre el día y la noche, el efecto gravitacional sobre bloques sueltos, disolución de componentes en las áreas muy porosas, organismos que se adhieren a las rocas y acidificación de las aguas superficiales por el excremento de las aves. Estos procesos han logrado disminuir el tamaño de la Isla Malpelo de 8 a 10 veces su tamaño inicial (Stead, J. A., 1975).



Morfología y toponimia de la Isla Malpelo, once islotes y ocho bajos con profundidades entre 20 y 100 m, donde se realizan actividades de buceo. Mapa: Dirección General Marítima (Dimar), Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP). Área de Manejo Integrado Zona Costera.

Litoral rocoso

La interacción tierra-océano no solo influye en la transformación física del entorno, sino en su composición biológica. Es así como en esta transición existen unos ecosistemas caracterizados por sustratos duros de diverso origen, consistencia, inclinación y grado de compactación y heterogeneidad: los litorales rocosos. Se calcula que aproximadamente el 30 % de las líneas costeras del mundo están constituidas por estos (Lindberg, D.R., 2007; Osorno, A. 2014). Las rocas que conforman estos litorales o ecosistemas rocosos pueden ir desde roca totalmente compacta hasta piedras sueltas de diferentes tamaños (bloques, cantos rodados, guijarros, etc.) que pueden o no ser movidas por las olas. La inclinación puede ir desde totalmente vertical (acantilados) hasta “playas” de pendiente suave. El origen de estos litorales también es muy variable, pueden ser litogénicos (igneo, metamórfico o sedimentario) o biogénicos (antiguos arrecifes coralinos emergidos). Los grados de exposición al oleaje también pueden ser altamente variables, yendo desde muy protegidos hasta completamente expuestos.



El litoral rocoso es permanentemente perturbado por factores como el oleaje y las corrientes que ocasionan impactos a los que se deben adaptar los organismos que viven allí. Foto: Edgardo Londoño-Cruz.

Esta alta variabilidad permite que este ecosistema ofrezca gran cantidad de hábitats, como por ejemplo pozos intermareales, bloques rocosos, cavernas, grietas, repisas y acumulaciones en capas de rocas de tamaño variable (cantos y gravas) con diversas condiciones ambientales (microclimas) que permiten la coexistencia de una alta biodiversidad. Debido a esta gran heterogeneidad de microhábitats, se presenta una amplia gama en estilos de vida, lo que posibilita el aprovechamiento de los diferentes recursos. Es fácil observar organismos con estilos de vida sésil, pivotante, sedentario, vágil y nadador, así como animales que viven completamente expuestos, aunque la gran mayoría se encuentran en grietas, debajo de rocas o enterrados en galerías que ellos mismos construyen o que han sido abandonadas por otros organismos. Adicionalmente, parte de los organismos que habitan en estas rocas pueden, a su vez, constituirse en hábitats para otras especies. Normalmente aquellos que utilizan galerías o grietas carecen de una concha protectora externa, mientras que los que están expuestos, presentan conchas quitinosas o calcáreas que les permiten conservar la humedad y protegerse de las altas temperaturas, del fuerte oleaje y de los cambios abruptos en las condiciones físico-químicas.

La amplia gama de características físicas, químicas y biológicas, y los procesos de bioconstrucción y biodestrucción que allí se presentan, así como el efecto de ecotono entre comunidades terrestres y marinas, ubican a estos ecosistemas entre los ambientes más dinámicos y diversos sobre la tierra, después de los arrecifes coralinos y en algunos casos pueden rivalizar e incluso superar su biodiversidad (Dominici-Arosemena, A. y Wolff, M., 2005; Benfield *et al.*, 2008). En cuanto a la fauna que habita este ecosistema considerado como "extremo", se pueden encontrar miembros de casi todos los grupos, aunque los mayores representantes son invertebrados que presentan adaptaciones (comportamentales y fisiológicas) y formas corporales que les permiten aprovechar los diversos recursos que ofrecen estos ecosistemas.

En términos ecológicos, los litorales rocosos son muy importantes por varias razones: son áreas de alta biodiversidad y pueden servir como

zonas de reproducción, desove y desarrollo de los primeros estadios de vida de varias especies de invertebrados y peces marinos, muchos de ellos de importancia comercial. Además, pueden ser zonas con alta productividad que pueden llegar a 10 g de carbono $m^{-2} \text{ día}^{-1}$ o a cerca de 4.000 g de carbono $m^{-2} \text{ año}^{-1}$ (Márquez, G. 1990; 1996). De igual manera, estas interfaces costeras pueden funcionar como una barrera física contra el embate de olas y las fluctuaciones de las mareas.

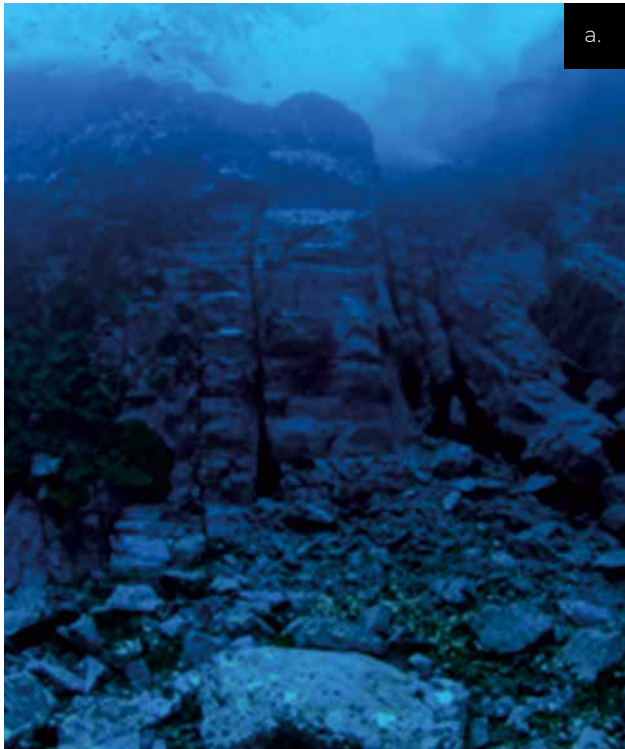


El ecosistema rocoso submareal es hogar para muchos organismos, que van desde móviles (e.g., peces, calamares, cangrejos) hasta sésiles (e.g., algas, esponjas, ostras, corales). Foto: Edgardo Londoño-Cruz.

El litoral de Malpelo se caracteriza por tener paredes rocosas con pendientes muy pronunciadas con caídas abruptas, el borde de la isla está rodeado por una gran cantidad de cavernas y grietas submarinas con abundante y diversa fauna (Capítulo III). En algunos lugares, la pendiente de la pared se suaviza y es posible encontrar grandes rocas apiladas a menores profundidades (Brando *et al.*, 1992; Birkeland *et al.*, 1975).



Grandes bloques de rocas y pendientes empinadas son característicos en Malpelo. Foto: Daniel E. Valencia-Giraldo.



a.



b.

El litoral rocoso de Malpelo está conformado por paredes, caídas abruptas, cantos rodados, abundantes cavernas y grietas submarinas. Podemos observar la influencia del fuerte oleaje contra la roca. Fotos: Santiago Estrada (a. - c.); Christian Michael Díaz (b.).

El litoral rocoso puede ser dividido en tres zonas: la que siempre está emergida (supralitoral), una que depende de las mareas (intermareal) y la que siempre está sumergida (submareal). En adición, la zona intermareal ha servido como el modelo universal de zonación biológica (Stephenson, T. y Stephenson, A., 1949; Lewis, J. R., 1964; Pérès, J. M. & Picard, J., 1964). Factores físicos como la inclinación y la naturaleza del sustrato; medioambientales como los movimientos verticales del mar, la acción de las olas, la temperatura, la salinidad y la dirección e intensidad del viento; y biológicos como las asociaciones vegetales, la competencia por espacio y la depredación, participan en la generación de este patrón, del cual hay varios modelos pero uno de los más comunes es el que divide esta zona (intermareal) en tres bandas: supralitoral, mesolitoral e infralitoral.



Los diferentes islotes rocosos de Malpelo hacen parte de este oasis oceánico, en donde florece continuamente la vida marina. Foto: Edgardo Londoño-Cruz.

El supralitoral, que corresponde a una transición entre la tierra y el mar, es una zona humedecida solamente por la salpicadura generada por el choque de las olas contra la roca durante la marea alta y el agua de lluvia. Las comunidades que la ocupan están conformadas por organismos con adaptaciones que les permiten soportar largos periodos de emersión y desecación, como caracoles, cangrejos e isópodos de la familia Ligiidae (Capítulo III).



El espacio descubierto cuando baja la marea deja entrever la continua competencia por la sobrevivencia en este ecosistema, manifestada en claros patrones de zonación que se aprecian como bandas de distintos colores.
Foto: Edgardo Londoño-Cruz.

En la parte media y debajo del límite inferior del supralitoral se encuentra la zona mesolitoral o intermareal, que se caracteriza por presentar periodos de emersión y sumersión de acuerdo con los regímenes mareales. Dependiendo de la amplitud de las mareas y de la inclinación del sustrato se pueden distinguir dos o tres subzonas con flora y fauna específicas. Los organismos que habitan el mesolitoral se distinguen por tener adaptaciones fisiológicas que previenen la elevada pérdida de agua debido al incremento en la temperatura y la desecación ocasionada por la exposición aérea durante la marea baja. Un factor de estrés adicional son los marcados cambios de salinidad que se pueden presentar, ya sea por evaporación (aumento de la salinidad) o precipitaciones (disminución). Adicionalmente, deben contar con un muy buen agarre a la pared casi vertical, lo que les permite adherirse a un medio que es normalmente agitado.

En el caso de la zona mesolitoral, los organismos móviles no son tan conspicuos como los de la zona



El ecosistema rocoso submareal de Malpelo es hogar de animales que se camuflan de manera perfecta con el entorno, como este pez escorpión (*Scorpaena mystes*). Foto: Juan Felipe Lázarus.

supralitoral. Sin embargo, la parte superior de esta zona es de un característico color oscuro debido a la presencia de líquenes, mientras que la inferior es de una tonalidad rojiza por las algas pardas y rojas (García *et al.*, 2012). En toda la zona se pueden observar parches blanquecinos que indican la presencia de balanos (familias Tetraclitidae y Chthamalidae), como también ostras (familia Ostreidae) y mejillones (familia Mytilidae) (Capítulo III).

La tercera zona, cuyo límite superior es el mesolitoral, corresponde a la infralitoral o submareal y se caracteriza por estar continuamente cubierta de agua, que junto con la parte baja del mesolitoral, es la más biodiversa de las tres. Los organismos propios de estas zonas son esponjas, briozoos, octocorales, diversas especies de crustáceos, moluscos equinodermos y peces. Entre 6 y 25 m de profundidad, el sustrato rocoso está cubierto por algas coralinas incrustantes, hexacorales ahermatípicos y hermatípicos y octocorales, que forman verdaderos “minibosques” a diferentes profundidades; a partir de 27 m, aparecen las algas filamentosas, esponjas incrustantes pequeñas, algunas especies de ostras y el hidrocoral *Errinopora pourtalesii*.

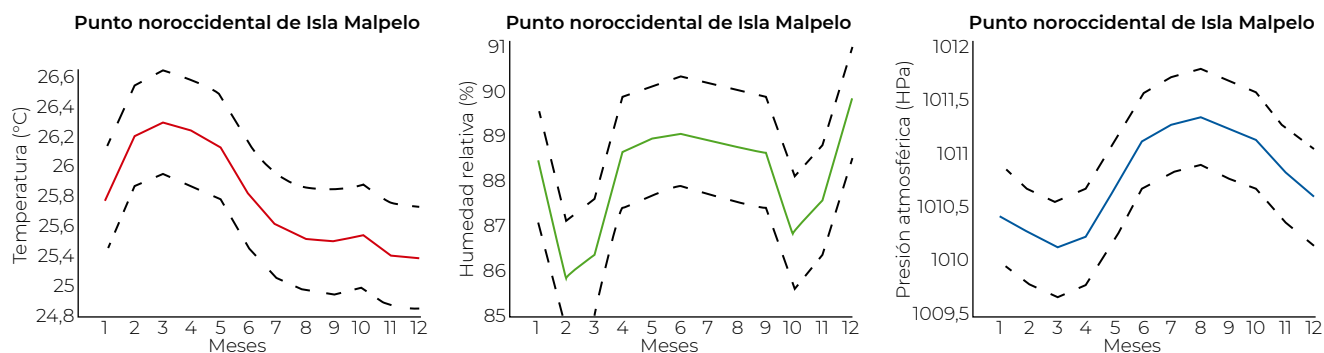
Estudios recientes, tanto en la isla (Valencia, D. E. y Londoño, E., 2015) como en otros sitios (Witman, J. D. y Dayton, P. K., 2001; Rule, M. J. y Smith, S. 2007), han demostrado que uno de los factores que más influyen en la estructura y distribución de las comunidades de invertebrados marinos en el infralitoral rocoso (submareal) es la profundidad y las variables ambientales que varían en función de la misma. De esta manera, a lo largo del gradiente batimétrico es posible encontrar un continuo recambio de especies; algunas incrementan su abundancia y otras la disminuyen conforme cambia la profundidad y, en ciertos casos, hay límites muy claros (hacia arriba o abajo) en la presencia de especies; es decir, algunas especies no se encontrarán antes o después de ciertas profundidades.

Finalmente, es necesario resaltar que, aunque los litorales rocosos de Malpelo tienen comunidades con riquezas bajas (Valencia, D.E. y Londoño, E., 2015), como ocurre con las islas en general y las oceánicas, en particular, (MacArthur, R.H. & Wilson E.O., 1967) si se comparan con los litorales rocosos continentales, este ecosistema representa un recurso invaluable y muy importante para la vida en la isla y sus alrededores.

Aspectos meteorológicos

Las mediciones de temperatura ambiental que se han hecho en la Isla Malpelo muestran que en promedio es de unos 25,8 °C con variaciones de más o menos un grado celcius. En el mes de marzo se han registrado las temperaturas más altas que alcanzan los 26,3 °C; las más bajas se han presentado entre noviembre y diciembre, registrándose hasta 25,2 °C.

La presión atmosférica a nivel del mar mantiene sus mínimos valores durante los primeros tres meses; manifiesta un ascenso paulatino desde abril hasta agosto, cuando alcanza su máximo valor, para luego comenzar nuevamente su descenso, presentando un comportamiento inverso al de la temperatura. La humedad relativa tiene una variación de 2,5 %, los valores máximos se presentan entre mayo y octubre con dos descensos entre febrero-marzo y octubre-noviembre.

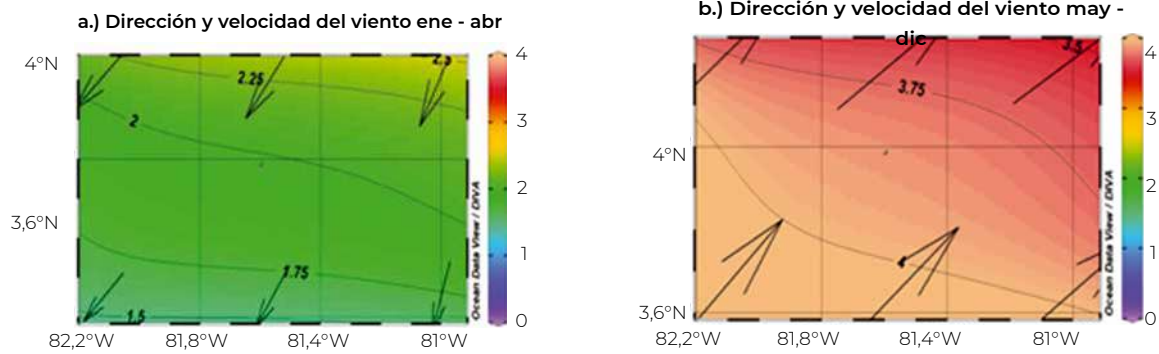


Comportamiento climático anual de la temperatura ambiente (línea roja), humedad relativa (línea verde) y presión atmosférica (línea azul) sobre Malpelo, representado con los promedios mensuales de estas variables desde 1958 hasta 2014.

Durante el primer trimestre del año la dirección del viento tiene un predominio del noreste, con intensidades entre 1,2 y 2,2 m/s; durante febrero se presentan los registros más altos, alcanzando velocidades promedio de 2,78 m/s. Con relación a la distribución espacial del viento, las velocidades mayores se encuentran al nororiente y disminuyen lentamente hacia el suroccidente del área.

A partir de mayo y hasta diciembre la dirección del viento tiene un comportamiento opuesto al del primer trimestre del año, con vientos del suroeste. Con relación a la distribución espacial de la velocidad del viento, sus mayores valores se

observan al suroccidente de la isla y disminuyen paulatinamente al nororiente; durante este lapso, en los meses de agosto y septiembre se agrupan las intensidades más altas, con un promedio de 4,2 m/s.

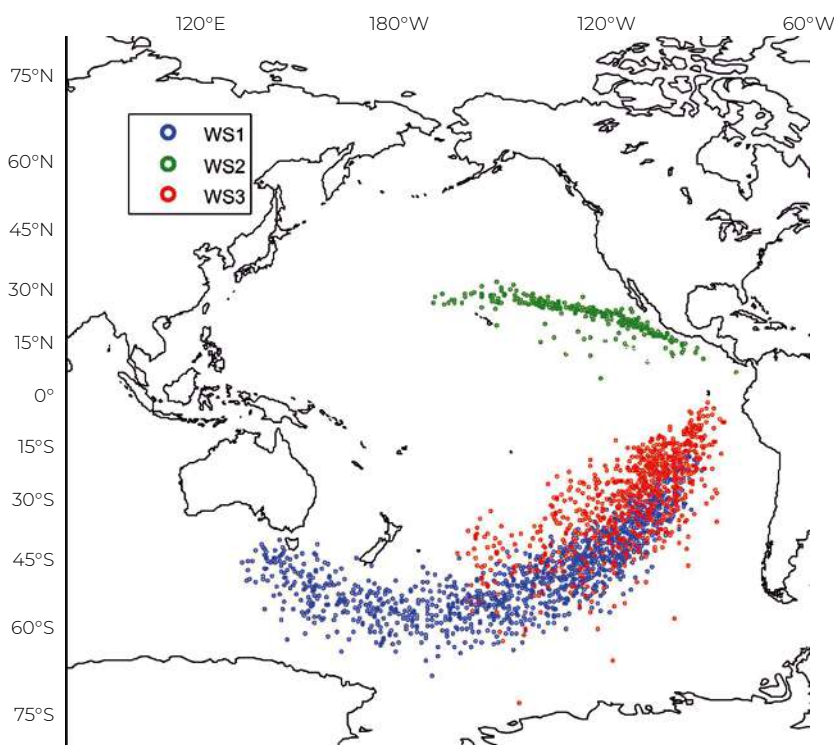


Distribución espacial del viento alrededor de Malpelo. Enero a abril (izquierda). Mayo a diciembre (derecha).

Aspectos oceanográficos

Clima de oleaje

Las condiciones de oleaje del Pacífico colombiano varían entre bajas y moderadas, con alturas significantes de olas (H_s) que se encuentran en el orden de 1 a 2 m, y periodos pico (T_p) de 15 s (Portilla *et al.*, 2013). Desde un enfoque espectral Portilla *et al.* (2015) identificaron seis regímenes de oleaje prevaecientes en la zona, cuya variabilidad temporal está altamente ligada a condiciones tropicales y tormentas boreales y australes presentes en época invernal, con influencia a lo largo del año. La fuente de origen de tres (WS1, WS2, WS3) de los seis sistemas de oleaje identificados se ilustra en la siguiente figura.



Ubicación geográfica de zonas de origen de los sistemas de oleaje tipo Swell arribando al Pacífico colombiano. Los colores representan tres sistemas de oleaje identificados (WS1, WS2, WS3). Fuente: Portilla *et al.*, (2015).

De los seis regímenes de oleaje determinados, dos se encuentran definidos como sistemas de oleaje tipo Swell, originados en los hemisferios norte y sur, con frecuencias coincidentes de 0,074 Hz y dirección de procedencia oeste-noroeste (WNW) y sur-suroeste (SSW), que respectivamente corresponden a los sistemas WS2 y WS1 que se muestran en la figura. De igual forma, se identifican tres sistemas de oleaje que pueden ser clasificados como mar de viento “maduro”; el primero con frecuencia de 0,1745 Hz y dirección suroeste (SW); el segundo influenciado por el chorro de vientos de Panamá, con frecuencia idéntica a la anterior; y el tercero de origen tropical, con frecuencia de 0,1586 Hz. Finalmente, se evidenció un sexto sistema de oleaje presente en varias direcciones con frecuencia superior a 0,3 Hz, influenciado principalmente por viento local.

El análisis de probabilidad conjunta de ocurrencia efectuado en un punto geográfico de referencia cercano a Malpelo (4,5°N, 82°W) permite identificar la presencia de dos regímenes medios predominantes. El primero con dirección SSW, altura de ola significativa entre 1,8 y 2 m, y periodo pico entre 13 y 16 s; mientras que el segundo, proveniente del suroeste (SW), presenta periodos con valores similares al anterior, pero con altura de ola significativa entre 1,6 y 2 m para meses específicos. Estos dos sistemas de oleaje constituyen más del 88 % de probabilidad de ocurrencia del oleaje en el sector. De forma específica, en la tabla a continuación se relacionan las alturas significantes de ola (Hs) y los periodos pico (Tp), para cada una de las direcciones predominantes.

Régimen medio multianual del oleaje predominante para el sector de la Isla Malpelo.

Escenarios	Dirección	H _s (m)	T _p (s)	Probabilidad (%)
1	SSW	1,8 a 2,0	13 a 16	58,82
2	SW	1,6 a 2,0		29,35
3	WSW	1 a 1,6		2,65
4	WNW	1 a 1,6		2,06
5	NE	1 a 1,6	5 - 7	1,28
Probabilidad total (%)				94,16

Si bien durante todo el año predominan trenes de oleaje SSW y SW, con porcentaje de probabilidad variable, de diciembre a febrero es posible observar además la presencia de sistemas de oleaje Swell provenientes del WNW, con Hs de 1 a 1,6 m y Tp de 15 s, asociados a sistemas de oleajes originados en época invernal en el hemisferio norte. Por su parte, para los meses de enero y febrero se evidencia un sistema de oleaje proveniente del noreste (NE), con

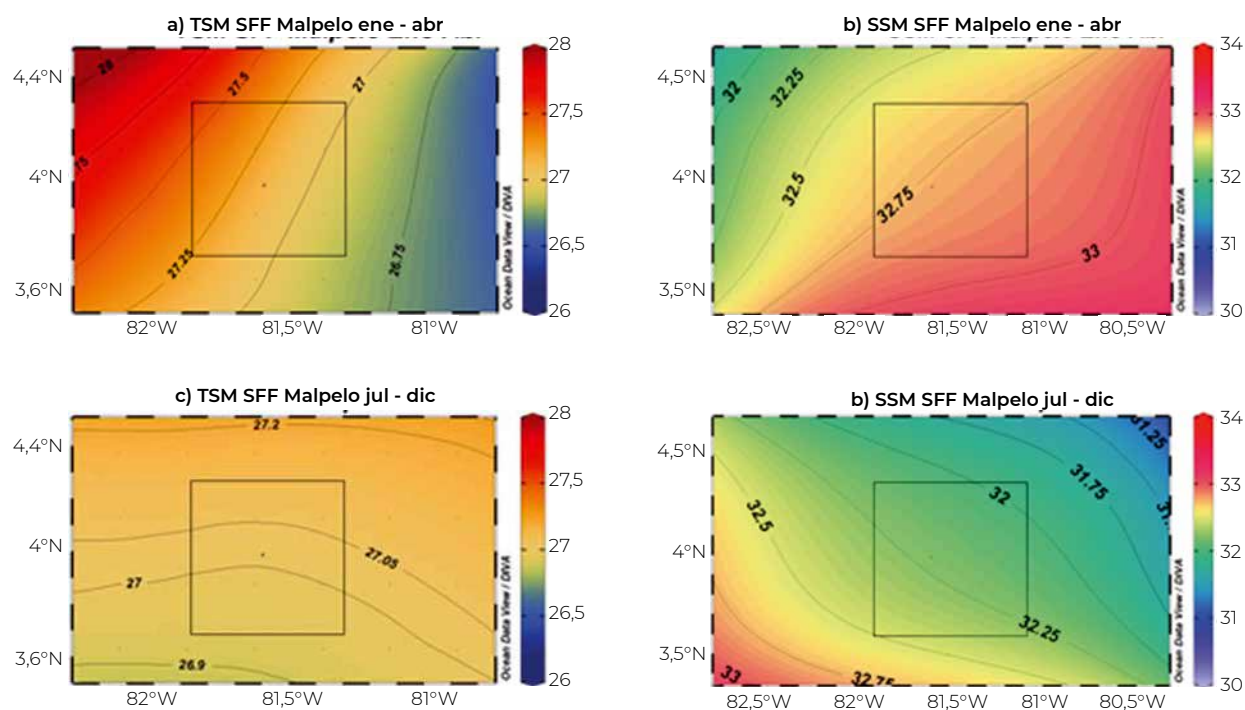
altura de ola en el rango de 1 a 1,6 m, y periodos comprendidos entre los 5 y 7 s; posiblemente influenciado por el chorro de viento de Panamá. Por último, en marzo y abril se detecta un sistema de oleaje de procedencia oeste-suroeste (WSW) con Hs entre los 1 y 1,6 m, Tp asociados a áreas de generación remota. Estos últimos sistemas representan un porcentaje de probabilidad de ocurrencia cercano al 6 %.

Temperatura superficial del mar y salinidad superficial del mar

Para entender las características oceanográficas que influyen en el Santuario de Fauna y Flora Malpelo es necesario relacionar la información y dinámica estudiada sobre la cuenca del Pacífico colombiano en años anteriores; autores como Roden, G. I., (1962) y Wyrski, K., (1966) describen el comportamiento de las principales variables oceanográficas hacia el Pacífico Este Tropical, incluyendo parte de la cuenca del Pacífico colombiano. Posteriormente, Kessler, W. S. (2006) estableció un análisis de estas características basado en la recopilación histórica de estos autores, los avances tecnológicos y nuevas investigaciones del ámbito regional. A través de datos recopilados por los satélites oceanográficos se ha logrado caracterizar la climatología de la temperatura superficial del mar (TSM) y la salinidad superficial del mar (SSM) en la Cuenca Pacífica Colombiana (Bayona *et al.*, 2007; Rodríguez-Rubio & Giraldo, 2011; Rodríguez-Rubio & Stuardo, 2002), ampliando de esta forma la cobertura

espacio-temporal del comportamiento de estas variables y su influencia sobre el SFF Malpelo.

Basado en estos estudios, se observan dos patrones característicos en la distribución de los valores superficiales de TSM y SSM. El primero tiene lugar durante el primer trimestre del año, lapso en el cual el chorro de viento de Panamá ejerce su influencia debido al posicionamiento de la zona de convergencia intertropical (ZCIT), que genera un enfriamiento paulatino de las aguas desde el norte; esta lengua de agua fría se extiende hacia el suroccidente, alterando el comportamiento de la TSM y la SSM sobre el costado oriental del SFF Malpelo. El Santuario presenta durante este periodo los registros de TSM con valores en superficie de 26,0 a 27,5 °C y salinidades entre 32,0 a 33,0, distribuidos sobre gran parte del mismo. No obstante, hacia el margen occidental del SFF Malpelo se observan valores de TSM por encima de los 27,5 °C y salinidades de 32,0 y 32,8, como se aprecia en la siguiente figura, siendo un comportamiento característico de aguas tropicales.



Distribución de la temperatura superficial del mar (TSM) y la salinidad superficial del mar (SSM) en el Santuario de Fauna y Flora Malpelo (recuadro negro). Fuente: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP).

Entre abril y junio, la zona inicia una etapa transitoria debido principalmente a la migración de la ZCIT hacia el norte, lo cual permite el ingreso de vientos desde el costado suroccidental, esta situación genera un cambio en la distribución espacial de la TSM y la SSM, el cual se observa a partir de julio, extendiéndose hasta finales de diciembre (Dimar-CCCP y Uaespnn, 2007). Durante el segundo

semestre del año, la distribución de la TSM y la SSM es más homogénea sobre el SFF Malpelo; la TSM presenta un gradiente de cambio menor al observado en el primer patrón (enero-abril), con un predominio de registros de temperatura en superficie de 27,0 a 27,2 °C y salinidades entre 32,0 y 32,2.

Masas de agua

Para describir una masa de agua se utiliza un método popular en el que se relaciona la densidad de los valores observados de temperatura y salinidad, denominado diagrama T-S. Estos diagramas permiten ver las características físicas que posee una determinada parcela de agua asociada a la producción primaria que esta pueda contener, como se explicará a continuación.

Se identifican seis masas de agua diferentes que inciden en el SFF Malpelo (distiguadas por colores en la siguiente figura), así:

- Agua superficial tropical (Tropical Surface Water, TSW) (20,4-26,1°C, S 32,9-34,6).
- Agua Central del Este del Pacífico Norte (Eastern North Pacific Central Water, Enpcw) (12,0-20,01°C, S 34,2-35,0).
- Agua Transicional de Pacífico Noreste (Eastern North Pacific Transition Water, Enptw) (11,0-20,01 °C, S 33,8-34,3).
- Agua Pacífico Ecuatorial (Pacific Equatorial Water, PEW) (7,0-23,01 °C, S 34,5-36,0).
- Agua Superficial Subantártica (Subantarctic Surface Water, SASW) (3,2-15,0 °C, 34,0-35,5)
- Agua Sub-Superficial Subtropical (Assst) (19 a 25 °C, S 34,6 a 35,4).

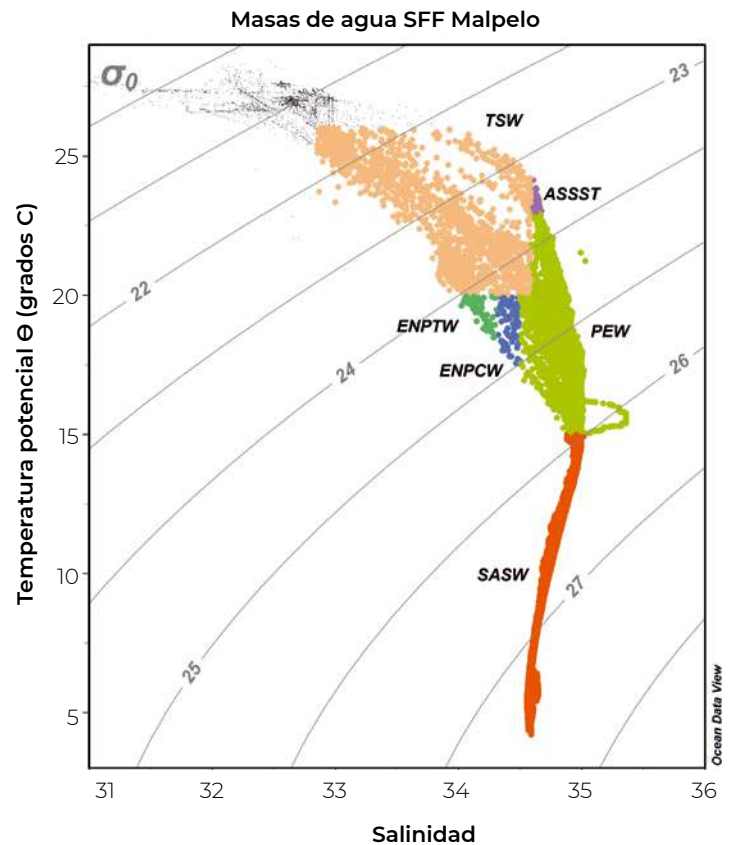
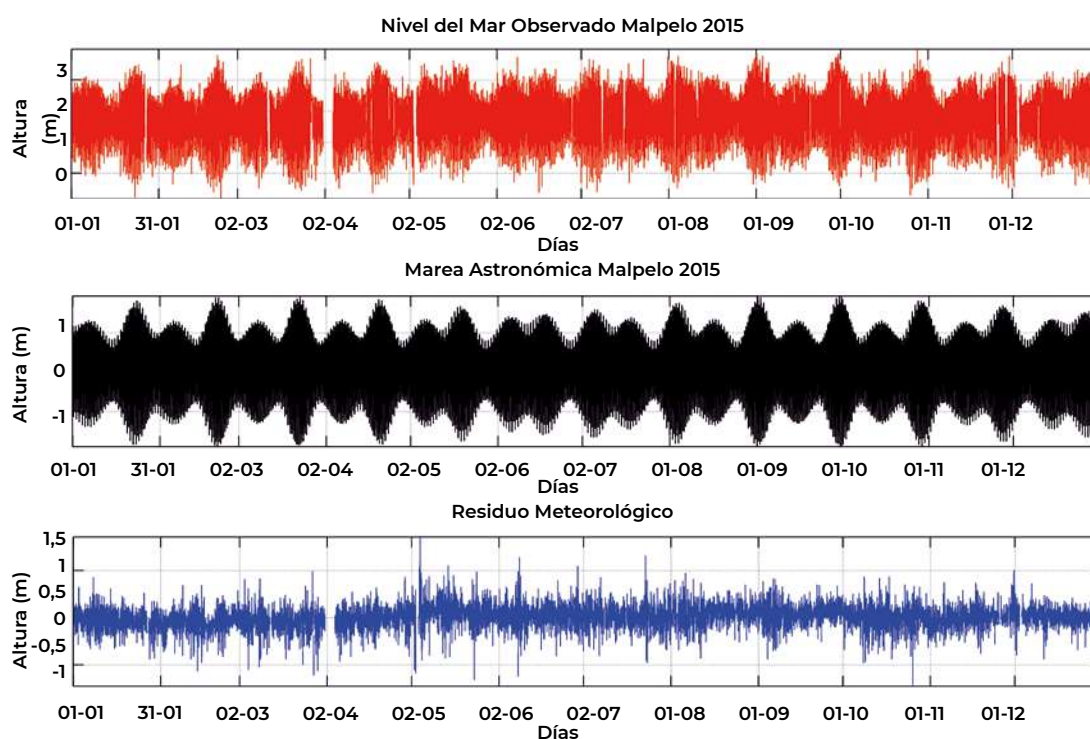


Diagrama de las masas de agua que se encuentran en SFF Malpelo: SASW (Agua Superficial Subantártica), Enpcw (Agua Central del Este del Pacífico Norte), Enptw (Agua Transicional de Pacífico Noreste), PEW (Agua Pacífico Ecuatorial), Assst (Agua Sub-Superficial Subtropical), TSW (Agua Superficial Tropical).

Descripción del comportamiento mareal

La marea en el SFF Malpelo a lo largo del año presenta un comportamiento acorde a las observaciones y estudios de la zona de años anteriores, que la describen como mareas semidiurnas de rango mesomareal (>2 m). El Santuario tiene un rango mareal promedio de 3,2 m, presentando dos mareas vivas o de sicigia, y dos mareas muertas o cuadraturas durante cada mes a lo largo del año.

El nivel medio del mar presenta un promedio de 1,6 m; así mismo, se observan valores máximos superiores a 4,0 m, y mínimos de hasta -0,8 m, como se ilustra en la figura a continuación. Por su parte, el residuo meteorológico indica que el aporte atmosférico ejerce una influencia significativa en los registros de nivel del mar, con un rango promedio de hasta 120 cm.



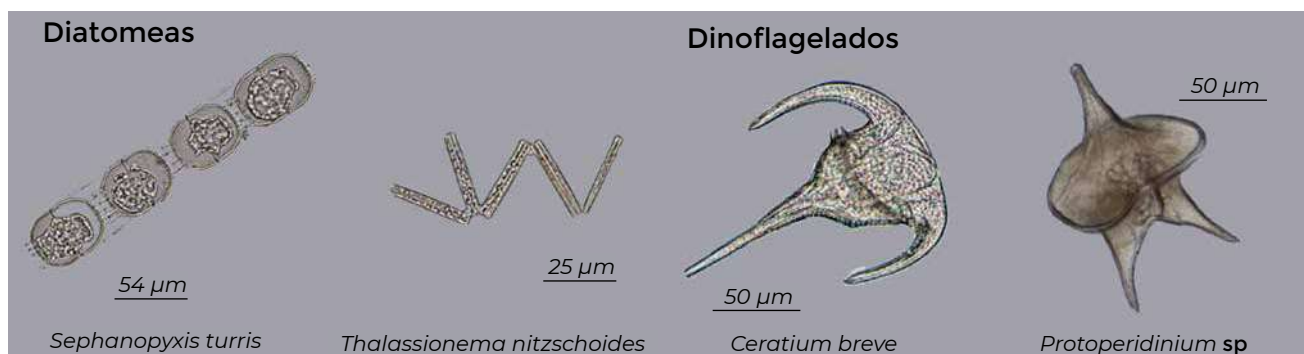
Serie temporal nivel del mar en Malpelo. Nivel observado (rojo), marea astronómica (negro), marea meteorológica (azul).
Fuente: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCCP).

Ecosistema pelágico: dinámica de su productividad

Los aspectos oceanográficos mencionados en este capítulo ejercen un rol fundamental en las dinámicas químicas y biológicas del ambiente oceánico, al influenciar la productividad primaria y secundaria del sistema pelágico.

El vocablo pelágico hace referencia al mar abierto, es decir el ambiente oceánico. Este es el ecosistema de mayor extensión en el mundo, ya que cubre el 71 % de la superficie del planeta, con una profundidad promedio de 3.682 m, para un volumen equivalente a 1,33 trillones de km³. Las alteraciones naturales o inducidas de las condiciones físicas, químicas o biológicas en este ecosistema, pueden llegar a inducir cambios significativos en los ciclos biogeoquímicos, la diversidad, y los bienes y servicios que ofrece (Beaugrand, G. 2014).

En el ecosistema pelágico el plancton es el componente clave, ya que define su estructura, función y productividad. En este sentido, el componente vegetal del plancton (fitoplancton), responsable de la mitad de la producción primaria global, transforma energía lumínica en energía química a través del proceso de fotosíntesis, siendo la principal fuente de energía para la trama trófica marina. De otro lado, el componente animal del plancton (zooplancton) sirve de enlace entre los productores primarios y los niveles superiores de la trama trófica, transfiriendo la energía que produce el fitoplancton hacia los peces, las aves y los mamíferos marinos (Stibor et al., 2004).



Diferentes organismos que comprenden el fitoplancton del Santuario de Fauna y Flora Malpelo. Fotos: Diego Ramírez.

Una de las principales herramientas que se utiliza para cuantificar la productividad del ambiente pelágico es mediante la cuantificación de la concentración de la clorofila-a, principal pigmento fotosintético del fitoplancton. Esta medida permite establecer la productividad potencial local. Además, se utiliza la cuantificación de la biomasa zooplanctónica como una medida directa de la producción secundaria local (Frederiksen *et al.*, 2006).

Además de la función de enlace que cumple el zooplancton en la trama trófica pelágica, estos organismos movilizan la energía generada por el fitoplancton hacia las zonas profundas del océano, e incluso hacia el ambiente bentónico

(Alongi, D., 1989; Smith *et al.*, 2006). Sin embargo, el carácter derivador de la mayoría de los organismos planctónicos, sumado a su sensibilidad a cambios en las condiciones térmicas de la columna de agua, provocan que los patrones de distribución espacial y la riqueza de especies en una localidad sean el resultado de la interacción entre factores físico-químicos (temperatura, salinidad, nutrientes, oxígeno disuelto), biológicos (depredación, competencia), atmosféricos (patrón de vientos, radiación solar, precipitación) y oceanográficos (advección, circulación superficial, surgencia, remolinos, frentes), que muchas veces están interrelacionados y operan en diferentes escalas temporales y espaciales (Mann, K. & Lazier, J., 2006).

Forzantes ambientales del ecosistema pelágico de Isla Malpelo

En el Pacífico colombiano la dinámica temporal de las condiciones oceanográficas que modula el ambiente pelágico está estrechamente ligada al efecto del desplazamiento estacional de la zona de convergencia intertropical (Devis-Morales *et al.*, 2008; Amador *et al.*, 2016; Villegas *et al.*, 2016). Este elemento atmosférico determina el sistema de corrientes superficiales de la zona, la corriente del Golfo de Panamá y la corriente de Colombia. Estas corrientes son los forzantes oceanográficos dominantes entre diciembre y abril, manifestándose la corriente de Colombia entre Cabo Manglares y Punta Coco, y la Corriente de Panamá desde el Golfo de Panamá hasta Islas Galápagos, cumpliendo un papel fundamental en la dinámica física, química y biológica del ambiente costero (corriente de Colombia) y oceánico (corriente de Panamá) del Pacífico colombiano, al modular la producción primaria y secundaria del sistema pelágico (Rodríguez-Rubio *et al.*, 2002, 2003; Bolaños, N. & Málikov, I., 2006; Villegas, N. & Málikov, I., 2006, Valencia *et al.*, 2013).

Es importante mencionar que la estructura, estabilidad y resiliencia de las comunidades marinas que se desarrollan en una localidad están estrechamente relacionadas con la variabilidad propia del entorno, debido a la estrecha dependencia de

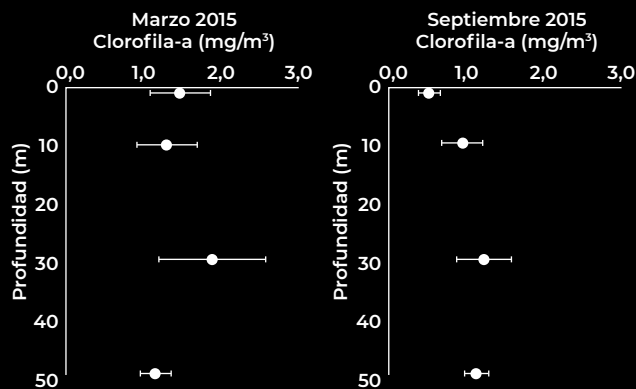
la totalidad de los procesos biológicos y químicos con la dinámica física en los sistemas marinos. Esta consideración es aún más relevante para un ambiente insular oceánico como Malpelo, en donde los procesos físicos que ocurren en el ambiente pelágico son los que estructuran la red trófica marina local, red que subsidia la energía requerida para que el sistema terrestre de esta localidad insular se mantenga (Rodríguez-Rubio E. & Giraldo, A., 2011).

Particularmente, la información disponible sobre los aspectos generales de productividad planctónica de la zona adyacente a la Isla Malpelo es escasa, así como también lo es sobre los procesos que eventualmente puedan determinar áreas de mayor abundancia o de mayor diversidad pelágica en torno a ella. Estudios en otros ambientes insulares oceánicos indican que el ambiente pelágico entorno a las islas es utilizado tanto por especies insulares como por especies pelágico-oceánicas, como zonas de crianza (Perissinotto *et al.*, 2000, Landaeta, M. y Castro, L., 2004, Macedo-Soares *et al.*, 2012), ya que en estas regiones existe una mayor concentración de alimento por el efecto de masa de isla lo que promueve el crecimiento e incrementa la probabilidad de supervivencia larval (Moyano, M. & Hernández-León, S. 2011; Andrade *et al.*, 2014). Es por ello que la identificación de áreas

de mayor biomasa planctónica y su asociación con procesos y características oceanográficas, son de gran importancia para comprender los altos valores de diversidad biológica asociados con el ambiente pelágico que circunda una zona insular oceánica, como Isla Malpelo.

Condiciones oceanográficas y productividad

La menor temperatura que se registra en la columna de agua de Isla Malpelo durante los primeros meses del año es una consecuencia directa del ingreso a la superficie de agua subsuperficial de menor temperatura, mayor salinidad, menor concentración de oxígeno y mayor concentración de nutrientes, a través de un proceso de surgencia provocado por la influencia del chorro de viento de Panamá (Amador *et al.*, 2006; Devis-Morales *et al.*, 2008). Este forzante atmosférico provoca una respuesta oceánica que cambia las condiciones térmicas y la disponibilidad de nutrientes en la zona superficial de la columna de agua, lo que favorece el incremento en la productividad primaria,



Variación vertical de la concentración de clorofila-a en el ecosistema pelágico de Isla Malpelo durante marzo y septiembre de 2015 (Marzo: n = 19, promedio = 1,52 ± 0,4 mg m⁻³. Septiembre: n = 24, promedio = 0,96 ± 0,2 mg m⁻³. t = 2,27, p = 0,03).

condición que se refleja en una concentración significativamente mayor de clorofila en los primeros 50 m durante los primeros meses del año (D’Croz, L. & O’Dea, A., 2007, Villegas *et al.*, 2016).

El incremento en la productividad primaria en el ambiente pelágico de Isla Malpelo, promueve un incremento en la productividad secundaria en esta localidad. En este sentido, el registro de biomasa seca de zooplancton para marzo de 2015 en el ambiente pelágico de Isla Malpelo fue de 7,84 ± 0,62 g 100m⁻³ mientras que durante septiembre del mismo año fue de un orden de magnitud menor, con un registro promedio de 0,60 ± 0,18 g 100m⁻³. A pesar de esta diferencia en biomasa, la estructura taxonómica del

Zooplancton



Organismos que comprenden el zooplancton. Fotos: Alan Giraldo (a. - e.); Marisol Rivera (f.).

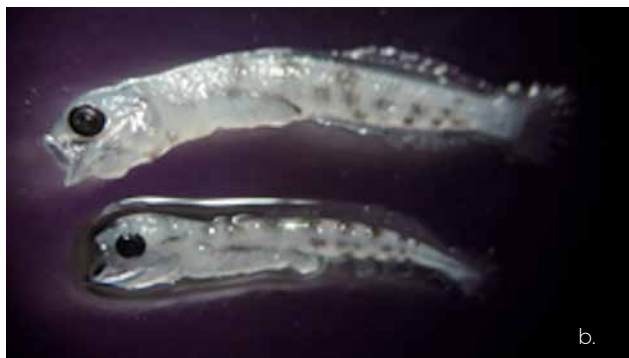
zooplancton tiende a ser similar entre los dos periodos oceanográficos descritos para el ambiente pelágico de la isla estando el zooplancton dominado por copépodos tanto en marzo como en septiembre.

Recientemente, Giraldo *et al.* (2014), con base en el análisis del impacto de la herbivoría por copépodos sobre la productividad primaria en la zona oceánica del Pacífico colombiano, establecieron para el sector de Isla

Malpelo que la herbivoría de este grupo taxonómico estaría direccionando hacia la trama trófica pelágica cerca del 40 % de la productividad primaria del sector. Es importante destacar que el segundo grupo taxonómico en abundancia son los chaetognatos, organismos depredadores del zooplancton, cuyas tasas de depredación podrían estar modulando la estructura del ensamble de copépodos y disponibilidad de larvas de peces, afectando la función de la bomba biológica y la productividad local (Terazaki, M. 2013).



Caranx sexfasciatus



Coryphaena hippurus



Lutjanus guttatus

Larvas de peces, a. Jurel, b. Dorado y c. Pargo. Fotos: Diego Córdoba (a. - c.); Diego Ramírez (b.).

Además de los copépodos, entre los grupos taxonómicos del zooplancton que utilizan fitoplancton como parte de su dieta, destacan en el ecosistema pelágico de Isla Malpelo por su abundancia los eufaúsidos y ostrácodos. Estos son organismos filtradores activos (Paffenhöfer, G. & Orcutt, J., 1986; Ambriz-Arreola *et al.*, 2012), que de acuerdo con Marra *et al.* (1987) direccionan en la región del *Panama Bight*, zona geográfica en donde se encuentra Isla Malpelo, una parte importante de la productividad primaria hacia la trama trófica del ambiente pelágico. Otro de los componentes relevantes del ecosistema pelágico son los huevos y las larvas de peces, no solo por su valor ecológico, sino por su relación con la disponibilidad de recursos pesqueros de importancia comercial. Este grupo denominado genéricamente ictiplancton, representan entre 1,5 al 3,0 % de la abundancia total en el ambiente pelágico del SFF Malpelo, siendo registradas durante las campañas oceanográficas de abril de 2012 y julio 2012, abundancias promedio de $147,4 \pm 61,8$ larvas/1000m³ y $14,3 \pm 5,1$ larvas/1000m³ respectivamente (Giraldo *et al.*, 2013).

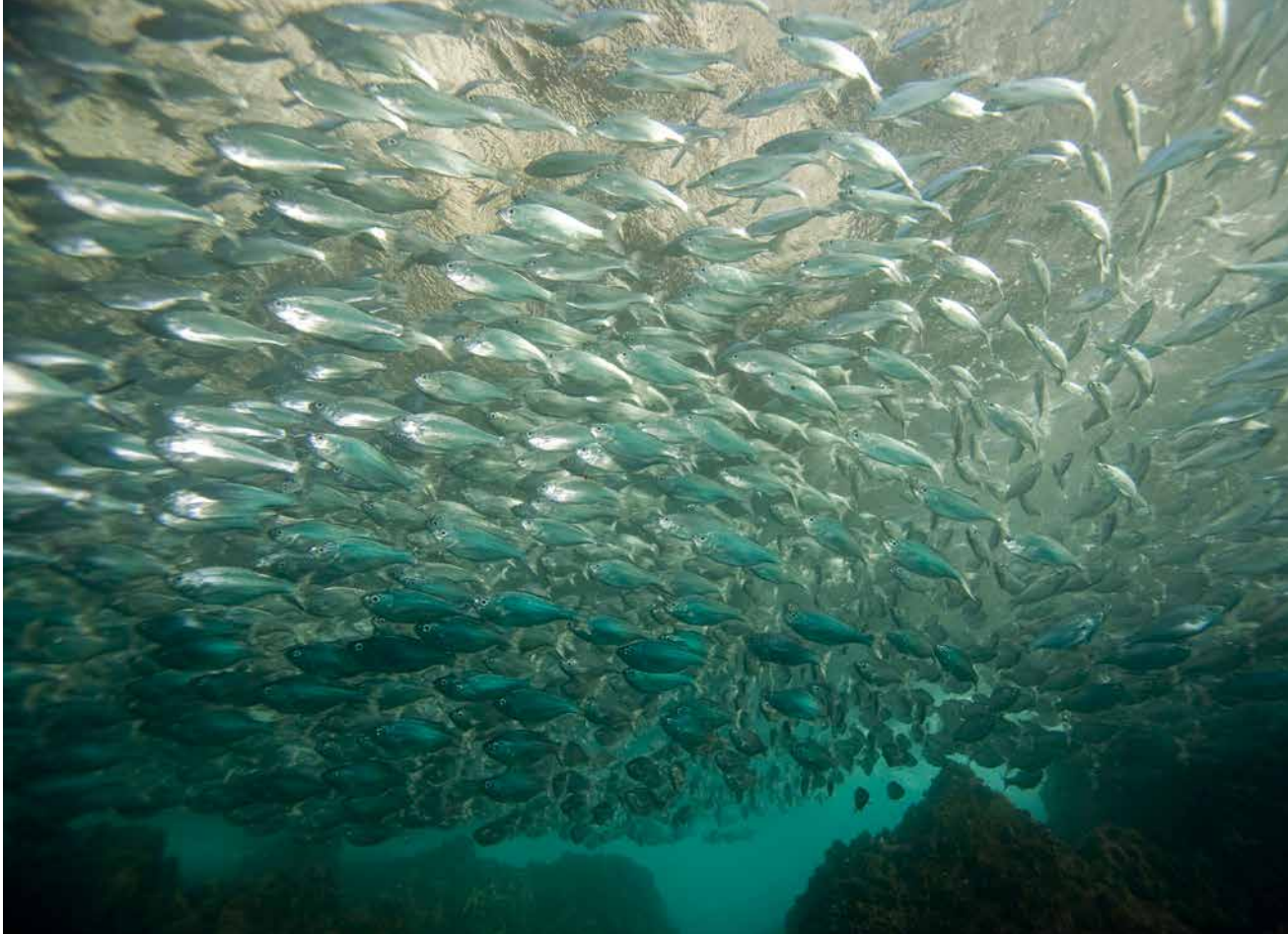
Expectativas de investigación

Aunque se conocen los aspectos generales de diferentes componentes del ecosistema pelágico de Isla Malpelo, aún hay muchos temas relacionados con el funcionamiento de este ecosistema que están sin abordar. Por ejemplo, se hace necesario conocer el efecto de masa de isla que está generando la zona insular somera y emergida de Isla Malpelo, y cómo este efecto podría estar incrementando la productividad marina en las áreas aledañas a la isla. Otro elemento que debe ser evaluado son los procesos de migración vertical asociados a los copépodos y eufaúsidos presentes en este ambiente pelágico. Esta migración, que ocurre en una escala circadiana (día-noche) es la principal vía de movilización activa de materia orgánica en la columna de agua del océano, y sumado al transporte pasivo por hundimiento, conforman el mecanismo que direcciona el excedente de la productividad primaria de la zona superficial de la columna de agua

hacia la zona profunda, e incluso hacia el componente bentónico (Turner J., 2015).

Finalmente, identificar el efecto de forzantes de mesoescala como el Oscilación del Sur El Niño (ENSO) (fase cálida y fría) sobre la estructura y función del ecosistema pelágico de Isla Malpelo debe ser una prioridad de investigación. En un escenario

de cambio climático, identificar la capacidad de respuesta del componente planctónico a forzantes climáticos asociados al incremento o disminución de la temperatura permitirá conocer la respuesta del sistema a un incremento sostenido de las condiciones térmicas (Passow U. & Carlson C., 2012).



La alta productividad de las aguas de Malpelo permite la existencia de poblaciones muy abundantes de peces. Cardumen Dara bandera, *Kuhlia mugil*, SFF Malpelo. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Referencias bibliográficas

- Alongi, D. (1989). Ecology of tropical soft-bottom benthos: a review with emphasis on emerging concepts. *Rev. Biol. Trop.*, 37(1), 85-100.
- Amador, J., Alfaro, E., Lizano, O., & Magaña, V. (2006). Atmospheric forcing of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, 69(2), 101-142.
- Ambriz-Arreola, I., Gómez-Gutiérrez, J., del Carmen Franco-Gordo, M., Lavaniegos, B., & Godínez-Domínguez, E. (2012). Influence of coastal upwelling– downwelling variability on tropical euphausiid abundance and community structure in the inshore Mexican central Pacific. *Marine Ecology Progress Series*, 451, 119-136.
- Andrade, I., Sangrà, P., Hormazabal, S., & Correa-Ramírez, M. (2014). Island mass effect in the Juan Fernández Archipelago (33 S), southeastern Pacific. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 84, 86-99.
- Bayona, J., Rodríguez, E., & Ortiz, J. (2007). Space-Time Characterization of the Surface Wind Fields over the Colombian Pacific and Gulf of Panama Using Remote Sensing and in Situ Data. *Boletín Científico CCCP*, (14), 49–68.
- Beaugrand, G. (2014). Pelagic ecosystems and climate change. In: Freedman, B (Ed). *Global Environmental Change* (pp. 141-150). Springer, Netherlands.
- Benfield, S., Baxter, L., Guzman, H.M. y Mair, J.M. (2008). A comparison of coral reef and coral community fish assemblages in Pacific Panama and environmental factors governing their structure. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(7): 1331–1341.
- Birkeland, C., Mayers, D., Stames, J. y Buford, C. (1975). Subtidal communities of Malpelo Island. En: Graham, J.B. (ed). *The biological investigation of Malpelo Island, Colombia*. pp. 55-68.
- Bolaños, N. & Málíkov, I. (2006). Modelación de la estructura dinámica de las aguas de la cuenca del Pacífico colombiano. *Boletín Científico CCCP*, (13), 97-114.
- Brando, A., von Prael H. y Cantera, J.R. (1992). *Malpelo, isla oceánica de Colombia*. Banco de Occidente, OP Gráficas, Bogotá, 195 p.
- D’Croz, L. & O’Dea, A. (2007). Variability in upwelling along the Pacific shelf of Panama and implications for the distribution of nutrients and chlorophyll. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 73(1), 325-340.

- Devis-Morales, A., Schneider W., Montoya-Sánchez R. & Rodríguez-Rubio E. (2008). Monsoon-like winds reverse oceanic circulation in the Panama Bight. *Geophysical Research Letters*, 35(20).
- Dimar-CCCP y Uaesppn. (2007). Aspectos Oceanográficos. En D. G.-C.-D. Suroccidente, Santuario de Flora y Fauna Malpelo: descubrimiento en marcha (Vol. 5, pág. 142). Dimar.
- Dominici-Arosemena, A. y Wolff, M. (2005). Reef Fish Community Structure in Bocas del Toro (Caribbean, Panama): Gradients in Habitat Complexity and Exposure. *Caribbean Journal of Science*, 41(3): 613-637.
- Frederiksen, M., Edwards, M., Richardson, A. J., Halliday, N. C., & Wanless, S. (2006). From plankton to top predators: bottom-up control of a marine food web across four trophic levels. *Journal of Animal Ecology*, 75(6), 1259-1268.
- García, S., Acosta, A., Londoño-Cruz, E. y Cantera-Kintz, J.R. (2012). Organismos sésiles y Móviles del litoral rocoso en el Pacífico colombiano: Una guía visual para su identificación. Invermar, serie de documentos especiales No. 26. Unión gráfica Ltda. Bogotá D.C. 133p.
- Giraldo, A., Izquierdo, V., Acevedo, J., Cuellar, A. y Ramírez, G. (2013). Monitoreo oceanográfico en el Santuario de Fauna y Flora Malpelo durante noviembre 2011, abril 2012 y julio 2012. Informe Técnico. Grupo de Investigación en Ciencias Oceanográficas, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad del Valle. Cali, Colombia. 45 p.
- Giraldo, A., Velasco, E., y Martínez, T. (2014). Impacto alimentario de los copépodos calanoideos en el océano Pacífico colombiano. *Revista de Ciencias*, 18(2): 11-25.
- Graham, J. (1975). The biological investigation of Malpelo Island, Colombia. *Smithsonian Contrib. Zool.*, 176: 98.
- Hey, R. (1977). Tectonic Evolution of the Cocos-Nazca Spreading Center. *Geol. Soc. Am*, 88, 1404–1420.
- Hidalgo, S., y Samaniego, P. (2009). Caracterización geoquímica de las rocas basálticas de la Cordillera de Carnegie y su relación con las rocas de la Placa Nazca e Islas Galápagos. En J. Y. Collot, V. Sallares, & N. Pazmino (Eds.), *Geología y geofísica marina y terrestre del Ecuador: desde la costa continental hasta las Islas Galápagos*. (pp. 221–237). Guayaquil: Inocar.
- Kessler, W. (2006). The circulation of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, 69 (2–4), 181–217. doi:10.1016/j.pocean.2006.03.009.
- Landaeta, M. y Castro, L. (2004). Zonas de concentración de ictioplancton en el archipiélago de Juan Fernández, Chile. *Ciencia y tecnología del mar*. 25(2):43-53p.
- Lewis, J. (1964). *The ecology of rocky shores*. The English Univ. Press, London, 323 p.
- Lindberg, D. (2007). Fossil Tidepools. Pp.:242. En: Denny M. W. & S. D. Gaines (eds). 2007. *Encyclopedia of Tidepools & Rocky Shores*. University of California Press. 705 p.
- Lonsdale, P. y Klitgord, K. (1978). Structure and tectonic history of the eastern Panama Basin. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 89: 981-999.
- Lonsdale, P., & Fornari, D. (1980). Submarine Geology of Malpelo Ridge, Panama Basin. *Marine Geology*, 36, 65–83.
- López-Victoria M. & Rozo D. (2006). Model-based geomorphology of Malpelo Island and spatial distribution of breeding seabirds. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 35: 111-131.
- MacArthur, R. & Wilson E., (1967). *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton, Estados Unidos. 203 p.

- Macedo-Soares, L., Freire, A., & Muelbert, J. (2012). Small-scale spatial and temporal variability of larval fish assemblages at an isolated oceanic island. *Marine Ecology Progress Series*, 444, 207-222.
- Mann, K. & Lazier, J. (2006). *Dynamics of marine ecosystems: biological-physical interactions in the oceans*. Tercera Edición, Blackwell Publishing, Malden, Estados Unidos. 499 p.
- Márquez, G. (1990). Ecosistemas marinos. 115-133 pp. En: M.C. Jimeno (ed.) *Caribe Colombia*. Fondo FEN, Colombia, Bogotá.
- Márquez, G. (1996). *Ecosistemas estratégicos y otros estudios de ecología ambiental*. Fondo FEN Colombia, Santafé de Bogotá, 211 p.
- Marra, J., Wiebe, P., Bishop, J., & Stepien, J. (1987). Primary production and grazing in the plankton of the Panama Bight. *Bulletin of marine science*, 40(2), 255-270. Marseille France, 429 p.
- Meschede, M., Barckhausen, U., Worm, H., Geología, I. De, Tübingen, U. De, Tübingen, D.-, Geofísica, I. De, Göttingen, U. De, Landstr, H., Geosciencias, F. De, & Hannover, D.-. (2000). *Coco y Nazca y los trazos de los puntos calientes*, 5-16.
- Moyano, M. & Hernández-León, S. (2011). Intra-and interannual variability in the larval fish assemblage off Gran Canaria (Canary Islands) over 2005-2007. *Marine biology*, 158(2), 257-273.
- Osorno, A. (2014). *Complejidad, dinámica, e integridad ecológica de ecosistemas de litoral rocoso de origen tropical, Caribe colombiano. Criterios para respaldar el Manejo Integrado de Zonas Costeras y el Sistema de Áreas Marinas Protegidas*. Proyecto de tesis para optar al título de Doctor en Ciencias del Mar, 76 p.
- Paffenhöfer, G. & Orcutt, J. (1986). Feeding, growth and food conversion of the marine cladoceran *Penilia avirostris*. *Journal of Plankton Research*, 8(4), 741-754.
- Pararas-Carayannis, G. (2012). *Science of tsunami hazards*, 31(3), 209-230.
- Passow, U. & Carlson, C. (2012). The biological pump in a high CO₂ world. *Marine Ecology Progress Series*, 470, 249-271.
- Perissinotto, R., Lutjeharms, J. & Van Ballegooyen, R. (2000). Biological-physical interactions and pelagic productivity at the Prince Edward Islands, Southern Ocean. *Journal of Marine Systems*, 24(3), 327-341.
- Pérès, J. & Picard, J. (1964). *Nouveau manuel de bionomie benthique*. Recueil des Travaux de la Station marine d'Endoume, 31 (47), 5-137.
- Portilla, J., Caicedo-Laurido, A., & Padilla-Hernández, R. (2013). Observations of directional wave spectra in the Colombian Pacific. *Avances en Ciencias e Ingenierías USFQ*, 5(2), C5-C21.
- Portilla-Yandun, Jesus & Cavaleri, Luigi & Vledder, Gerbrant. (2015). Wave spectra partitioning and long term statistical distribution. *Ocean Modelling*. 96. 10.1016/j.ocemod.2015.06.008.
- Roden, G. (1962). Oceanographic aspects of the eastern equatorial Pacific. *Geophysica Internacional*, 2, 77-92.
- Rodríguez-Rubio, E. & Giraldo, A. (2011). Características oceanográficas en la Isla Malpelo y su relación con la cuenca oceánica del Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. 40: 19 – 32.
- Rodríguez-Rubio, E., & Stuardo, J. (2002). Variability of photosynthetic pigments in the Colombian Pacific Ocean and its relationship with the wind field using ADEOS-Idata. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences, Earth and Planetary Sciences*, 111(3), 227-236.

- Rodríguez-Rubio, E., Schneider, W. & Abarca del Río, R. (2003). On the seasonal circulation within the Panama Bight derived from satellite observations of wind, altimetry and sea surface temperature. *Geophysical Research Letters*, 30 (7): 1410.
- Rule, M. & Smith, S. (2007). Depth-associated patterns in the development of benthic assemblages on artificial substrata deployed on shallow, subtropical reefs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 345 (2007): 38–51.
- Smith, K., Baldwin, R., Ruhl, H., Kahru, M., Mitchell, B., & Kaufmann, R. (2006). Climate effect on food supply to depths greater than 4,000 meters in the northeast Pacific. *Limnology and Oceanography*, 51(1), 166-176.
- Stead, J. (1975). Field observations on the geology of Malpelo Island. *Smithsonian Contribution to Zoology*, 176, 17–20.
- Stephenson, T. y Stephenson, A. (1949). The universal features of zonation between tide-marks on rocky coasts. *J.Ecol*, 37: 289-305.
- Stibor, H., Vadstein, O., Diehl, S., Gelzleichter, A., Hansen, T., Hantzsche, F., ... & Roederer, W. (2004). Copepods act as a switch between alternative trophic cascades in marine pelagic food webs. *Ecology Letters*, 7(4), 321-328.
- Terazaki, M. (2013). Feeding of Carnivorous Zooplankton, Chaetognaths. In: Handa, E., Tanoue, E., Hama, T. (Eds). *Dynamics and Characterization of Marine Organic Matter*. (pp. 257-276). Springer, Netherlands.
- Townsend, C. (1895). Birds from Cocos and Malpelo Islands, with notes on petrels obtained at sea. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College*, 8(27), 121–126.
- Turner, J. (2015). Zooplankton fecal pellets, marine snow, phytodetritus and the ocean's biological pump. *Progress in Oceanography*, 130, 205-248.
- Valencia, B., Lavaniegos, B., Giraldo, A., & Rodríguez-Rubio, E. (2013). Temporal and spatial variation of hyperiid amphipod assemblages in response to hydrographic processes in the Panama Bight, eastern tropical Pacific. *DeepSea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 73, 46-61.
- Valencia, D. y Londoño, E. (2015). Variación espacial de macro-invertebrados marinos en el submareal rocoso de Isla de Malpelo. Proyecto de tesis para optar al título de Biólogo, 15 p.
- Villegas, N. & Málikov, I. (2006). Modelación de la estructura dinámica de las aguas de la cuenca del Pacífico colombiano. *Boletín Científico CCCP*, 13: 97-114.
- Villegas, N., Málikov, I. & Díaz, D. (2016). Variabilidad mensual de la velocidad de surgencia y clorofila a en la región del Panamá Bight. *Revista Mutis*, Vol. 6(2): 82-94.
- Vogt, P. & De Boer, J. (1976). Morphology, magnetic anomalies and basalt magnetization at the ends of the Galapagos high-amplitude zone. *Earth Planet*, 33, 145–163.
- Wyrtki, K. (1966). Oceanography of the eastern equatorial Pacific ocean. *Oceanography and Marine Biology - An Annual Review*, 4, 33–68.
- Witman, J. & Dayton, P. (2001). Rocky subtidal communities. En: Bertness, M.D., Gaines, S.D., Hay, M.E. (Eds.), *Marine Community Ecology*. Sinauer Associates, Sunderland, pp. 339–366.

INTRODUCCIÓN

Juan Armando Sánchez Muñoz ⁽¹⁾
Ángela Fuentes-Pardo ^(2, 3)
Íde Ní Almhain ⁽⁴⁾
Néstor Ardila-Espitia ⁽¹⁾
Jaime Ricardo Cantera-Kintz ⁽²⁾
Manu Forero-Shelton ⁽⁴⁾

PLANCTON

Beatriz Susana Beltrán-León
Bióloga, Especialista en Estudio y
Evaluación de impacto Ambiental

ESPONJAS

Christian Díaz Sánchez
Secretaría Ejecutiva Comisión
Colombiana del Océano
Sandra Bessudo Lion
Fundación Malpelo y
Otros Ecosistemas Marinos

FORMACIONES CORALINAS

Raúl Navas Camacho
Instituto de Investigaciones
Marinas y Costeras, Invemar

OCTOCORALES, HOSPEDEROS DE MINÚSCULOS CARACOLES ECTOPARÁSITOS

Juan Armando Sánchez Muñoz ⁽¹⁾
Ángela Fuentes-Pardo ^(2, 3)
Íde Ní Almhain ⁽⁴⁾
Néstor Ardila-Espitia ⁽¹⁾
Jaime Ricardo Cantera-Kintz ⁽²⁾
Manu Forero-Shelton ⁽⁴⁾

BRIOZOOS

Vanessa Yepes-Narváez
Luis Chasqui Velasco
Instituto de Investigaciones
Marinas y Costeras, Invemar

MOLUSCOS, ARTRÓPODOS, EQUINODERMOS Y OTROS INVERTEBRADOS

Jaime Ricardo Cantera Kintz ⁽²⁾
Edgardo Londoño-Cruz ⁽⁵⁾
Juan Felipe Lázarus Aguelo ^(2, 5)
Daniel E. Valencia-Giraldo ⁽⁵⁾

PECES

Fernando Alberto Zapata Rivera ⁽⁶⁾
José Julián Tavera Vargas ⁽⁶⁾
Luis Chasqui Velasco ⁽⁷⁾
Sandra Bessudo Lion ⁽⁸⁾
Felipe Orlando Ladino Archila ⁽⁸⁾

MAMÍFEROS MARINOS

Sandra Bessudo Lion ⁽⁸⁾
Felipe Orlando Ladino Archila ⁽⁸⁾

FOTO PORTADILLA CAPÍTULO III

Juvenil de la estrella *Mithrodia bradleyi*.
Foto: Daniel Eugenio Valencia-Giraldo

CITACIÓN

Sánchez, J.A., Fuentes-Pardo, A., Almhain, I.N., Ardila-Espitia, N., Cantera, J.R., Forero-Shelton, M., Beltrán-León, B.S., Díaz, C., Bessudo, S., Navas, R., Yepes-Narváez, V., Chasqui, L., Londoño-Cruz, E., Lázarus, J.F., Valencia-Giraldo, D.E., Zapata, F.A., Tavera, J.J. y Ladino, F.O. (2019). Capítulo III. Diversidad de la fauna marina. En CCO-Dimar. *Malpelo es Colombia maravilla estratégica*, pp. 78-127. Bogotá, D.C.: Editorial CCO.

(1) Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Laboratorio de Biología Molecular Marina-Biommar, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

(2) Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Grupo de Investigación en Ecología de Estuarios y Manglares, Ecomanglares, Universidad del Valle, Cali, Colombia

(3) Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Dalhousie University, Halifax, Canadá

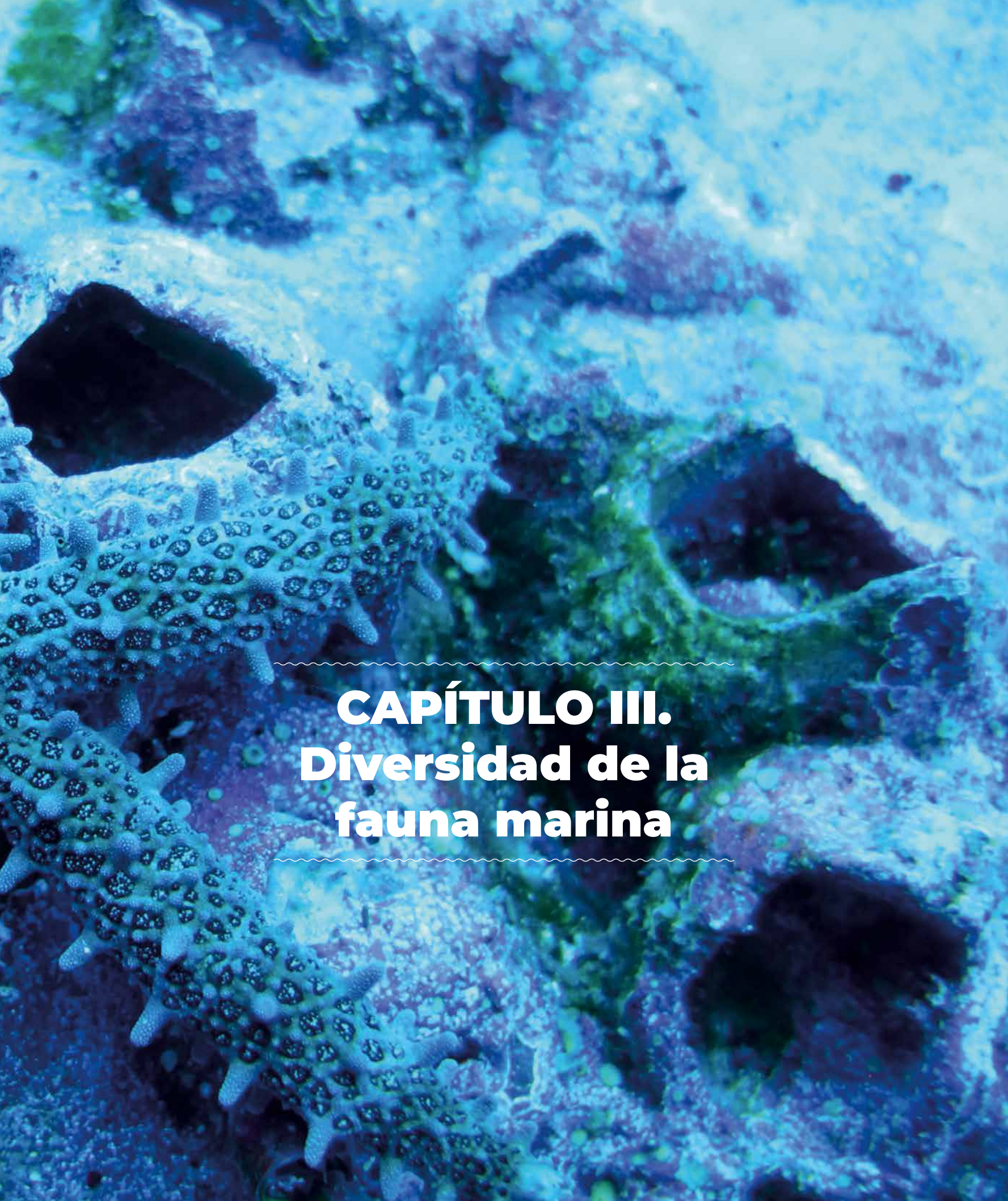
(4) Departamento de Física, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

(5) Grupo de Investigación en Ecosistemas Rocosos Intermareales y Submareales Someros, Lithos, Universidad del Valle, Cali, Colombia

(6) Departamento de Biología, Universidad del Valle

(7) Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés", Invemar

(8) Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos



CAPÍTULO III.
Diversidad de la
fauna marina

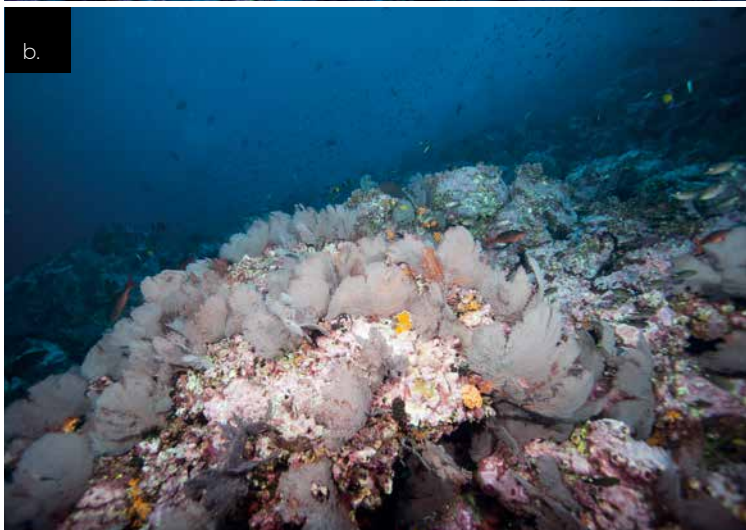
Introducción

La biota de las islas oceánicas remotas, como Malpelo, ha sido inspiración de grandes ideas en ecología y evolución. Los pinzones de Darwin en las Islas Galápagos, por ejemplo, son el mejor modelo de selección natural y desplazamiento de caracteres, en donde cada especie se ha adaptado a los pocos recursos disponibles en cada isla evitando competir con sus congéneres (Grant P., 2006). Así también, las plantas tipo espada de plata del archipiélago de Hawái son uno de los ejemplos más evidentes de radiación adaptativa (Barrier *et al.*, 1999; Schluter D., 2000), linajes que han experimentado una rápida diversificación al adaptarse a una amplia gama de condiciones (Losos J., 2010). Por otro lado, la teoría de biogeografía de islas de McArthur-Wilson predice un equilibrio entre migración y extinción, donde las islas presentan una menor biodiversidad a razón de su distancia respecto al continente.

No obstante, las islas remotas como Malpelo pueden exceder el equilibrio predicho por la teoría y tener mayores tasas de evolución y de endemismo (Gillespie R. & Baldwin B., (2010). Asimismo, el efecto fundador o reducción de la variación genética a causa de una disminución del número de individuos de una población (Zimmer, C. & Emlen, D., 2013) en islas remotas, muchas veces está asociado a eventos de especiación, lo que explica en gran medida sus notables endemismos (Matzke N., 2014). Los ambientes infralitorales en el océano son una franja muy estrecha y competida de espacio, presentan una marcada zonificación y estructura de la comunidad, que tiende a ser dominada por pocas especies (Connell J., 1972). La Isla Malpelo es, entonces, la suma de todos estos escenarios, con una limitada conectividad con otras masas insulares y todas sus consecuencias evolutivas, así como poco espacio estrecho en la zona submareal para ser aprovechado por unos pocos colonizadores que se lograron establecer.

Entre los fundadores y colonos exitosos de los ecosistemas marinos de Malpelo se encuentran animales de grupos taxonómicos como esponjas, corales, briozoos, anélidos (gusanos de mar), artrópodos (crustáceos), moluscos, equinodermos (estrellas, pepinos, erizos), peces cartilaginosos y óseos,

y mamíferos marinos, así como minúsculos pero esenciales animales que conforman el plancton. A través de las siguientes páginas, esperamos sumergir al lector en un maravilloso viaje por la fascinante y singular vida submarina de nuestro Santuario.



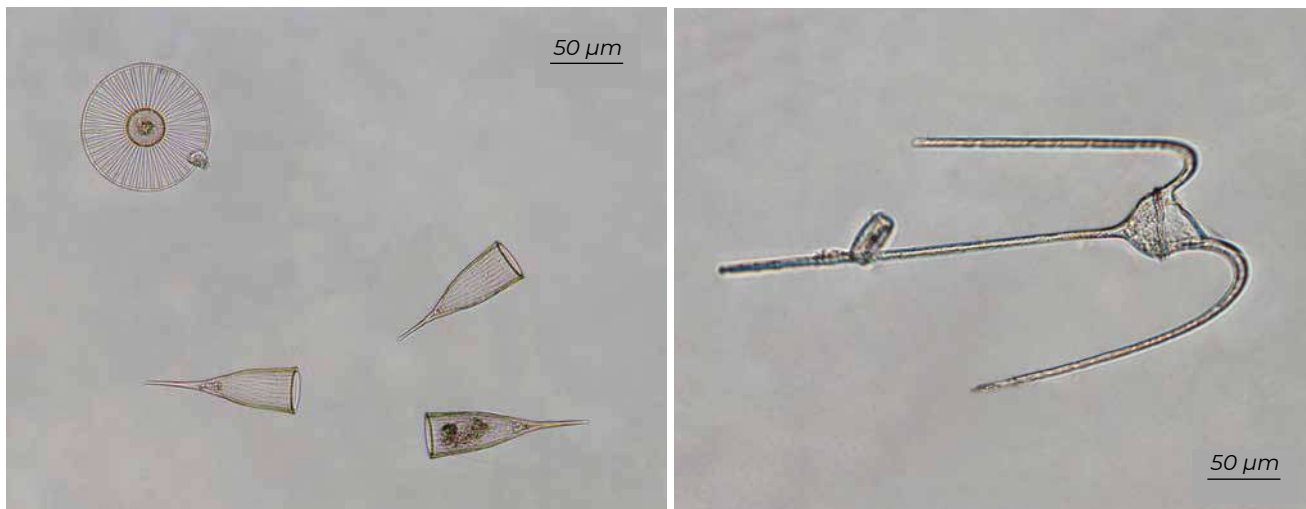
La maravillosa vida submarina del Santuario de Fauna y Flora Malpelo. Fotos: Santiago Estrada (a.); Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos (b. - c.).

Plancton

Conjunto de organismos pelágicos microscópicos que se encuentran suspendidos en el agua de mar o en las aguas dulces, constituido por seres que van a la deriva y cuya capacidad natatoria es tan débil que no pueden ir en contra de las corrientes. Comprende muchos grupos de vegetales y animales. El plancton realiza la mayor movilización de biomasa del planeta diariamente. Sus organismos pueden ser útiles indicadores de los cambios ocurridos en los ecosistemas, debido a su rápida respuesta a las condiciones ambientales dada por sus relativamente cortos ciclos de vida y sensibilidad a la contaminación.

La única forma de defensa eficaz para los seres que viven en pleno océano es volverse invisibles a la vista de los depredadores. Por este motivo, la mayoría de los organismos que forman el plancton son transparentes, siendo muy difícil detectarlos dentro del agua. Al ser el plancton la forma de vida marina más abundante y significativa para la cadena alimenticia acuática, se puede decir que sin este sistema no existirían barreras coralinas y pocos organismos podrían vivir en nuestro planeta.

Fitoplancton



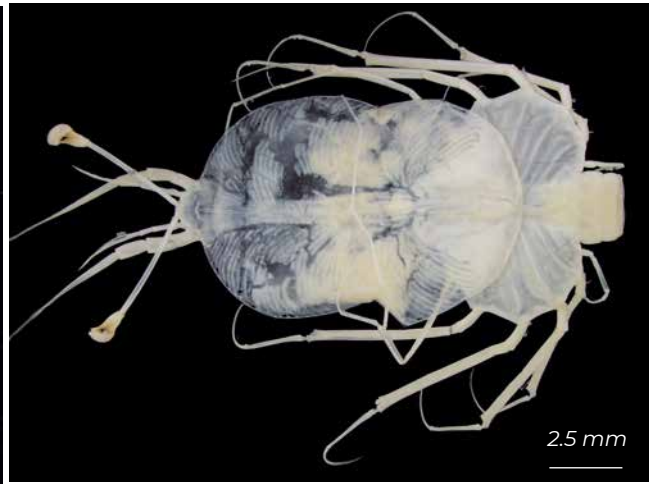
Organismos fitoplanctónicos del SFF Malpelo, ©Laboratorio Imágenes Postgrado Biología-Ortega, Beltrán.

Son los seres vivos de origen vegetal que viven flotando en la columna de agua. Son organismos autótrofos capaces de realizar la fotosíntesis, están restringidos a la capa más superficial del océano dadas las condiciones que requieren de presencia de luz para realizar la fotosíntesis, siendo fundamentales en el mantenimiento de la concentración de oxígeno en el océano y en la atmósfera. Su importancia es primordial debido a que son los productores primarios más importantes en el océano. El fitoplancton contribuye con cerca del 50 % de la producción primaria del planeta. Presenta una gran biodiversidad, las especies que podemos encontrar pertenecen a diatomeas, dinoflagelados, cianófitos o algas verdeazuladas, algas pardas y cocolitofóridos.

Dentro de estos grupos las más abundantes son las diatomeas (que poseen un esqueleto silíceo) y los dinoflagelados. La salud del clima global se ve afectada por la salud de la población del fitoplancton.

En el Santuario de Fauna y Flora Malpelo se realizaron estudios durante los años 2006 y 2007, se encontraron 42 especies y/o morfoespecies de diatomeas y 43 especies y/o morfoespecies de dinoflagelados; los géneros más abundantes de diatomeas fueron *Rhizosolenia*, *Chaetoceros*, *Coscinodiscus* y *Thalassiosira*; mientras que de dinoflagelados fueron *Ceratium*, *Ornithocercus*, *Protoperidinium* y *Dinophysis*, (Ramírez-Roa D., y Beltrán-León B., 2010).

Zooplancton



Organismos zooplanctónicos del SFF Malpelo, ©Laboratorio Imágenes Postgrado Biología-Ortega, Beltrán.

Organismos heterótrofos, con elevada heterogeneidad de formas, tamaños, sistemas de locomoción y de alimentación, para satisfacer sus requerimientos biológicos y ecológicos. Dentro de este grupo se encuentran los invertebrados planctónicos (equinodermos, crustáceos, poliquetos, etc.) y el ictioplancton (huevos y larvas de peces). Estos organismos representan el segundo eslabón de la cadena alimentaria de los ecosistemas

acuáticos, es decir, se alimentan de fitoplancton, son consumidores primarios que sirven como alimento para organismos más grandes. El zooplancton forma el principal vínculo entre el fitoplancton y los animales marinos de mayores dimensiones. Este grupo representa una fuente de alimento esencial para el ambiente acuático. Las grandes ballenas oceánicas, por ejemplo, se alimentan directamente de zooplancton.

Los estudios de las variaciones temporales y espaciales de las comunidades zooplanctónicas en áreas protegidas permitirán no solo establecer niveles de biodiversidad y líneas de base ecológicas en sistemas poco perturbados, sino una mejor toma de decisiones para el manejo adecuado de estas importantes áreas. En el Santuario de Fauna y Flora Malpelo se realizaron estudios durante los años 2006, 2007 y 2008 donde se encontraron 45 grupos

zooplanctónicos, los grupos más abundantes fueron larvas de Sergestidae, chaetognathos, amphipodos, huevos de peces, apendicularia, heterópodos, ctenophoros, zoeas de porcellanidos, eufáusidos, cirripedios (plumón de Balanus), hidrozooos, zoeas de anomura, doliolos, siphonophoros y gastrópodos. El grupo dominante fue el de los copépodos (Velasco-Vinazco, E. y Beltrán-León B., 2010).

Ictioplancton



Organismos ictioplanctónicos del SFF Malpelo, ©Laboratorio Imágenes Postgrado Biología-Ortega, Beltrán.

Los huevos y larvas de los peces son vertebrados temporales del plancton y pertenecen a diversas familias, su importancia ecológica radica en que muestra a través de la variabilidad de su composición y abundancia, la calidad o el deterioro de los medios que ocupa. Puede proporcionar información de utilidad para comprobar procesos de conectividad y el conocimiento necesario para comprender muchos aspectos de las pesquerías (pueden proveer la clave para entender la relación stock-reclutamiento).

En el Santuario de Fauna y Flora Malpelo se vienen realizando monitoreos desde el año 2006 hasta la fecha, con miras a brindar información sobre los huevos y larvas de peces para establecer un acertado manejo de los recursos, determinar áreas y épocas de desove y cría, y la relación e influencia del medio ambiente sobre el desarrollo de vida temprano.

Además de obtener un inventario de la biodiversidad de especies, que unido a muestreos periódicos (monitoreos), coadyuve a la toma de decisiones que integran la conservación y el uso sostenible de los recursos. Como resultados se ha encontrado que el SFF Malpelo presenta altas abundancias promedio de huevos de peces, por lo que juega un papel muy importante en la dispersión y reclutamiento de huevos, clave para el mantenimiento y repoblación de los recursos pesqueros en las aguas circundantes. Se han identificado estadios larvales de 201 especies pertenecientes a 55 familias, siendo las principales familias capturadas Myctophidae, Photichthyidae, Callionymidae, Bathylagidae, Melamphaidae, Stomiidae, Sternoptychidae, Gempylidae, Nomeidae, Hemiramphidae y Gobiidae (Beltrán-León, B., y Morales-Osorio Y., 2013).

Esponjas

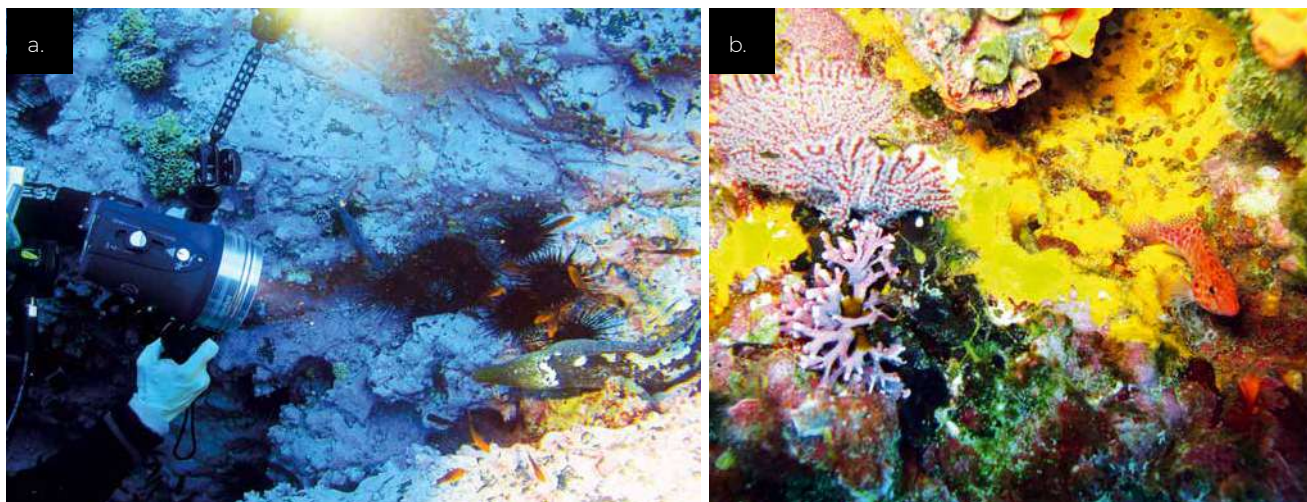
En réalité, les éponges constituent un groupe important du règne animal, elles constituent un modèle essentiel pour notre compréhension de la transition entre les organismes unicellulaires et pluricellulaires

(De hecho, las esponjas son un grupo importante en el reino animal, son un modelo esencial para nuestra comprensión de la transición entre organismos unicelulares y multicelulares)

(De Voes et al., 1991)

Los poríferos o esponjas son considerados los animales marinos más primitivos del planeta, presentes desde hace 500 millones de años; alrededor de 8.000 especies son conocidas en los mares modernos. Estos animales, que viven fijos debajo del mar, tienen variadas formas y deslumbrantes colores, y son un laboratorio natural con más de 200 compuestos farmacéuticos conocidos de interés comercial (Van Soest et al., 2012).

En Malpelo la vida ha sido continua desde su formación, hace alrededor de 20 millones de años; las pocas especies de esponjas marinas conocidas fueron registradas durante la expedición científica a la isla realizada por el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales en 1972. Teniendo en cuenta que desde ese entonces ha sido un grupo poco estudiado, en 2016 se inició un trabajo de exploración y estudio de las esponjas presentes en este santuario. El objetivo de esta investigación fue revisar e identificar las especies de esponjas marinas presentes desde el sublitoral o mesolitoral hasta los 30 metros de profundidad y conocer su posible relación con otros lugares de la región del Pacífico Este Tropical.



a. Registro de esponjas marinas en los fondos submarinos someros de Malpelo, se realizó buceo científico para estudiar la diversidad de la fauna. b. Paisaje de vida marina sobre el fondo rocoso donde las esponjas compiten por espacio con corales duros, blandos, algas y otros organismos. Fotos: Christian Díaz.

Las esponjas de esta área oceánica se encuentran a unos 500 km de Buenaventura y a una distancia un poco menor de la Isla Gorgona, pero separadas de estos ambientes costeros por fosas submarinas de hasta 4.000 m de profundidad. Pareciera que estas comunidades de fauna submarina estuvieran aisladas, ya que se encuentran en el centro de la cuenca del océano Pacífico colombiano, donde las corrientes oceánicas chocan contra la Isla Malpelo y sus islotes, generando cambios en las características físicas del agua a lo largo del año, lo cual puede modular la disponibilidad de alimento para las esponjas, teniendo en cuenta que un solo individuo de gran



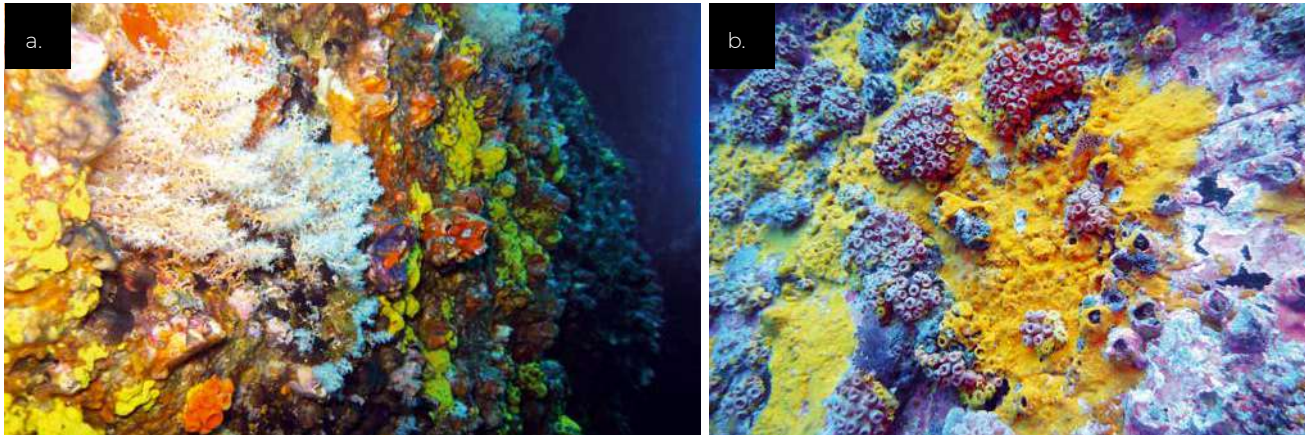
Algunas esponjas marinas crecen bajo grandes rocas sumergidas que rodean la isla e islotes de Malpelo.
a. Una esponja de color rojo creciendo sobre roca en aguas someras, alrededor también crecen algas verdes.
b. Una esponja de tonos pálidos con un caracol asociado, encontrados en zonas de rocas donde llega poca luz del sol. Fotos: Christian Díaz.

tamaño puede bombear su propio volumen cada 10-20 segundos (Brusca, R. & Brusca, G., 2003).

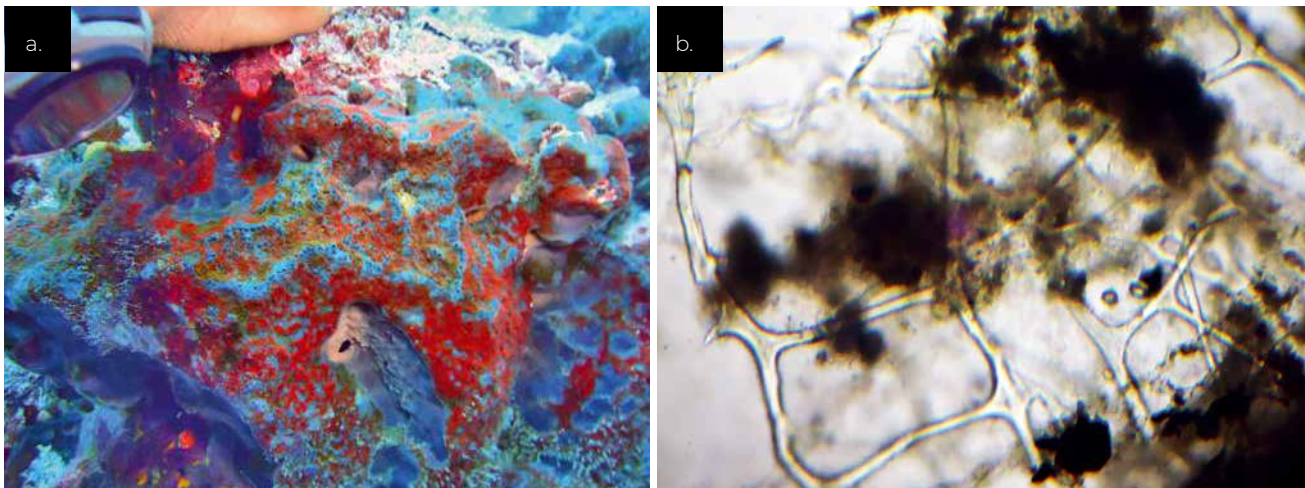
Para alimentarse, las esponjas filtran pequeñas partículas vivas y muertas suspendidas en el agua, mediante una serie de poros que tienen en su interior. De hecho, uno de los poríferos encontrados con mayor frecuencia en las aguas circundantes a Malpelo es una especie no identificada del género *Suberea* (esponja amarilla), la cual tiene un esqueleto de fibras proteínicas y es parecida a las esponjas usadas en la ducha. Este tipo de esqueleto fibroso es altamente poroso y sirve igualmente de hogar para una diversidad de microbios simbioses uni y pluricelulares con gran capacidad química, la cual es utilizada por la esponja como un tipo de “arma”, ya que le permite crecer, recubrir y rellenar a sus vecinos inmediatos, como corales, briozoos, balanos, algas verdes y coralinas, entre otros.

Algunas esponjas se pueden encontrar en las formaciones coralinas de *Pocillopora* y *Pavona* que franjean la isla y sus islotes, creciendo en la base de las colonias de coral como es el caso de *Prosuberites* sp., esponja de color naranja. Por otro lado, bajo las rocas y grietas en zonas de poca luz, una esponja aún no identificada ha sido encontrada con frecuencia en varias localidades al noreste de la isla, creciendo como “telarañas” que adhieren y estabilizan partes del fondo del mar.

Las comunidades biológicas que viven en las aguas someras de Malpelo hasta 30 m de profundidad, tienen aproximadamente 2 km² para su desarrollo, por lo que pareciera que existe un patrón de zonación de vida recubriendo las rocas. Al norte, este y oeste de la isla las algas coralinas rojas y rosadas dominan el fondo marino y sobre ellas la esponja *Carterospongia* sp. (color oscuro y esqueleto de fibras) crece con frecuencia, asociándose también con corales abanico del género *Pacificorgia*; en los islotes llamados Los Mosqueteros esta esponja crece en conjunto con balanos, briozoos y corales solitarios, generando un mosaico de vida similar a una pintura de arte contemporáneo. Por su parte, al sur de la isla, la zonación de vida sobre las rocas se destaca por algas



Las esponjas pueden cubrir enormes paredes submarinas de la isla e islotes en Malpelo, a. Una pared cubierta por invertebrados marinos como esponjas, octocorales y briozoos, b. Una pared cubierta por corales duros y esponjas. Fotos: Christian Díaz.



Las esponjas pueden tener un esqueleto interno que sirve como andamiaje para el animal, a. Una *Carterospongia* sp. y b. Imágenes de su esqueleto conformado por fibras de proteína. Fotos: Christian Díaz.

verdes costrosas, donde hasta ahora las esponjas son poco abundantes.

Uno de los resultados obtenidos durante estos dos años de investigación es el hallazgo de la primera esponja calcárea en Malpelo, encontrada por los autores en el Bajo del Monstruo en 2016.

Estos estudios aportarán igualmente a las estrategias de manejo del SFF Malpelo, en el actual escenario de cambio climático global, brindando

datos para actualizar los inventarios de biodiversidad e identificar rutas de flujo genético que expliquen el estado de las comunidades biológicas en ecosistemas como arrecifes de coral, sustratos rocosos y fondos blandos a lo largo del Pacífico Este.



Formaciones coralinas de las profundidades de Malpelo creciendo en forma laminar o de "tejado". Este tipo de crecimiento permite mejor aprovechamiento del espacio y de la energía solar. Foto: Sabrina Monsalve Rocha, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Formaciones coralinas

En las formaciones coralinas de Malpelo es común encontrar corales blandos (octocorales) y corales pétreos (o escleractinios (hexacorales); estos últimos producen un esqueleto externo de carbonato de calcio en forma de casa, en donde se alojan y resguardan, creciendo colonialmente desde unos pocos centímetros hasta alcanzar grandes tamaños de varios metros de diámetro y algunos más de altura. Estas especies coloniales dan origen, con el tiempo, a los arrecifes de coral; formaciones ciclópeas que alteran los fondos marinos, altamente productivas y hogar de miles de especies de todos los grupos taxonómicos, que incluso detienen o modifican la energía del oleaje, protegiendo las costas en frente a ellas. Toda esta maravilla es producto de una asociación entre el pólipo coralino, organismo creador de las colonias, y algas microscópicas llamadas zooxantelas que se fijan en sus tejidos.

Los corales pétreos de Malpelo no logran formar estructuras arrecifales por la falta de sustratos horizontales apropiados; sin embargo, tienen un buen desarrollo hasta 30 m de profundidad y una distribución en el espacio relacionada con la profundidad.



Formaciones coralinas con diferentes tipos de crecimientos: foliosas (estilo plato) y de domo. Foto: Sabrina Monsalve Rocha, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

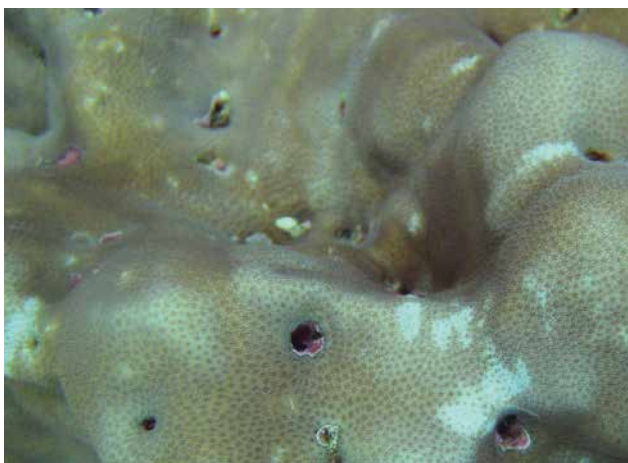
Entre los corales pétreos se observan diferentes formas de crecimiento como de domo, ramificados, masivos, foliosos e incrustantes. En Malpelo se encuentran todos los tipos de crecimiento, primando las formas masivas y ramificadas, aun cuando en la zona de La Nevera los masivos tienen forma básicamente foliosa. Las especies coralinas que comúnmente se encuentran, tanto en El Arrecife como en La Nevera, son:

Pavona gigantea: colonia masiva con forma de casco, de coloración normalmente gris o amarilla y apariencia felpuda y suave. Hay varias colonias en la zona somera de El Arrecife, de tamaño considerable, amarillentas, y otras más en la zona profunda, grises y de menor tamaño. Son importantes formadoras de arrecife.



Especie de coral masivo *Pavona gigantea* ubicada en la zona media de El Arrecife. Foto: Raúl Navas-Camacho.

***Pavona clavus*:** colonia masiva con forma de roca y con elevaciones curvas similares a llantas, de coloración marrón claro u ocre. Se les encuentra predominantemente en la parte media y profunda de El Arrecife, entre 20 y 23 m de profundidad en el extremo norte; también es común encontrarlas en La Nevera.



Colonia de la especie *Pavona clavus* hallada en la zona media de las formaciones coralinas de El Arrecife y La Nevera. Foto: Raúl Navas-Camacho.

***Pavona chiriquiensis*:** colonia de tipo incrustante, con coloración variable del marrón claro a verde oliva, fácilmente identificable por presentar los cálices como estrellas blancas. Observada en el nivel medio y profundo de El Arrecife y en La Nevera.



Colonia de la especie *Pavona chiriquiensis* encontrada en El Arrecife. Foto: Raúl Navas-Camacho.

***Gardineroseris planulata*:** colonia de coral pétreo común en las formaciones coralinas de Malpelo, donde crece en forma de pirámide o domo y es fácilmente distinguible por el aspecto de colmena que presentan sus cálices con organización hexagonal. Su coloración semeja un gris verdoso oscuro y se encuentra en los sectores medio y profundo de El Arrecife, especialmente en sus extremos norte y sur.



Colonia de *Gardineroseris planulata* con su forma característica de colmena. Foto: Raúl Navas-Camacho.

***Porites lobata*:** este coral produce las colonias de mayor tamaño y distribución en las formaciones coralinas de la isla. Su superficie es lisa y de aspecto suave, con abultamientos y cálices de tamaño pequeño, y coloración marrón claro, principalmente. Se halla en La Nevera, con formas de domo o recubriendo extensas áreas de roca en El Arrecife y como láminas perpendiculares al sustrato.



Aspecto de una colonia de *Porites lobata* de El Arrecife. Foto: Raúl Navas-Camacho.

Pocillopora eydouxi: esta es la especie de coral con crecimiento ramificado más abundante y de gran distribución en Malpelo. Si bien, es poco abundante en los arrecifes de Gorgona y Utría, en Malpelo se ve por doquier y en una multiplicidad de formas que ha llamado la atención de varios investigadores del país. Se encuentra con apariencia de ramas, compacta tipo incrustante, compacta como un repollo, entre otras. Su coloración es principalmente marrón oscuro a rojizo.



Colonia de *Pocillopora eydouxi* de forma ramificada ubicada en El Arrecife. Foto: Raúl Navas-Camacho.

Tubastraea coccinea: coral de grandes cálices que crece en pequeños muñones o de forma solitaria alrededor de la isla, bajo rocas o colonias masivas. Los cálices tienden a ser rojizos o verdosos, pero el pólipo es de color amarillo brillante.



Cálices del coral flor *Tubastraea coccinea*. Se observa el pólipo de color amarillo. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

En comparación con las principales formaciones coralinas de Gorgona y Utría, las encontradas en Malpelo, si bien comparten varias especies, poseen una mayor complejidad topográfica, colonias de crecimiento masivo de gran tamaño y definitivamente alcanzan una profundidad mucho mayor. Mientras los arrecifes de Utría y Gorgona no sobrepasan los cinco metros de profundidad, en El Arrecife, en Malpelo, puede haber corales hasta cerca de los 30 m y en La Nevera superar esa profundidad.



Panorámica de la pendiente en la parte profunda de la formación coralina conocida como El Arrecife, nótese la topografía y tridimensionalidad del sector. Foto: Raúl Navas-Camacho.

La formación coralina de La Nevera, ubicada en el costado occidental de la isla, está en una pared con una pendiente muy pronunciada, con planos escasos y pequeños, alcanzando más de 40 m de profundidad. Debido a la transparencia de las aguas oceánicas que priman en Malpelo, están cubiertas casi en su totalidad por corales de crecimiento masivo y ramificado, al igual que de gran cantidad de corales blandos en forma de candelabro y abanico.

Los corales masivos, que normalmente tienen forma de domo o roca, toman en su gran mayoría un aspecto de plato, separándose de la roca, lo que les permite alcanzar mayor tamaño y ocupar más espacio, además de captar mayor cantidad de energía de la luz que entra al mar. Esto facilita además que

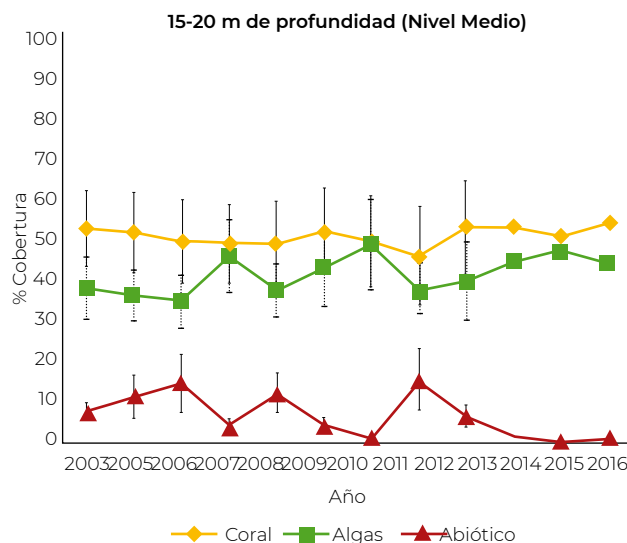
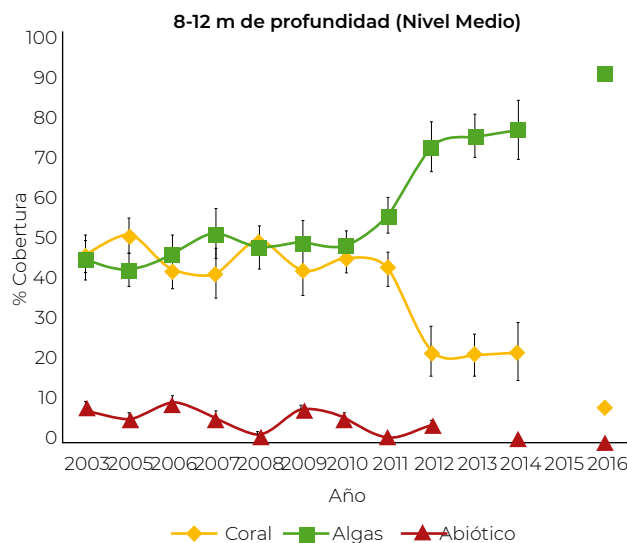
un considerable número de colonias cubran estas paredes, brindando un paisaje sin parangón en el Pacífico colombiano, desde unos pocos metros por debajo del espejo de agua hasta profundidades ya mencionadas que atraen gran cantidad de buzos e investigadores.



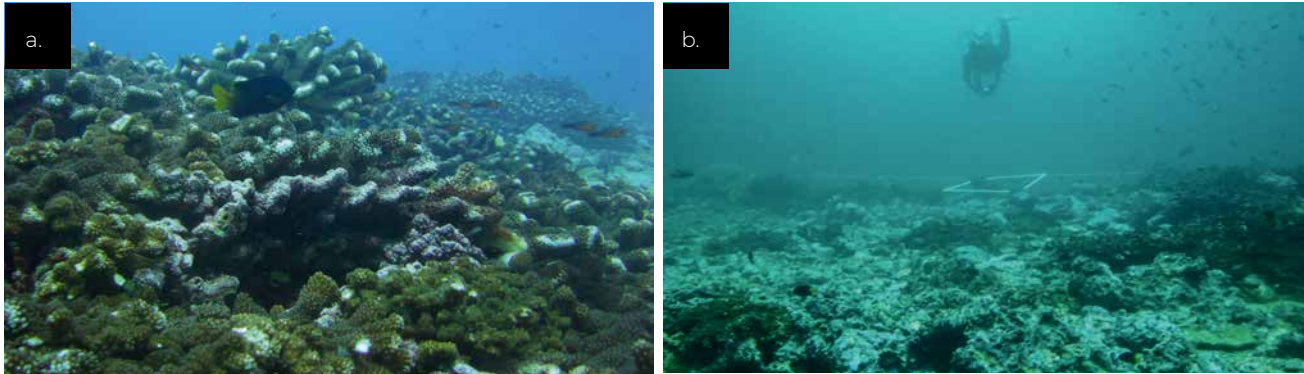
La formación coralina de La Nevera se adapta a las paredes que descienden a más de 40 metros de profundidad y sus corales adoptan curiosas formas de plato. Foto: Alberto Rodríguez-Ramírez.

Por su parte, la formación coralina conocida como El Arrecife presenta dos niveles definidos, no solamente por la conformación y su topografía, sino por la distribución de las especies de coral allí encontradas. El Arrecife presenta un primer nivel a 10 m de profundidad que contiene un área compuesta de cascajo, pequeñas rocas o cantos cubiertos de algas calcáreas incrustantes, y colonias masivas y ramificadas dispersas, un segundo nivel libre de corales, y el tercero que, hasta el año 2010, se hallaba densamente poblado de corales de tipo ramificado y algunos de tipo masivo. Dicho año, El Arrecife sufrió un

severo remesón por un oleaje de fuerza y magnitud inusual que aflojó y removió las colonias de tipo ramificado, las cuales durante los tres años siguientes fueron literalmente desaparecidas por la energía de las olas y corrientes, al punto que la cobertura coralina bajó de manera dramática en este sector, perdiéndose un paisaje hasta entonces único en el país. De una cobertura de hasta 51 % registrada en 2005, se bajó a un valor de 8,2 % en 2016.

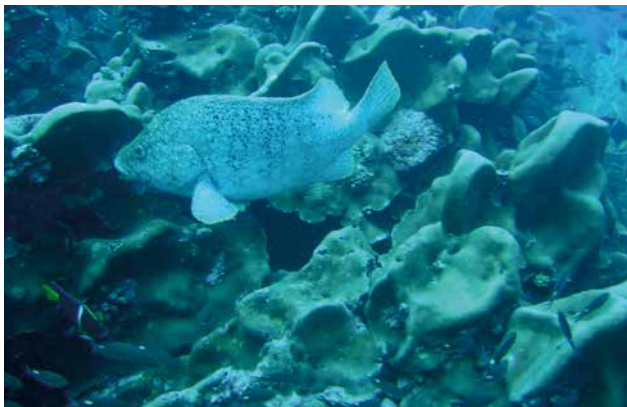


Valores promedio y error estándar de la cobertura de corales, algas y sustrato inerte en las dos estaciones (12 y 20 metros) Simac de El Arrecife. Puede verse la dramática pérdida de cobertura coralina en la estación más somera después del año 2010.



a. Paisaje que ofrecía el sector más somero de la formación coralina de El Arrecife, con abundantes colonias de corales ramificados y exuberancia de formas y colores, densamente acompañadas de múltiples especies de peces de arrecife.
b. Paisaje actual tras la devastación producto del sismo del 2010 y el oleaje de cada año. Fotos: Raúl Navas-Camacho.

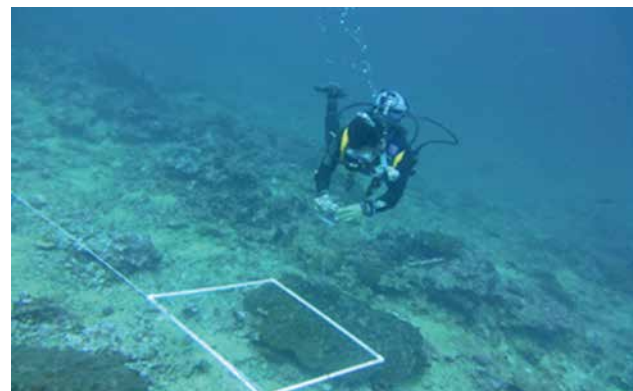
Si bien las colonias ramificadas continúan presentes en los estratos más profundos de El Arrecife, son cada vez más escasas y reemplazadas por colonias de especies con crecimiento masivo, algunas con tamaños formidables que cubren rocas y fondos de la isla. Este sector está claramente demarcado por una lengua de cascajo y arena al sur, y casi 200 m hacia el norte por una zona rocosa. Se caracteriza por presentar al norte una segunda lengua de cascajo y arena que lo divide en dos, y diversas agregaciones de corales que le dan una apariencia diferente a cada sector.



Formación de corales masivos presente a cerca de 22 m de profundidad en el extremo norte de El Arrecife y que no se repite en otra zona del mismo. Foto: Raúl Navas-Camacho.

Cerca de ocho especies de coral se hallan presentes en la formación coralina de El Arrecife y un número similar en la formación de La Nevera. Salvo la acción

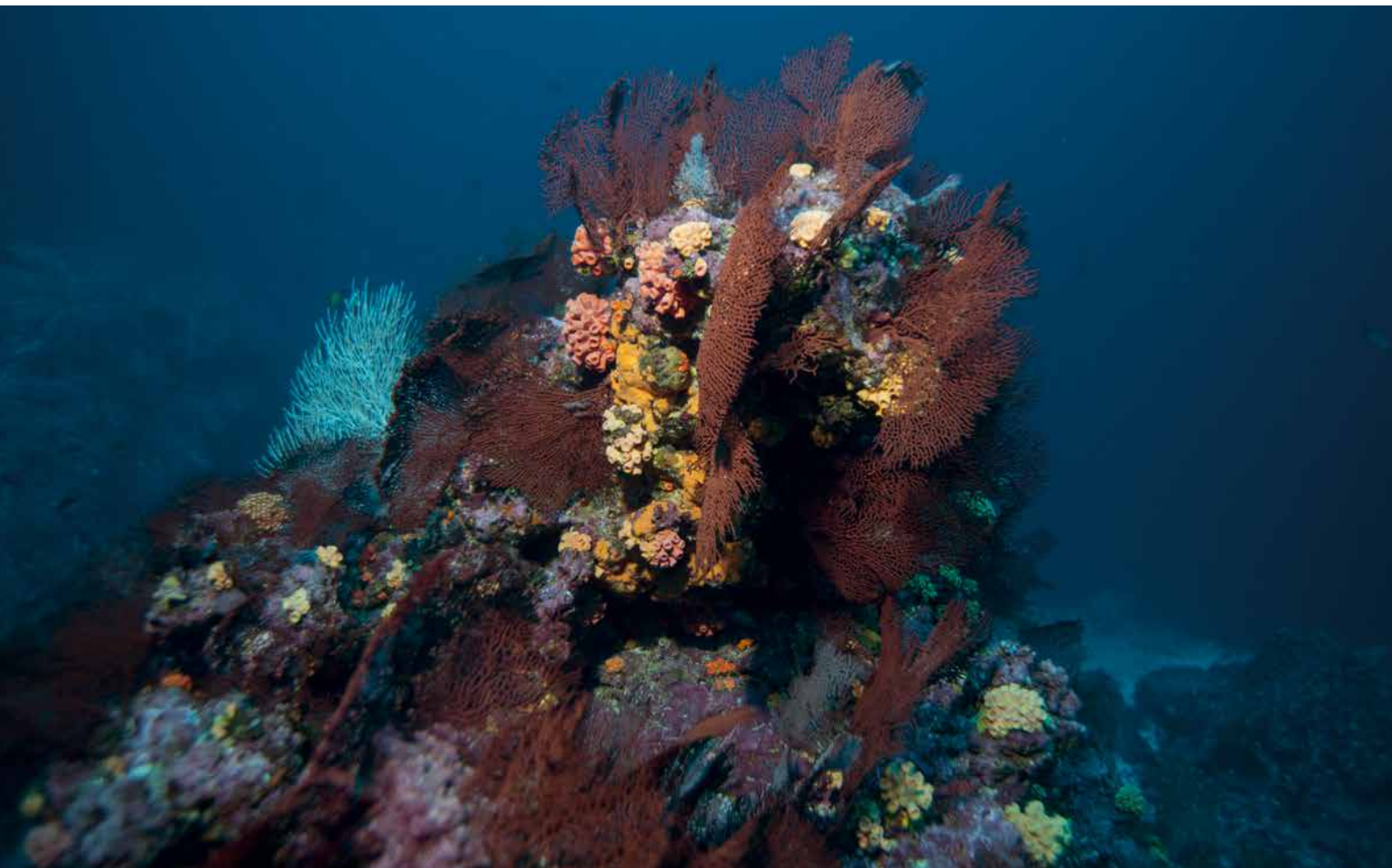
mecánica y destructiva de las olas en El Arrecife, son pocos los agentes que se han evidenciado que causen daño o disminución de las formaciones coralinas. Debido a la importancia de Malpelo y de sus formaciones coralinas, en el año 2003 el Invermar instaló dos estaciones de monitoreo en El Arrecife, a 12 y 20 m de profundidad, y cada año desde entonces ha venido monitoreando el estado y conservación de dichas formaciones. En 2016 se instaló una nueva estación sobre la pared escarpada en La Nevera, a 20 m de profundidad. Para tal efecto dos investigadores se desplazan al Santuario cada año y ejecutan un protocolo estricto, que comprende el registro de algas, corales duros, corales blandos, otros invertebrados como langostas y erizos, además de peces arrecifales, enfermedades y blanqueamiento.



Investigador del Invermar llevando a cabo el protocolo de monitoreo coralino del Simac en Malpelo, mediante el uso de cuadrantes de 1 x 1 m y fotografías de dicho cuadrante. Foto: Raúl Navas-Camacho.

Octocorales, hospederos de minúsculos caracoles ectoparásitos

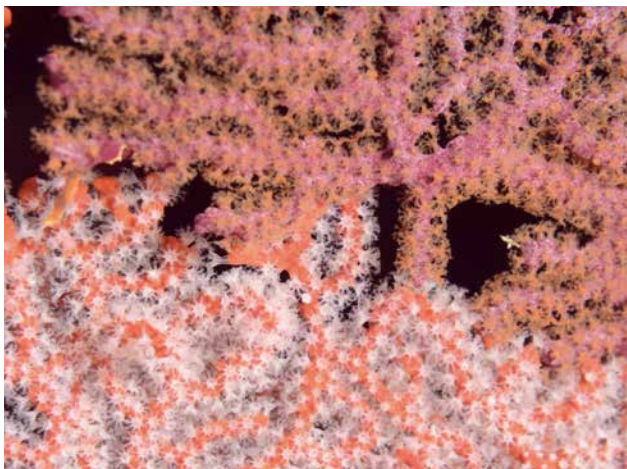
Entre los fundadores y colonos exitosos en el infralitoral de la Isla Malpelo están los octocorales, que aunque son solamente cuatro especies, alcanzan densidades de hasta 20 col m⁻² entre 10 y 20 m de profundidad (Sánchez *et al.*, 2011). El paisaje submarino de Malpelo se caracteriza en gran parte por dos octocorales del tipo abanico de mar, *Pacifigorgia cairnsi* y *Pacifigorgia cf. curta*, los cuales hacen parte de una rápida diversificación de este grupo de octocorales en todo el Pacífico Este Tropical (Sánchez J., 2016). Estos dos abanicos de mar son el hospedero de minúsculos caracoles ectoparásitos de los géneros *Simnia* y *Siminialena* (Ovulidae), los cuales



Los abanicos de mar, *Pacifigorgia* spp., se alimentan del plancton dispersado por las corrientes. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.



Ejemplares de caracoles ovúlidos (*Simnia* y *Siminialena*) camuflados asociados con abanicos de mar *Pacificigorgia* (Gorgoniidae: Octocorallia) en la Isla Malpelo, Pacífico Este Tropical. Fotos: Juan A. Sánchez.



Postura de huevos de los caracoles *Simnia* y *Simnialena* sobre abanicos de mar en Malpelo. Nótese la ovoposición de ambos colores sobre un mismo abanico de *Pacificorgia*; los abanicos de las dos especies suelen estar muy cerca unos a otros. Fotos: Juan A. Sánchez.

Depredadores potenciales de los caracoles *Simnia* y *Simnialena* en Malpelo. Peces halcón, *Oxycirrhites typus* y *Cirrhichthys oxycephalus* y el pez endémico *Lepidonectes bimaculatus*. Fotos: Juan A. Sánchez.

se mimetizan con gran perfección a la apariencia (estructuras y colores) de los abanicos (Sánchez J., 2013), formando incluso estructuras papilosas en el manto con la forma de los pólipos coralinos y sus tentáculos.

El camuflaje es uno de los más obvios ejemplos de evolución y selección natural en la naturaleza. Su función tiene dos vías para la sobrevivencia de una especie al volverla invisible a sus depredadores y/o presas. En la Isla Malpelo los caracoles ovúlidos de los géneros *Simnia* y *Simnialena* son casi indistinguibles de la superficie de un abanico de mar. Este tipo de mimetismo, llamado técnicamente como 'enmascararse', tiene además la ventaja que si el individuo es descubierto, no parece un elemento comestible, por lo que es una estrategia generalmente adoptada por organismos susceptibles a la depredación. El mecanismo para lograr este mimetismo casi perfecto no se conoce en su totalidad, pero se sabe que corresponde más a aclimatación que a adaptación, dado que marcadores genéticos a nivel de especie dan como idénticas por lo menos once variedades diferentes de caracoles en el Pacífico Este Tropical, incluyendo las de Malpelo (Sánchez *et al.*, 2016).

Toda esta perfección para enmascararse se deja de lado a la hora de la reproducción. Hasta una docena de caracoles de diferentes colores se reúnen sobre algún coral para reproducirse y en medio del frenesí se olvidan completamente de no llamar la atención. La postura de sus huevos, así como el primer desarrollo

larval, ocurren sobre el abanico de mar y los colores de los huevos son del mismo color que el individuo parental. En la Isla Malpelo los abanicos de mar rojos y púrpuras coinciden y los caracoles de los diferentes corales se cruzan en agregaciones reproductivas, en donde podrían ser detectados por los depredadores naturales.

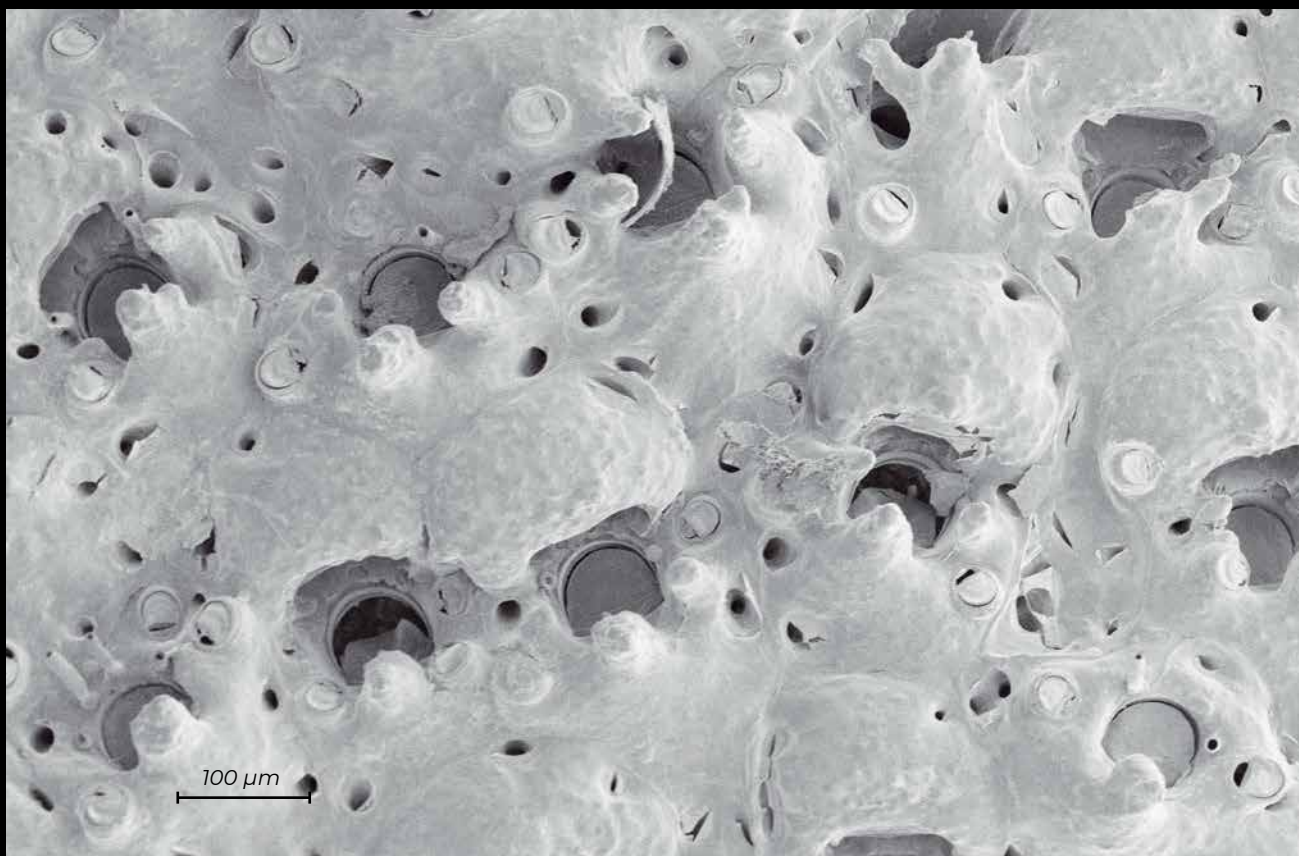
Los peces halcón, depredadores naturales de estos caracoles, también son camuflados por la malla de los abanicos y tienen una visión muy aguda. La decisión de los caracoles de dejar su abanico hospedero para poder reproducirse los expone a la depredación. Es claro que pasar los genes a la siguiente generación es la apuesta entre la vida y la muerte que los caracoles de Malpelo prefieren hacer. La vida de estos caracoles también se ve afectada por la suerte que sufran sus corales hospederos, que hoy se ven amenazados por diferentes factores como especies invasoras, enfermedades fúngicas, acidificación oceánica, entre otras (Sánchez J., 2016).

Aunque normalmente el fenómeno de camuflarse lleva con el paso de generaciones a que se fijen ciertos rasgos en las poblaciones del caracol, es un evento incipiente en la Isla Malpelo, por lo que se asume responde a plasticidad fenotípica. Evidencia de esto son las agregaciones reproductivas de caracoles de todos los colores. Esta apuesta de vida o muerte, camuflarse o reproducirse, es la que eventualmente fijará los genes de cada color en la población; sin embargo, por el momento no se sabe cómo cada caracol logra camuflarse.

Briozoos

Los briozoos (*phylum* Bryozoa) son invertebrados acuáticos, coloniales, sésiles, diversos, de amplia distribución y comúnmente encontrados en casi todos los ecosistemas marinos del mundo, desde pocos centímetros hasta miles de metros de profundidad, y en todas las latitudes. Su ciclo de vida incluye una fase planctónica seguida de una metamorfosis hacia un organismo sésil, que consiste en la adhesión sobre un sustrato temporal o permanente, el cual utilizarán para moldear su estructura adulta.

Una de las características más vistosas de este grupo es que presentan colonias de distintos tamaños y formas, como discoideas, incrustantes, estoloníferas, erectas, foliáceas y arborescentes (Mckinney F. & Jackson J., 1989), las cuales pueden adherirse a distintos tipos de sustrato, debido a su tolerancia a las fluctuaciones físico-químicas del medio y a la capacidad de moldear su morfología de acuerdo a las exigencias del mismo, lo que le ha conferido su gran éxito adaptativo. Así mismo, algunos briozoos son pioneros y/o basibiontes, haciéndolos parte de la comunidad *fouling* (organismos que colonizan las estructuras sumergidas por el hombre), además de ser un componente importante de la biodiversidad marina tropical (Harmer S., 1915).



Hippoporella cf. *Gorgonensis*

Fotografía electrónica de barrido de un fragmento de colonia incrustante mostrando sus ovicelas y la complejidad morfológica de esta especie. Foto: Vanessa Yepes-Narváez.



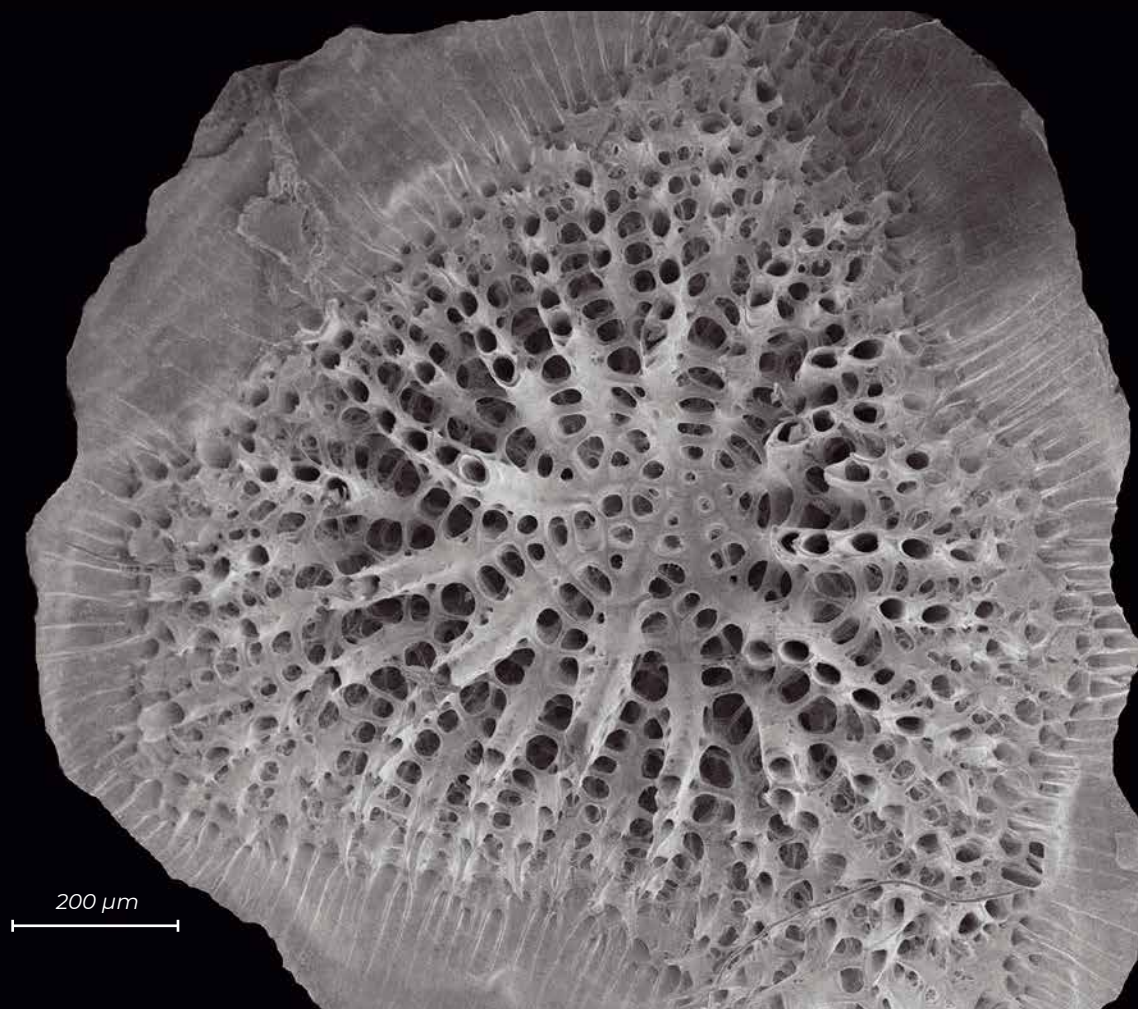
Thalamoporella sp.

Fotografía electrónica de barrido de un fragmento de colonia uniserial mostrando avicularia interzoecial gigante.
Foto: Vanessa Yepes-Narváez.

El conocimiento actual de estos organismos en el Pacífico Este Tropical es escaso, y la información disponible corresponde a registros de especies en varios sitios, en un área que comprende desde el sureste de California a las Islas Galápagos. El primer registro de este grupo fue realizado por d'Orbigny (1847), quien listó catorce especies para la costa oeste de Suramérica; sin embargo, muchas especies no pudieron ser confirmadas pues no presentaban figuras y tenían descripciones incompletas. Posteriormente Busk G. (1856) describió quince especies para Mazatlán, Pacífico mexicano, y Trask J. (1857) registró cinco especies para San Francisco. Más tarde, Fewkes W. (1889) describió *Clavopora occidentalis* para el sureste de California, así como

algunos otros registros realizados por Busk, Hincks y Waters. Otros aportes importantes en esta zona fueron los realizados por Canu F. y Bassler R. (1930), Hastings A. (1930) y Osburn R. (1953), quienes recolectaron material en el Golfo de Panamá, Gorgona y las Islas Galápagos, registrando más de 150 especies. Actualmente, los estudios siguen siendo escasos; no obstante, se resaltan los trabajos de Banta W. y Redden J. (1990) Soule *et al.* (1995; 1998), Soule *et al.* (2003; 2004) y Chiriboga *et al.* (2014), entre otros.

En el Santuario de Fauna y Flora Malpelo, entre 2010 y 2013 se realizó un inventario en los sectores El Arrecife y La Nevera, donde se identificaron 29 especies y 18 géneros, agrupados en 16 familias;



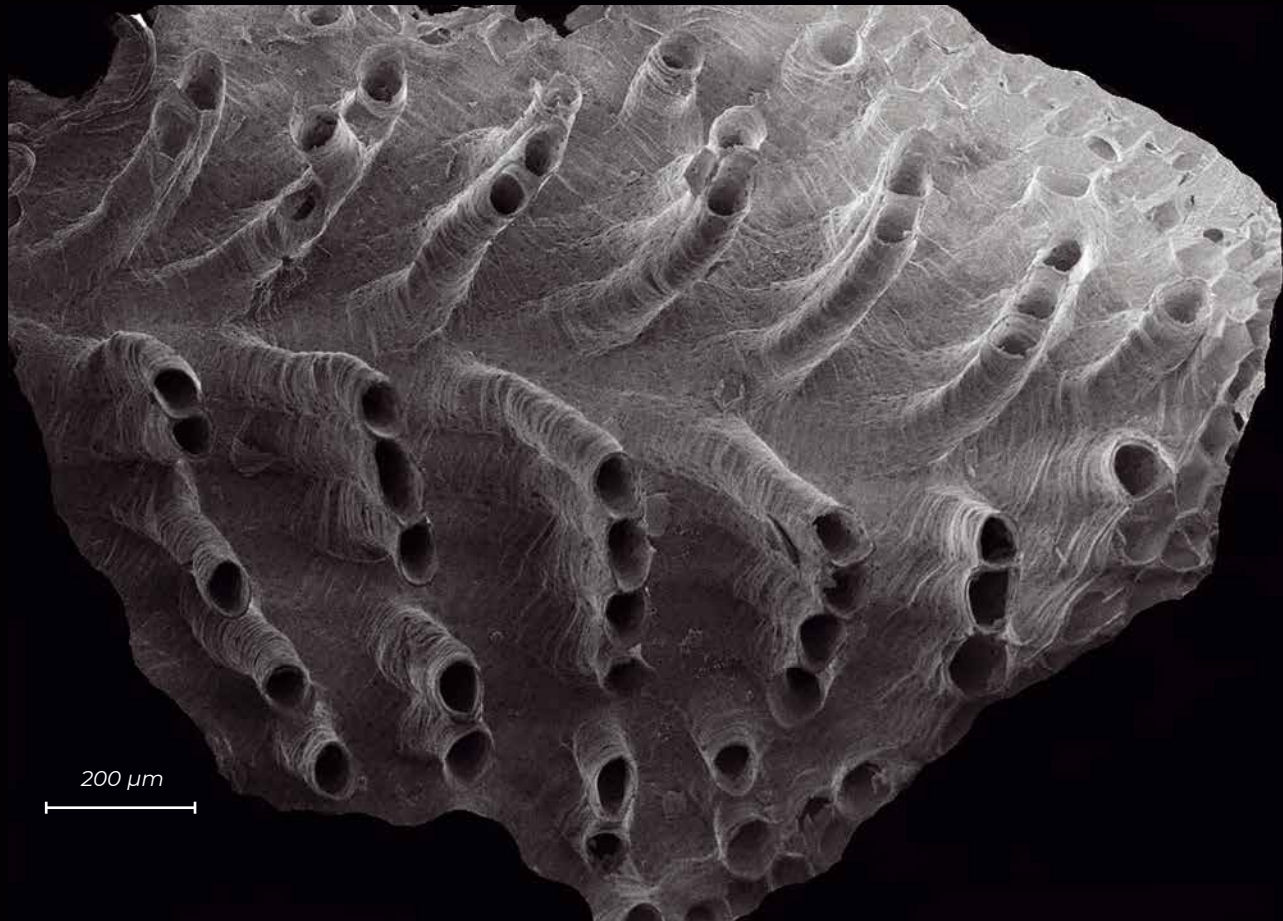
Lichenopora intricata

Fotografía electrónica de barrido de una colonia completa. Foto: Vanessa Yepes-Narváez.

de estas especies, 22 son primeros registros para el país, nueve son registros nuevos para el Pacífico colombiano y trece son posibles nuevas especies para la ciencia.

La familia Lepraliellidae fue la más común y el género *Celleporaria* el que más especies presentó. El orden Cheilostomatida tuvo una riqueza del 60 % y el orden Cyclostomatida del 40 %, lo cual es interesante tanto taxonómica como ecológicamente debido a la alta proporción de especies briozoos ciclostomados hallados y por el escaso conocimiento que de ellos se tiene en el Pacífico colombiano.

La distribución batimétrica de briozoos en el santuario evidenció la presencia de una especie exclusiva a 10 m de profundidad, cinco a 20 m y 23 especies comunes a ambas profundidades. Respecto a la composición, El Arrecife presentó el mayor número de briozoos, con el 40 % del total revisado; especies como *Hippoporella* cf. *gorgonensis*, *Plesiocleidochasma porcellanum*, *Rhynchozoon rostratum*, *Tubulipora liliacea* y organismos del género *Celleporaria*, caracterizaron el material de este sector. En cuanto al porcentaje de cobertura por especies de briozoos, *Hippoporella* cf. *gorgonensis*, *Celleporaria* sp.1 y *Celleporaria* sp. 3 presentaron las mayores coberturas con 30, 21 y 11 %, respectivamente.



Tubulipora liliacea

Fotografía electrónica de barrido de un fragmento de colonia incrustante mostrando la orientación de los tubos anastomosados. Foto: Vanessa Yepes-Narváez.

En cuanto a las formas de crecimiento, el incrustante laminar fue el más encontrado en el material revisado (sobre otros tipos de crecimiento como el incrustante masivo y el erecto articulado), pues fue exhibido por el 87 % de las especies encontradas, registrándose una tendencia a colonizar otras especies de briozoos, bivalvos y crustáceos.

Este inventario de especies fortalece el conocimiento del *phylum* en el Pacífico Este Tropical, y permitió obtener datos sobre la dinámica de las poblaciones de briozoos en la zona; asimismo, sienta las bases para el planteamiento de nuevos proyectos

y la ejecución de otras actividades que permitan entender su comportamiento en los ecosistemas del Pacífico colombiano.

Las principales especies de briozoos encontradas pertenecen a los géneros *Hippoporella*, *Lichenopora*, *Puellina*, *Rhynchozoon*, *Thalamoporella* y *Tubulipora*, son géneros importantes debido a que incluyen, en su mayoría, las posibles nuevas especies para la ciencia, permitiendo describir sus caracteres morfométricos. Por lo tanto, se espera divulgar estas modificaciones taxonómicas a la comunidad científica en un futuro cercano.

Moluscos, artrópodos, equinodermos y otros invertebrados

Moluscos

Se caracterizan por tener una alta diversidad de formas; entre ellos se encuentran caracoles y babosas, ostras y almejas, calamares, pulpos y nautilus, y quitones. A pesar de la gran variedad y poca relación aparente (si se compara un pulpo con una almeja, por ejemplo), existen unas características comunes que los identifican: tejido epitelial blando (de donde viene su nombre) denominado manto, capaz de secretar una concha calcárea que sirve de protección (la concha puede ser conservada toda la vida o perderse durante el desarrollo del animal); una estructura bucal o rádula (no presente en todos los grupos), que combina las funciones de dientes y lengua; una estructura muscular llamada pie, que cumple diferentes funciones relacionadas con el movimiento, dependiendo del tipo de molusco; un tipo de larva especial conocida como veliger, que secreta la primera concha, y una cavidad de intercambio con el medio exterior denominada cavidad del manto o cavidad paleal.

Aunque hay especies de este grupo que habitan sistemas de agua dulce y otras de hábitos terrestres, la mayoría son marinas. En relación con el tipo de alimentación, también existe una gran radiación adaptativa; hay depredadores, filtradores, alimentadores de depósito, detritívoros, carroñeros y parásitos. La importancia de los moluscos para los humanos es ampliamente reconocida porque hacen parte de su alimentación (ostras, almejas,



Un pulpo (*Octopus* sp.) muestra su gran capacidad de mimetismo en el ecosistema rocoso submarino de Malpelo.
Foto: Juan Felipe Lázarus.

berberechos, pectenes, caracoles, pulpos, calamares); para la joyería (perlas), y en la elaboración de artesanías. Algunos moluscos son importantes como plagas en los cultivos, biodestructores de estructuras artificiales, arrecifes de coral y acantilados, deterioradores de madera y embarcaciones, y finalmente, otras especies pueden servir de intermediarios de fases de desarrollo de enfermedades parasitarias humanas de relevancia.

Los moluscos son uno de los grupos más conocidos de Malpelo, inicialmente por la lista pionera de especies presentada en Von Prael, H., & Erhardt, H., (1985), y complementada por Brando *et al.* (1992) y Kaiser, K. y Bryce, C. (2001), lo que hace que actualmente sean conocidas un poco menos de 300 especies del área insular y los mares adyacentes (229 gasterópodos, 60 bivalvos, 6 quitones, 3 cefalópodos y 2 escafópodos) aunque en algunos documentos figuran 340 especies (Unesco *et al.*, 2005). Los moluscos marinos ocupan todos los hábitats disponibles en el SFF Malpelo, desde la zona supralitoral y mesolitoral o intermareal (Capítulo II) del ecosistema rocoso de la isla, hasta fondos profundos alrededor de la dorsal de Malpelo. Contrario a lo que sucede en la mayor parte de lugares del Pacífico colombiano, en Malpelo la fauna del litoral es menos conocida por las dificultades de acceso, y las especies más profundas han sido recolectadas en campañas de muestreo de buques extranjeros.

Sin embargo, en el litoral pueden encontrarse algunas especies de gasterópodos de los géneros *Diodora*, *Echinolittorina*, *Fossarus*, *Littoraria* y *Lottia*, que ocupan la zona supralitoral y habitan en grietas o en pequeños pozos que quedan durante

la marea baja. En zonas rocosas someras y áreas de sedimentos hay especies de los géneros *Acanthais*, *Calliostoma*, *Cerithiopsis*, *Conus*, *Epitonium*, *Hexaplex*, *Macrocypraea*, *Neorapana*, *Mancinella*, *Plicopurpura*, *Tegula* y *Triphora*. También se encuentran las especies de los géneros *Simnia* y *Simnialena*, cuya relación con los gorgonáceos fue descrita en la sección anterior *Octocorales, hospederos de minúsculos caracoles ectoparásitos*. En las colonias coralinas se localizan especies de caracoles de los géneros *Coralliophila*, *Erosaria*, *Hespererato*, *Luria*, *Quoyula* y *Vermicularia*, y algunas de bivalvos de los géneros *Gastrochaena* y *Lithophaga*, que perforan los esqueletos coralinos, tanto en la parte viva como en sus bases muertas. Finalmente, en las zonas profundas alrededor de la isla se encuentran *Caducifer*, *Crassispira*, *Leucosyrinx*, *Microdaphne* y *Polystira*.



Conus dalli es un molusco cazador de invertebrados que habita las zonas rocosas de Malpelo. Estos caracoles logran cazar a sus presas desde alguna distancia, gracias a su rádula en forma de arpón y a la presencia de unas glándulas venenosas que las paralizan. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Artrópodos

Una de las características de los crustáceos (balanos, cangrejos, camarones, langostas, entre otros) es que tienen dos pares de antenas y están clasificados dentro del grupo de los artrópodos, organismos segmentados que poseen exoesqueleto y patas articuladas. Constituyen uno de los grupos zoológicos con mayor éxito evolutivo, tanto por el

número de especies vivientes como por la diversidad de hábitats que colonizan; dominan los mares, al igual que los insectos lo hacen sobre la tierra. Su forma corporal y tamaño son variables; algunos miden pocos milímetros (como los copépodos) y otros alcanzan hasta cuatro metros (como el cangrejo araña japonés). Otra característica es

que tienen varios estados larvales, entre los que se encuentran los nauplios, las zoeas, las mysis, las megalopas y otros. Durante el crecimiento presentan mudas (ecdisis), en las cuales el esqueleto es totalmente reemplazado por otro más grande. El tipo de alimentación es altamente variada, por lo que se encuentran organismos detritívoros, herbívoros, filtradores y depredadores. También hay algunas especies parásitas de diversos grupos animales.



a. Langosta espinosa (*Panulirus penicillatus*) se asoma desde su refugio, la base hueca de una colonia de coral masivo (*Porites lobata*). Foto: Juan Felipe Lázarus.
b. Langosta espinosa en su refugio rodeado del coral *Tubastraea coccinea*. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Los crustáceos de Malpelo han sido relativamente bien estudiados debido a varias expediciones, siendo la más importante la del Instituto Smithsonian en 1972, completada con los listados de Von Prael, H. & H. Erhardt (1985) y Brando *et al.* (1992). Actualmente

existe una lista de 158 especies del SFF Malpelo de acuerdo con el documento de la Unesco *et al.* (2005). Sin embargo, en la cuenta por grupos pueden distinguirse: 65 cangrejos, 48 camarones o langostas, 8 balanos, 9 porcelánidos y 6 ermitaños, que suman 136 especies. Estos crustáceos ocupan diferentes hábitats, desde el ecosistema terrestre, como se explicará en el Capítulo IV; la zona supralitoral, donde se encuentra *Grapsus grapsus*, la zona internareal con los balanos del género *Tetraclita*, el cangrejo del género *Pachygrapsus*, las zonas rocosas poco profundas con los cangrejos de porcelana *Petrolisthes*, los camarones pistola *Alpheus* y *Synalpheus*, el camarón rojo *Brachycarpus*, el camarón arlequín o barril *Gnathophyllodes mineri*, característico por su forma y patrón de coloración, y la langosta espinosa *Panulirus penicillatus*.



a. El camarón arlequín resalta por su interesante forma y patrón de coloración. b. También se observa la estrella de mar *Mythrodia bradleyi*, que se caracteriza por tener brazos largos de color anaranjado con protuberancias y unas articulaciones esqueléticas que le permiten acomodarse a los sustratos y presas. Fotos: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.



Algunos cangrejos se protegen refugiándose en grietas o cavernas producidas por otros organismos o por la erosión de la roca. Foto: Juan Felipe Lázarus.

En el infralitoral, por su parte, se encuentran algunas especies asociadas a los abanicos de mar como *Neopontonides dentiger*, *Veleronia laevifrons* y *Periclimenaeus hancocki* (Cantera *et al.*, 1987). En el ecosistema de arrecife coralino se encuentran géneros de camarones y cangrejos como *Alpheus*, *Domecia*, *Harpiliopsis* y *Trapezia*, que tienen relaciones simbióticas con los corales. También se encuentra el cangrejo marsupial *Hapalocarcinus marsupialis*, que afecta los corales del género

Pocillopora, formando pústulas en las que habita (Brando *et al.*, 1992).

Hasta aproximadamente 6 m de profundidad en marea baja, en las paredes rocosas de la isla predominan los cirripedios *Megabalanus peninsularis* y *Tetraclita stalactifera*. Cabe resaltar la importancia de estos últimos crustáceos en la modificación del lecho marino. A lo largo de la isla, la mayor parte del sustrato duro está ocupado por organismos sésiles, entre los cuales dominan las algas calcáreas costrosas, esponjas, balanos y bivalvos (moluscos). Los balanos, por ejemplo, pueden ocupar hasta el 38 % del espacio total entre 0 y 6 m de profundidad y disminuir su presencia gradualmente conforme esta incrementa. Sin embargo, se ha notado que entre el 60 y el 80 % del espacio ocupado en esta franja corresponde a testas vacías de estos organismos, las cuales permanecen en las rocas una vez el animal muere (Birkeland *et al.*, 1975). La presencia de estas testas vacías origina una alta heterogeneidad en un sustrato relativamente homogéneo y, como consecuencia, este nuevo microhábitat permite que organismos en busca de refugio (en su mayoría invertebrados marinos como moluscos, crustáceos, poliquetos y algunas especies de peces) proliferen en este ecosistema (Brando *et al.*, 1992).



Además de las rocas, muchos de los organismos que se adhieren ayudan a incrementar la heterogeneidad del sustrato en este ecosistema, lo que incrementa la biodiversidad. Se aprecian grandes agrupaciones de testas de balanos. Foto: Daniel E. Valencia-Giraldo.

Equinodermos

Son organismos que tienen simetría radial secundaria, por lo que no se distingue claramente una cabeza. Su esqueleto está formado por placas y osículos calcáreos. La característica más notable de este grupo es que poseen un sistema vascular acuífero que consiste en conductos llenos de líquido y funciona como un sistema hidráulico útil para la locomoción y otras funciones como el intercambio gaseoso, la alimentación y la percepción sensorial. Entre los equinodermos existen varios grupos que reciben diferentes nombres comunes: estrellas (Asteroidea), estrellas frágiles o quebradizas (Ophiuroidea), pepinos (Holothuroidea), erizos y dólares de mar (Echinoidea) y lirios de mar (Crinoidea). Su tamaño puede variar desde 10 mm a 1 m de diámetro y en algunos casos hasta 2 m de longitud. Son organismos exclusivamente marinos y bentónicos, con muy pocas excepciones pelágicas.



Habitantes comunes del ecosistema rocoso submareal de Malpelo, erizos (*Diadema mexicanum*) y ostras perlíferas (*Pinctada mazatlanica*). Foto: Juan Felipe Lázarus.

La mayoría de especies son de movimiento lento y algunas de ellas son sésiles. Los hábitos alimenticios son muy diversos; los equinoideos son raspadores de algas o se alimentan de materia orgánica depositada

sobre el sustrato; los asteroideos son depredadores de otros invertebrados y ocasionalmente de peces, los ofiuroideos, los crinoideos y los holoturoideos son micrófagos, filtradores y suspensívoros; es decir, se alimentan de zooplancton (pequeños crustáceos y moluscos, entre otros, que flotan en la columna de agua).



El erizo *Toxopneustes roseus* puede vivir boca arriba gracias a sus pies en forma de ventosas. Foto: Juan Felipe Lázarus.

Después de los peces, los equinodermos son el grupo más notable en Malpelo. Las estrellas de mar, los pepinos y los erizos son habitantes comunes de las zonas rocosas sumergidas desde baja profundidad hasta más allá de 30 m. Estos han sido relativamente bien estudiados (Neira R. y Cantera J., 2005; Cohen-Rengifo M., 2007; Cohen-Rengifo *et al.*, 2007; Benavides-Serrato *et al.*, 2013). Según los últimos registros, existen 44 especies de equinodermos en la zona del SSF Malpelo: 15 asteroideos, 10 equinoideos, 10 holoturoideos y 9 ofiuroideos. En las zonas más someras, tanto en las cavidades como sobre las rocas, se encuentran los erizos *Diadema mexicanum*, *Echinometra vanbrunti*, *Hesperocidaris astericus*, *Eucidaris thouarsii*, *Tripneustes depressus* y *Toxopneustes roseus*. En el caso de *Echinometra vanbrunti*, se ha planteado que genera abrasión y posterior erosión sobre el sustrato rocoso, lo cual

da lugar a cavernas que, además de incrementar la heterogeneidad espacial del hábitat, ofrecen refugio a pequeños peces, crustáceos y colonias de hidroides, entre otros (Von Prael, H., 1990).



El erizo poco común de espinas cortas, *Tripneustes depressus*, puede aventurarse en el exterior gracias a su puntiaguda defensa. Foto: Daniel E. Valencia-Giraldo.

Junto con estos erizos también se han encontrado las estrellas *Nidorellia armata*, *Pharia pyramidata*, *Mithrodia bradleyi*, *Pentaceraster cumingi*, *Asteropsis carinifera* y la estrella quebradiza *Ophiotella mirabilis*.



Un juvenil de la estrella *Mithrodia bradleyi* se aferra a las rocas de Malpelo junto a testas vacías de balanos. Foto: Daniel E. Valencia-Giraldo.



La estrella de mar *Nidorellia armata*, común en la isla, despliega sus llamativos y contrastantes colores contra el típico fondo de color rosado de Malpelo. Foto: Juan Felipe Lázarus.

Muchas de estas especies han sido registradas con amplio rango batimétrico. En zonas coralinas se han observado individuos de *Acanthaster planci*, mientras que en áreas un poco más profundas se encuentran las estrellas *Leiaster teres*, *Narcissia gracilis*, *Tamaria stria*, los holoturoideos *Holothuria* spp., *Isostichopus fuscus*, *Stichopus horrens* y las estrellas quebradizas *Ophiactis savingnyi* y *Ophiocoma* spp. En zonas muy profundas, a más de 1.000 m, se encuentran especies de estrellas de los géneros *Distolasterias*, *Eremicaster*, *Hymenaster* y *Pectinaster*, y las estrellas quebradizas o serpiente *Amphiophiura*, *Astrodia*, *Ophiacantha*, así como los erizos *Aporocidaris*, *Salenocidaris* y *Tromikosoma*, y los holoturoideos *Bathyplores*, *Meseres* e *Ypsilothuria*,



Una estrella depredadora de coral, *Acanthaster planci*, se alimenta de su presa, el coral *Gardineroseris planulata*. Foto: Juan Felipe Lázarus.

Otros invertebrados

En este capítulo se ha descrito, hasta el momento, el conocimiento que se tiene de los invertebrados marinos de Malpelo. Los investigadores e instituciones han hecho un gran esfuerzo para conocer la diversidad de estos invertebrados; sin embargo, aún existen varios vacíos de conocimiento. Por ejemplo, se conoce poco de las especies de medusas pelágicas y de anémonas. Los platelmintos o gusanos planos, también conocidos como planarias, son un grupo prácticamente desconocido en Malpelo; su característica principal es la capacidad que tienen para regenerar las estructuras y tejidos perdidos; los hay de vida libre y parasitaria. Los platelmintos marinos son principalmente costeros, de estilo de vida bentónico (habitan sobre el fondo, con muy pocas excepciones) o intersticial (Brusca, R. & Brusca, G., 2003). Como tienen fototaxismo negativo, normalmente son de hábitos nocturnos; durante el día se refugian bajo rocas o en las grietas y cavidades de los sustratos rocosos de la zona intermareal o a bajas profundidades.

Para terminar, los poliquetos o gusanos marinos en Malpelo también son poco conocidos; aunque es posible ver algunos gusanos plumero en las rocas,

no existe una lista de este grupo de organismos. No obstante, el documento de nominación de los parques de Malpelo y Gorgona como patrimonio de la humanidad, reporta que hay cerca de 40 especies de poliquetos conocidas para Malpelo (Unesco *et al.*, 2005). Estos poliquetos pertenecen al grupo de los anélidos que corresponden a los gusanos segmentados y pueden ser importantes indicadores de las condiciones ambientales, tanto del agua como del sedimento. Al igual que los gusanos planos y la mayoría de los invertebrados, los segmentados poseen órganos de los sentidos y un cerebro ubicado en la parte anterior. En este grupo aparece por primera vez la segmentación corporal o división del cuerpo en diferentes secciones: la región cefálica (prostomio y peristomio), el metastomio (tronco) y el pigidio (cola). Cada segmento del metastomio posee un juego completo de órganos, los cuales se repiten a lo largo del cuerpo. Varían en tamaño desde especies de 1 mm de longitud a otras que pueden alcanzar 7 m. También se observan diferentes formas de alimentación: depredadores activos, filtradores, detritívoros y carroñeros (Brusca, R. & Brusca, G., 2003).

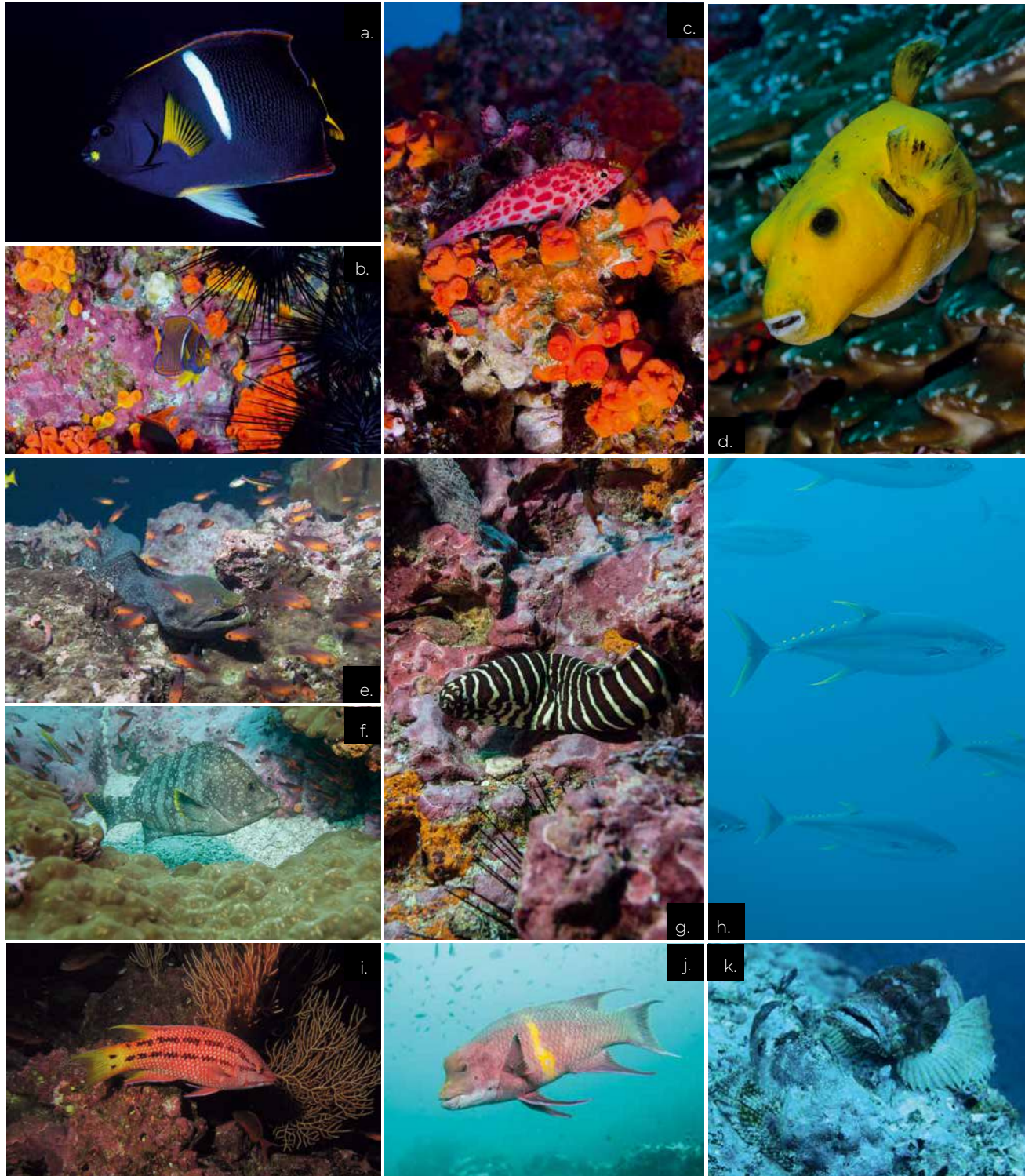
Peces

La variada disponibilidad de ambientes (acantilados, grietas, formaciones coralinas, etc.), así como la abundante productividad de plancton (Capítulo II) favorecen el establecimiento de una comunidad de peces ecológicamente diversa. La riqueza de peces, tanto óseos como cartilaginosos, reportada en Malpelo es de aproximadamente 300 especies (Robertson, D. y Allen, G., 2015), aunque en algunos documentos figuran 394 especies (Unesco *et al.*, 2005). Las familias más diversas son los jureles (Carangidae, 24 especies), los meros (Serranidae, 16), las señoritas (Labridae, 14), las morenas (Muraenidae, 12), los peces voladores (Exocoetidae, 11), los pargos (Lutjanidae, 11), los atunes (Scombridae, 10), tiburones réquiem (Carcharhinidae, 9) y las damiselas (Pomacentridae, 9).

La comunidad de peces de Malpelo comprende desde los pequeños Góbidos, conocidos comúnmente como gobios, de apenas unos pocos centímetros de longitud, hasta grandes tiburones como los martillos o el tiburón ballena. Alrededor de 90 especies son comunes a lo largo del año; sin embargo, su abundancia puede variar según factores como la temperatura, la concentración de oxígeno o incluso la fase lunar.

Los estudios realizados hasta el momento en Malpelo muestran una gran abundancia de peces de arrecifes y especialmente una gran biomasa, es decir, el peso total de todos los peces que se encuentran por cada metro cuadrado. Aunque en términos numéricos las especies planctívoras son más importantes, en términos de biomasa, son los peces piscívoros, que se alimentan de otros peces más pequeños. Por ejemplo, en 2015 se estimó que en Malpelo había casi un kilogramo de peces grandes piscívoros por metro cuadrado (Quimbayo *et al.*, 2017). Teniendo en cuenta que tienden a ser las especies más explotadas por las pesquerías, una alta biomasa de estos peces indica que el ecosistema y las poblaciones que habitan en él están en buen estado. De hecho, los estudios muestran que Malpelo presenta altos valores de biomasa y de riqueza funcional de peces marinos, similares a los de ambientes prístinos (Quimbayo *et al.*, 2017). Esto destaca a Malpelo como un área de prioridad para la conservación en los ámbitos nacional e internacional.

Una pregunta que siempre se han hecho los estudiosos de las islas remotas es cómo han hecho las especies para llegar tan lejos y colonizarlas. Exactamente la misma pregunta aplica para el caso de los organismos marinos y de los peces en particular, en especial los peces de arrecifes, ya que estos viven estrechamente asociados a los corales y rocas en el fondo, y rara vez se aventuran hacia el mar abierto, donde son fácilmente devorados por depredadores. La hipótesis más frecuente propone que durante la etapa de larva los peces son transportados largas distancias por corrientes de manera que la capacidad de dispersión está determinada por la duración de la etapa larvaria. Una vez una larva de pez completa su desarrollo abandona la columna de agua y se asocia con los fondos duros (asentamiento), comienza su vida como juvenil y luego como adulto (reclutamiento). Entre más larga sea la etapa larvaria, mayor es la probabilidad de que las larvas sean dispersadas más lejos y alcancen a colonizar islas remotas. Infortunadamente, la naturaleza, con frecuencia, no es tan simple y la evidencia no demuestra con claridad que esta hipótesis sea correcta. Sin embargo, existen especies de peces que pueden retardar su metamorfosis, es decir, alargar el periodo de vida larvario si no han encontrado un hábitat apropiado donde asentarse. Esto explicaría cómo algunas especies lograron colonizar islas tan lejanas.



Diferentes especies de peces óseos que se encuentran en las aguas de Malpelo. a. Pez ángel rey, *Holacanthus passer* (adulto). b. *Holacanthus passer* (juvenil). c. Pez halcón, *Cirrhichthys oxycephalus*. d. Tamborero amarillo, *Arothron meleagris*. e. Morena punteada, *Gymnothorax dovii*. f. Mero coriáceo, *Dermatolepis dermatolepis*. g. Morena zebra, *Gymnomuraena zebra*. h. Atún, *Thunnus* sp. i. Vieja mexicana, *Bodianus diplotaenia* (hembra). j. *Bodianus diplotaenia* (macho). k. Pez escorpión, *Scorpaena mystes*. Fotos: Santiago Estrada (a. - g.); Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos (h. - j.); Christian Michael Díaz (k.).

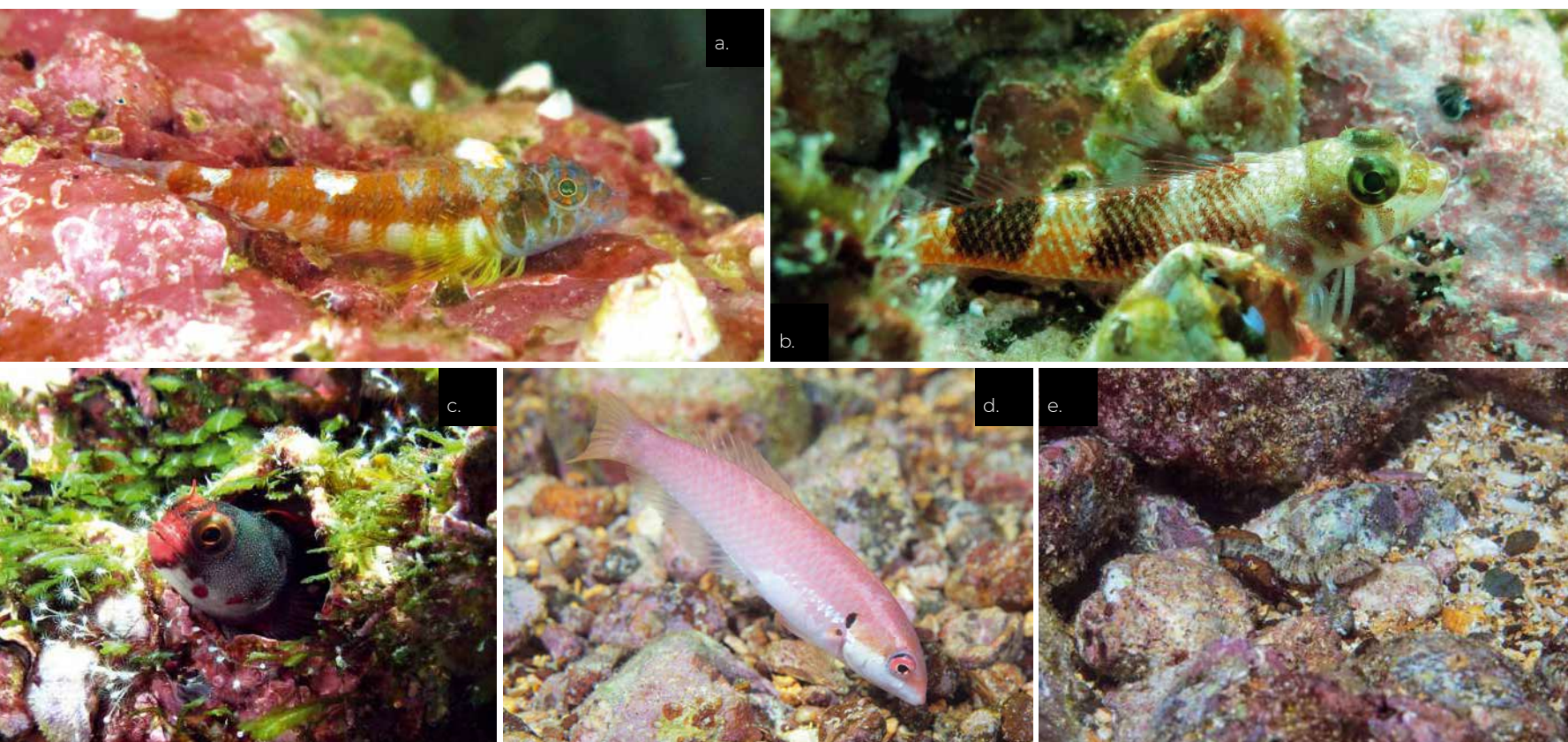


Diferentes especies de peces cartilagosos que se encuentran en las aguas de Malpelo. a. Manta diablo, *Mobula birostris*, b. Raya pintada, *Aetobatus laticeps*, c. Tiburón aletiblanco, *Triaenodon obesus*, d. Tiburón galápagos, *Carcharhinus galapagensis*. e. Tiburón ballena, *Rhincodon typus*. Fotos: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos (a. b. c. e.), Christian Michael Díaz (d.).

Para muchas especies marinas la profundidad representa una barrera tan efectiva como la distancia, o el agua para las especies terrestres. Cuando una población se separa de otras poblaciones de la misma especie, con el tiempo, puede desarrollar características diferentes debido a la acumulación de mutaciones y a los efectos de la selección natural. Las islas han probado ser modelos muy útiles para entender este proceso, por tratarse de sistemas replicados y simples en donde el ambiente genera nuevas demandas (MacArthur y Wilson, 1967). Esto lleva a la hipótesis de que las islas oceánicas son lugares en donde la especiación por aislamiento debe ocurrir con mayor frecuencia. Aunque la aparición de nuevas formas de vida es compleja y depende de muchos factores; Malpelo es un claro ejemplo de este proceso, siendo la única área del Pacífico colombiano con cinco especies endémicas de peces marinos: la señorita verde-azul (*Halichoeres*

malpelo), el tres-aletas ojo negro (*Axoclinus rubinoffi*), el triple aleta candela (*Lepidonectes bimaculatus*), el gobio lindo (*Chriolepis lepidota*) y el trambollín-cirripedio capetón (*Acanthemblemaria stephensi*) (Robertson, D. y Allen, G., 2015).

Por otro lado, suele suceder que las especies endémicas de islas oceánicas presenten una etapa larvaria muy larga. La pregunta que surge es ¿cómo estas especies solo se encuentran en una pequeña isla, a pesar de tener la posibilidad de ser transportadas grandes distancias? Aunque infortunadamente no se han hecho estudios sobre la duración de la etapa larvaria de las especies de peces endémicas de Malpelo, llama la atención que la mayoría son pequeñas con huevos que se depositan en el fondo. Solo una de las cinco especies es de mayor tamaño y libera huevos flotantes.



Peces endémicos de Malpelo. a. *Lepidonectes bimaculatus*, b. *Axoclinus rubinoffi*. c. *Acanthemblemaria stephensi*. d. *Halichoeres malpelo* y e. *Chriolepis lepidota*. Fotos: José Tavera (a. - b.); Fernando Zapata (c.); Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos (d. - e.).

Debido a su gran vulnerabilidad asociada con su distribución tan restringida, las especies de peces endémicas de Malpelo han sido consideradas amenazadas en evaluaciones de riesgo de extinción realizadas a nivel nacional (Chasqui V., y Zapata, F. 2017), y regional (Allen *et al.*, 2010; Bessudo *et al.*, 2010; Findley L. y Van Tassell J. 2010; Hastings *et al.*, 2010a; Hastings *et al.*, 2010b), a pesar de lo poco que se conoce sobre su biología y ecología.

Información sobre distribución, abundancia, requerimientos de hábitat, entre otros, es esencial para conocer el estado de las poblaciones y para las evaluaciones de riesgo de extinción. A la fecha, sobre esas especies existen únicamente publicaciones que las describen y dos trabajos relacionados con aspectos ecológicos. En el primero Quimbayo *et al.*, (2010) explican las interacciones de limpieza de una especie, que se describirá más adelante, y

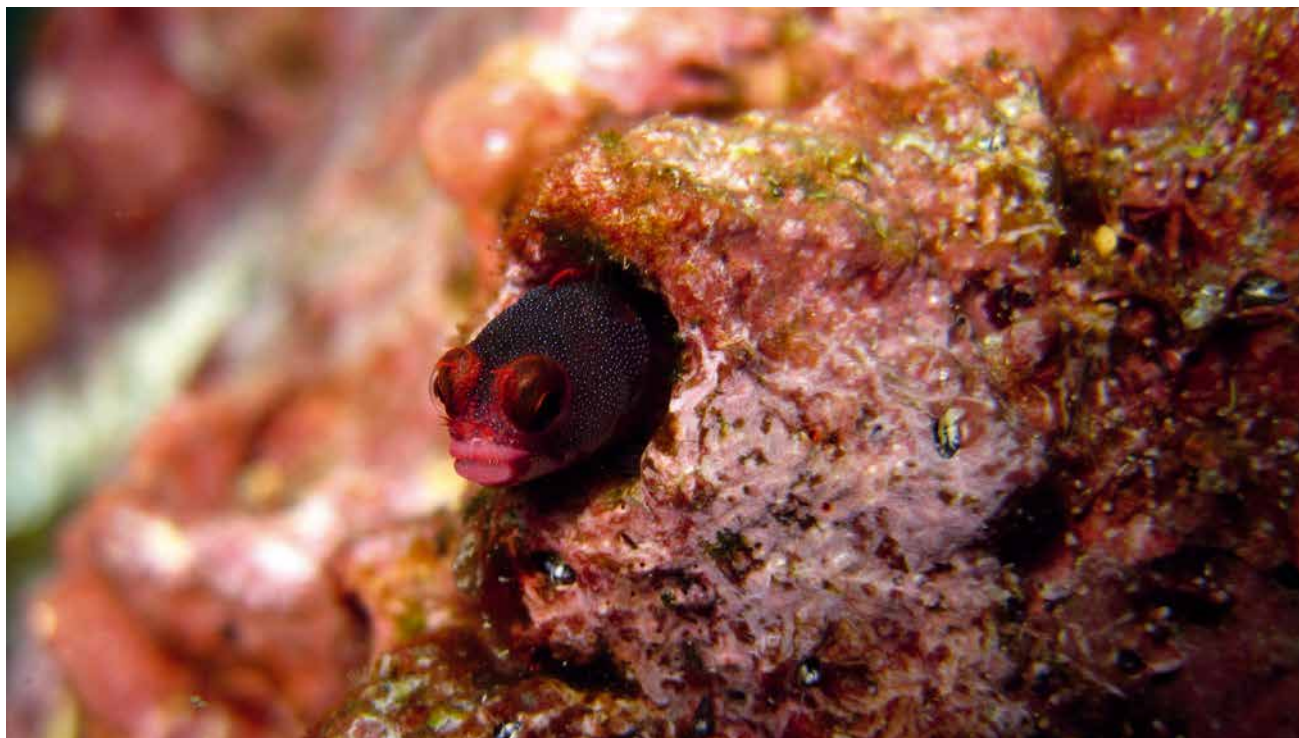
posteriormente, Chasqui *et al.*, (2011) realizaron los primeros aportes al conocimiento de la ecología de *A. rubinoffi*, *L. bimaculatus* y *A. stephensi*. Los censos visuales en bandas de 20 x 2 m realizados entre los 8 a 27 m de profundidad en cinco sitios de la isla (El Arrecife, La Nevera, El Bajo de Junior, La Pared del Náufrago y El Freezer), mostraron que *A. rubinoffi* es la especie más abundante de las tres, con 1,8 ind./m², y que esa abundancia cambia entre sitios siendo mayor en El Bajo de Junior. Además, sus resultados sugieren que existe una asociación entre esas especies y determinados tipos de coberturas del fondo. Por ejemplo, *A. rubinoffi* se asocia principalmente con una cobertura de rocas con algas coralinas incrustantes, mientras que *L. bimaculatus* parece estar relacionado adicionalmente con fondos con rocas cubiertas de tapetes de algas.



Los gobios tres aletas *Axoclinus rubinoffi* y *Lepidonectes bimaculatus* comparten hábitat en los fondos rocosos de la Isla Malpelo. Foto: Luis Chasqui Velasco.

Acanthemblemaria stephensi, por su parte, está fuertemente asociada a las zonas con concentraciones de balanos, pues utiliza los esqueletos vacíos de esos organismos como refugio; en Malpelo se encontró asociada a los bloques (grandes rocas) con presencia de balanos, por lo general cubiertos con algas coralinas incrustantes. Este estudio fue la

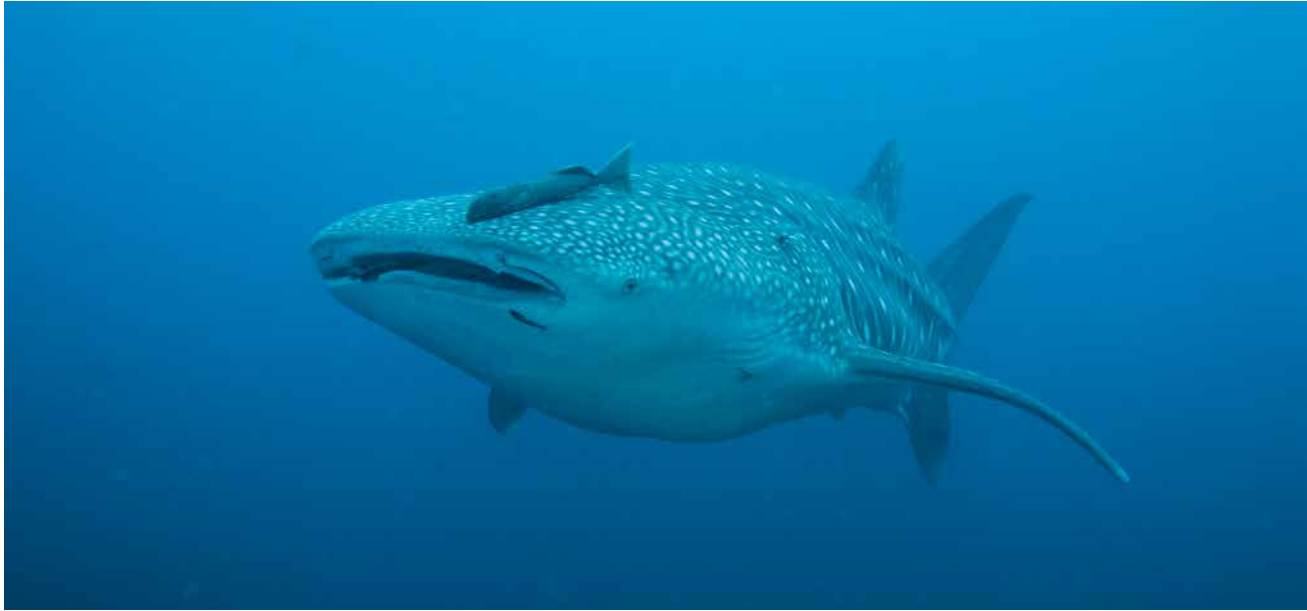
base para que la administración del área protegida implementara desde 2012 un monitoreo de la población de estas especies endémicas de peces, trabajo direccionado a través del Comité Científico del SFF Malpelo y desarrollado por el Grupo de Investigación de Ecología de Arrecifes Coralinos de la Universidad del Valle (Cali).



El trambollín-cirripedio capetón (*Acanthemblemaria stephensi*) en su hábitat característico en los fondos de la Isla Malpelo. Foto: Luis Chasqui Velasco.

La dispersión de los organismos marinos y su impacto en el rango de distribución de las especies ha sido ampliamente estudiada, prestando atención primordialmente a su etapa larvaria. Sin embargo, no todos los peces presentan este estadio. La mayoría de los tiburones y rayas paren a sus crías vivas, las cuales son copias miniatura de los adultos. En estos organismos el tamaño y su capacidad de natación son usados directamente como indicadores de su capacidad de dispersión. Es de esperarse que los tiburones grandes y pelágicos, como el tiburón ballena (*Rhincodon typus*), se distribuyan en lugares

muy remotos y que la distancia y la profundidad no sean barreras suficientes para impedir el movimiento de individuos, y por lo tanto de genes, entre sitios aislados geográficamente. Los estudios han demostrado que la población de tiburones es más alta de lo que se creía, ya que se pensaba que durante la época de junio a septiembre siempre se observaban los mismos individuos, pero cada tiburón suele quedarse menos de una semana alrededor de la isla, antes de seguir su rumbo hacia la costa (Informes Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos; Proyecto Prince Albert II of Monaco Foundation 2016).



El tiburón ballena es el pez más grande del planeta, puede llegar a medir hasta 15 metros y realiza grandes migraciones en el Pacífico Este Tropical. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Sin embargo, en Malpelo habita una especie de tiburón que desafía la teoría de dispersión mencionada anteriormente: el aletiblanco de arrecife (*Triaenodon obesus*), que es un tiburón pequeño sumamente sedentario, con una alta fidelidad por el área donde vive, característica típica de un organismo con

capacidad de dispersión limitada. Paradójicamente, esta es una de las especies arrecifales con más amplia distribución en el Indo-Pacífico, incluyendo los grupos de islas más remotas. En estudios recientes se ha demostrado que existen pocas diferencias genéticas entre las distintas poblaciones (Whitney *et al.*, 2012).



a.



b.

El tiburón aletiblanco de arrecife (*Triaenodon obesus*) es pequeño y tiene hábitos sedentarios. Fotos: Santiago Estrada (a.); Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos (b.).

A su vez, el tiburón de Galápagos (*Carcharhinus galapagensis*) es otra especie con residencia alrededor de Malpelo durante todo el año, aunque

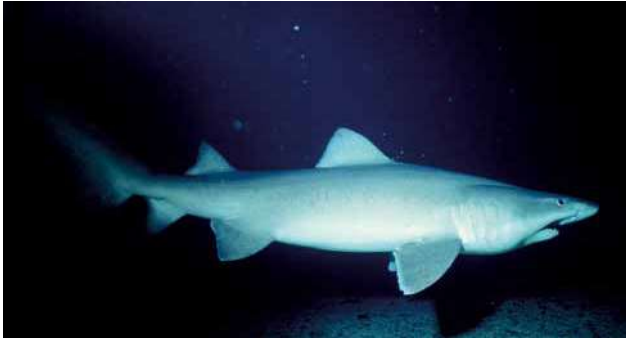
ocasionalmente viaja a otras zonas del Pacífico Este Tropical. Se suelen ver individuos adultos y grandes hembras, ya sea en solitario o en grupos pequeños.



Carcharhinus galapagensis es una especie con una amplia distribución geográfica, ya que se encuentra en el Indo-Pacífico y en el Pacífico Este Tropical (Islas Galápagos, Isla del Coco e Isla Gorgona). Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Pero estos no son los únicos casos de tiburones peculiares que habitan la isla. Entre las variadas especies que residen en Malpelo se destaca el tiburón dientes de perro (*Odontaspis ferox*) o monstruo, como se le conoce localmente. Este animal, con más de tres metros de largo, está ampliamente distribuido,

es común encontrarlo en profundidades superiores a los 50 metros y puede realizar migraciones verticales descendiendo hasta casi 2.000 metros. Este tiburón, a pesar de su temible aspecto, tiene un carácter tranquilo y puede ser observado en la zona conocida como el Bajo del Monstruo, a más de 40 metros de profundidad.



El tiburón monstruo (*Odontaspis ferox*) tiene una apariencia feroz, pero un carácter tranquilo. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Los tiburones martillo (*Sphyrna lewini*) son la especie bandera de este lugar. Su cabeza en forma de martillo les ayuda a buscar alimento, al cubrir una mayor área gracias a las ampollas de Lorenzini, las cuales son unos órganos sensoriales especializados de los condriictios peces cartilagosos. Los tiburones

martillo se pueden observar en grandes escuelas permanentemente; no obstante, al inicio de cada año, durante la época de aguas frías, suelen ser más abundantes y se pueden observar comportamientos reproductivos: hembras grávidas e individuos con cicatrices recientes, resultado de las heridas que se hacen en el proceso de apareamiento. De repente, las grandes concentraciones disminuyen, las hembras embarazadas viajan hasta las zonas estuarinas y desembocaduras de grandes ríos para tener a sus crías. Lamentablemente, es allí donde muchas hembras y neonatos son capturados por las pesquerías.

Estudios realizados han mostrado que esta especie es altamente migratoria, lo que dificulta su conservación. Se han registrado individuos de Malpelo que han viajado a las Islas Galápagos, del Coco y la costa colombiana, demostrando conectividad de las poblaciones entre esas localidades (Informes Fundación Malpelo al Fondo Acción, 2016).



Los tiburones martillo, *Sphyrna Lewini*, visitan en grupos las zonas de mediana profundidad de Malpelo. En la época fría se han observado fuertes interacciones de cortejo y reproducción entre los miembros de diferentes grupos. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Por último, los *Silky shark* o tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*) viajan en grandes escuelas a lo largo del Pacífico Este Tropical. Suelen ser muy curiosos, pero al igual que los demás tiburones, son inofensivos, siempre y cuando no se les provoque y

se respete su espacio. Los grandes grupos de estos tiburones se ven en época de aguas cálidas con un pico en septiembre. Sin embargo, por ser especies migratorias, aparentemente también tienen ciclos de presencia anuales.



Carcharhinus falciformis tiene una apariencia intimidadora y como el tiburón de Galápagos, tiene una amplia distribución geográfica, encontrándose en el Indo-Pacífico y en el Pacífico Este Tropical. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Comunidades de peces marinos con alta diversidad de especies presentan una variedad de tipos de interacciones entre las especies. Una de las más llamativas en las comunidades de peces de arrecifes son los mutualismos de limpieza, en los cuales un pez remueve parásitos o residuos de piel de la superficie del cuerpo de otro pez (llamado cliente) o, incluso, residuos de comida de la boca o de las agallas. Estas interacciones se consideran mutualistas debido a que tanto el limpiador se beneficia al alimentarse, como

el pez cliente al ser removidos sus parásitos y tejido muerto. En Malpelo es común observar interacciones de limpieza llevadas a cabo por al menos cinco especies de peces limpiadores sobre otras 19 especies de peces cliente. El limpiador más activo es el pez mariposa barbero (*Johnrandallia nigrirostris*), llamado así precisamente por su costumbre de limpiar otros peces. Esta especie ha sido observada limpiando al menos otras 11 especies de peces, entre tiburones, mantas, meros, pargos y peces loro.



Agregación del pez limpiador *Johnrandallia nigrirostris*.
Foto: Santiago Estrada.

Curiosamente, una de las cinco especies de peces endémicas de Malpelo, el triplealeta candela (*Lepidonectes bimaculatus*), es un limpiador que se ha visto asociado con una sola especie, el mero pintado (*Epinephelus labriformis*) (Quimbayo *et al.*, 2010), lo que resulta de interés pues en general las especies de triplealeta (familia Tripterygiidae) se alimentan de pequeños invertebrados bentónicos.



El gobio tres aletas (*Lepidonectes bimaculatus*) limpiando al mero pintado *Epinephelus labriformis* en un fondo rocoso de Malpelo. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

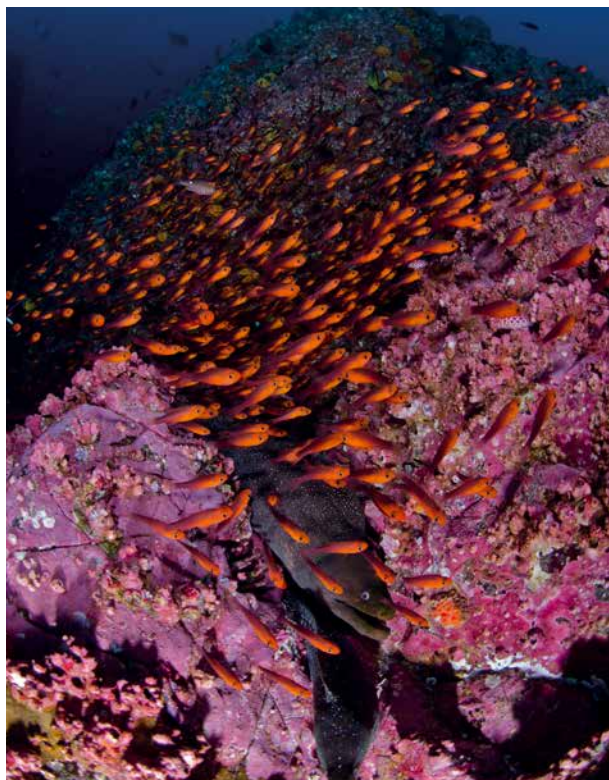
El hecho de que casi nunca un pez que está siendo limpiado se aprovecha de la oportunidad de comerse al pez limpiador, generalmente muchísimo más pequeño, sugiere que el beneficio que recibe el cliente al ser limpiado sobrepasa, por mucho, el potencial beneficio alimenticio que podría obtener el cliente al hacerle trampa al limpiador y comérselo.



Dermatolepis dermatolepis (el pez grande) siendo limpiado por dos *Bodianus diplotaenia*.
Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Otra interacción interesante que se observa con frecuencia entre los peces de Malpelo son las agregaciones de diferentes especies para la cacería (Quimbayo *et al.*, 2014). El caso mejor conocido es el de la anguila morena punteada (*Gymnothorax dovii*), que gracias a la forma de su cuerpo puede meterse dentro de cuevas y cavidades entre las rocas y corales en busca de presas para alimentarse. Mientras realiza sus actividades de caza, está frecuentemente acompañada por el jurel azul (*Caranx melampygus*), el mero coriáceo (*Dermatolepis dermatolepis*), el mero bacalao (*Mycteroperca olfax*), el bravo (*Seriola rivoliana*), el pez trompeta (*Aulostomus chinensis*) y la vieja (*Bodianus diplotaenia*). Cuando la morena ingresa en una cavidad, espanta a peces pequeños e invertebrados de los cuales se alimenta, pero las especies acompañantes están prestas a atrapar a las presas que intentan escapar. Aunque esta puede ser una relación oportunista en la cual las especies acompañantes se aprovechan de la conmoción

causada por los ataques de las morenas, también existe la posibilidad de que se trate de una interacción cooperativa en la cual todas las especies cazan juntas y obtienen más alimento del que podrían obtener si cazaran solas.



La morena *Gymnothorax dovii* que con su alargado cuerpo se escabulle entre las grietas de las rocas.
Foto: Santiago Estrada.



Durante el día, la morena cuida de su refugio mientras que en la noche sale en búsqueda de alimento. Este animal tiene hábitos carroñeros y un papel esencial en la limpieza del sustrato de restos de animales muertos.
Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Todos los casos mencionados hacen parte de la diversidad de procesos e interacciones que protagonizan los peces de aguas someras de Malpelo, pero es casi absoluto el desconocimiento que existe sobre los peces de profundidad en la isla. Teniendo en cuenta que los ambientes profundos dominan el área, es imperativo empezar a explorarlos ya que, seguramente, al igual que los someros, estarán llenos de incontables maravillas.

Mamíferos marinos

Este término alberga a mamíferos de grupos taxonómicos diferentes dentro de la clase Mammalia, que se adaptaron a la vida en el mar, promoviendo el desarrollo de su cavidad pulmonar y la acumulación de capas de grasa, entre otras características que les permitieron colonizar todos los mares y diversificarse en más de 130 especies. Estos animales, a diferencia de los peces, necesitan subir a la superficie para respirar; sin embargo, pueden permanecer bajo el agua por largos periodos de tiempo (Perrin *et al.*, 2002).

Dentro de los mamíferos marinos se encuentran las ballenas orcas (*Orcinus orca*) y los cachalotes (*Physeter macrocephalus*), siendo los depredadores tope de los océanos. También está el animal más grande que ha existido, la ballena azul (*Balaenoptera musculus*), la cual puede alcanzar 30 m de largo y pesar 130 toneladas, a pesar de ser un gigante, al igual que la mayoría de las ballenas, su dieta está basada en diminutos seres que conforman el plancton, como el krill.

Los mamíferos marinos se encuentran en todos los mares del mundo y en el siglo pasado muchas de estas especies estaban al borde de la extinción debido a la cacería, por demanda de sus productos, principalmente grasa y aceite (Haley D., 1978). Afortunadamente y gracias al trabajo de científicos, ONG y a la presión internacional, este grupo de organismos ya se encuentra protegido y sus números están recuperándose en la mayoría de las especies.



El delfín nariz de botella es la especie de mamífero acuático más abundante en Malpelo. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Desde el año 2006 hasta la fecha se han reportado 19 especies de mamíferos marinos pertenecientes a cinco familias (Balaenopteridae, Ziphiidae, Delphinidae, Physteridae, Otariidae). La especie más abundante en el Santuario es el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*, familia Delphinidae), cuya frecuencia de

avistamiento es del 63 %. Para esta especie existe una población residente en Malpelo de aproximadamente 25 individuos. El delfín moteado (*Stenella attenuata*, familia Delphinidae) es la segunda especie de mamífero más abundante, con una frecuencia de avistamiento del 10,9 % (Herrera *et al.*, 2007).



Diferentes comportamientos registrados para el delfín nariz de botella en las aguas de Malpelo. Fotos: Andrea Luna-Acosta.

Una especie que se suele observar entre junio y septiembre es la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*, familia Balaenopteridae), que llega después de una larga travesía desde sus zonas de alimentación en la Antártida hasta las aguas tropicales de Colombia, para aparearse y tener sus

crías (Flórez-González *et al.*, 2007). Esta ballena es el tercer mamífero más frecuente en Malpelo, con un porcentaje del 8,7 % de los avistamientos, que están restringidos al segundo semestre del año, a causa de la estacionalidad de sus migraciones (Herrera *et al.*, 2007).



La ballena jorobada *Megaptera novaeangliae* mostrando un despliegue de comportamientos reproductivos en las aguas de Malpelo. Fotos: Andrea Luna-Acosta.

Referencias bibliográficas

- Allen, G., Edgar, G., Rocha, L. y Min, L. (2010). Halichoeres Malpelo. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183519A8127170. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183519A8127170.en>. 21/03/2017.
- Banta, W. y Redden, J.C. (1990). A Checklist of the Bryozoa of the Galapagos. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 103 (4): 789-802.
- Barrier, M., Baldwin B., Robichaux R., Purugganan M. (1999). Interspecific hybrid ancestry of a plant adaptive radiation: allopolyploidy of the Hawaiian silversword alliance (Asteraceae) inferred from floral homeotic gene duplications. *Molecular biology and evolution* 16:1105-1113.
- Beltrán-León, B. y Morales-Osorio Y. (2013). Monitoreo de ictioplancton, como herramienta para el manejo del SFF Malpelo, Pacífico colombiano, 2006-2010. Presentación Senalmar 2013.
- Benavides-Serrato M., Borrero-Pérez G., Cantera Kintz J., Cohen-Rengifo M. y Neira R. (2013). Echinoderms of Colombia, In: J. J. Alvarado and F. A. Solís-Marín (eds.), *Echinoderm Research and Diversity in Latin America*. pp: 145-182. DOI: 10.1007/978-3-642-20051-9_16.
- Bessudo, S., A. Dominici-Arosemena, H. Espinosa y P. Hastings. (2010). *Acanthemblemaria stephensi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183968A8208246. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183968A8208246.en>. 21/03/2017.
- Birkeland, C., Mayers, D.L., Stames, J.P. y Buford, C.L. 1975. Subtidal communities of Malpelo Island. En: Graham, J.B. (ed). *The biological investigation of Malpelo Island, Colombia*. pp. 55-68.
- Brando, A., Von Prael, H., & Cantera, J. R. (1992). Malpelo isla oceánica de Colombia. Banco de Occidente.
- Brusca, R.C. y Brusca, G.J. (2003).
- Busk, G. (1856). Zoophytology. *Quart. Jour. Micr. Sci.* (4). 176-80.
- Brusca, R. & Brusca, G. (2003). *Invertebrates*. 2nd edition. Sinauer Ass.
- Cantera-Kintz, J.R., Von Prael H. y Neira, R. (1987). Organismos asociados al octocoral *Lophogorgia alba* en la isla de Gorgona, Colombia. *Boletín Ecotrópica* 17: 3 – 24.
- Canu, F. y Bassler, R. (1930). The Bryozoan fauna of the Galapagos Islands. *Proc. U.S. Nat. Mus.* 76 (13):1-78, pl. 1-14.
- Cohen-Rengifo M. (2007). *Equinodermos del Santuario de fauna y flora*. Biólogo tesis, Fund. Univ Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia.

- Cohen-Rengifo M, Bessudo S, Soler G. (2007). Echinoderms, Malpelo Fauna and Flora Sanctuary, Colombian Pacific: new reports and distributional issues. *Check List* 5:702–711
- Chasqui -Velasco, L., Gil-Agudelo, D.L, y Nieto, R. (2011). Peces endémicos de arrecifes someros de la Isla de Malpelo: distribución y abundancia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras – Invemar* (40): 107-116.
- Chasqui V. y Zapata F. (2017). *Acanthemblemaria stephensi*. 182-184. En: Chasqui V., L., A. Polanco F., A. Acero P., P.A. Mejía-Falla, A. Navia, L.A. Zapata y J.P. Caldas. (Eds.). 2017. Libro rojo de peces marinos de Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Invemar, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Serie de Publicaciones Generales de Invemar # 93. Santa Marta, Colombia. 552 p.
- Chiriboga, A., Ruiz, D., Banks, S. (2014). CDF Checklist of Galapagos Bryozoans. En: Bungartz, F., Herrera, H., Jaramillo, P., Tirado, N., Jiménez-Uzcátegui, G., Ruiz, D., Guézou, A. y Ziemmeck, F. (eds.). Charles Darwin Foundation Galapagos Species Checklist. Charles Darwin Foundation, Puerto Ayora, Galápagos: <http://www.darwinfoundation.org/datazone/checklists/marine-invertebrates/bryozoa>.
- Connell, J. (1972). Community interactions on marine rocky intertidal shores. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 3:169–192.
- D Orbigny, A. (1847). *Voyage dans l'Amérique Méridionale... exécuté pendant les années 1826-1833* (Vol. 2).
- Fewkes, W. (1889). New invertebrata from the coast of California. *Bull. Essex Institute* (21):98-120.
- Findley, L. y Van Tassell, J. (2010). *Chiolepis lepidota*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183325A8093991. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183325A8093991.en>. 21/03/2017.
- Flórez-González, L., I.C. Ávila, J. Capella, P. Falk F., F. Félix, J. Gibbons, H. Guzmán, J.C. Herrera C, V. Peña, L. Santillán, I.C. Tobón B. & K. Van Waerebeek. (2007). Estrategia para la conservación de la ballena jorobada del Pacífico Sudeste. Lineamientos de un plan de acción regional e iniciativas nacionales. Fundación Yubarta. Cali. Colombia. 106 p.
- Fundación Malpelo. (2016). Informes Fundación Malpelo. Proyecto Prince Albert II of Monaco Foundation.
- Fundación Malpelo al Fondo Acción. (2016). Informes Fundación Malpelo al Fondo Acción.
- Gillespie, R., & Baldwin B. (2010). Island biogeography of remote archipelagoes. *The theory of island biogeography revisited*: 358–387.
- Grant, P. (2006). Evolution of Character Displacement in Darwin's Finches. *Science* 313:224–226. DOI: 10.1126/science.1128374.
- Haley, D. (1978). *Marine Mammals*. Pacific Search Press, Washington, EUA. 255pp.
- Harmer, S. (1915). The Polyzoa of the Siboga expedition. Part. 1. Entoprocta, ctenostomata and cyclostomata, "Siboga" expedition. 28:180.
- Hastings, A. (1930). Cheilostomatous Polyzoa from the vicinity of the Panamá Canal Collected by Dr. C. Crossland on the Cruise of the S.Y. "St. George". *Proc. Zool. Soc. London for 1929*, (4): 697-740. pl. 1-17.
- Hastings, P., A. Dominici-Arosemena y Bessudo S. (2010a). *Axoclinus rubinoffi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183612A8144526. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183612A8144526.en>. 21/03/2017.
- Hastings, P., A. Dominici-Arosemena y Bessudo S. (2010b). *Lepidonectes bimaculatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010:T183427A8111778. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183427A8111778.en>. 21/03/2017.

- Herrera, J., Ávila, P. Falk, G. Soler, C. García, I., Tobón y Capella, J. (2007). Mamíferos Marinos en el SFF Malpelo y aguas hacia el continente. En: Dimar-CCCP y Uaesppn-DTSO. Santuario de Fauna y Flora Malpelo: descubrimiento en marcha, (Ed.) DIMAR, Bogotá, pp.113-130.
- Kaiser, K. y Bryce, C., (2001). The recent molluscan marine fauna of Isla de Malpelo, Colombia. *The Festivus. Occasional paper* 33: 1- 149.
- Losos, J. (2010). Adaptive Radiation, Ecological Opportunity, and Evolutionary Determinism. *American Naturalist* 175 (6): 623-39. DOI: 10.1086/652433.
- MacArthur, R. & Wilson E. (1967). *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton, Estados Unidos. 203 p.
- Matzke, N. (2014). Model Selection in Historical Biogeography Reveals that Founder-Event Speciation Is a Crucial Process in Island Clades. *Systematic Biology* 63:951–970. DOI: 10.1093/sysbio/syu056.
- Mckinney, F. y Jackson, J. (1989). *Bryozoan evolution*. Boston: Unwin Hyman. Citado por: Hughes, D. y Jackson, J. 1990. Constant environments promote complexity of form? The distribution of bryozoan polymorphism as a test of hypotheses. En: *Evolution*. 44 (4): 889-905.
- Neira R. y Cantera J. (2005). Composición taxonómica y distribución de las asociaciones de equinodermos en los ecosistemas litorales del Pacífico Colombiano. *Revista de Biología Tropical (Internacional Journal of Tropical Biology)* 53: 195-206.
- Osburn, R. (1953). *Bryozoans of the Pacific coast of America, 2. Cheilostomata Ascophora*. Allan Hancock Pacific Expeditions, California Press, California (14) 1243p.
- Perrin, W.F., B. Wursig & J.G.M. Thewissen (eds.). (2002). *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, San Diego, California, USA.
- Quimbayo, J., Zapata, F., Floeter, S., Bessudo S. y Sazima, I. (2010). First record of cleaning by a triplefin blenny in the Tropical Pacific. *Coral Reefs*, online. DOI 10.1007/s00338-010-0656-8.
- Quimbayo, J., Zapata, F., Floeter, S. y Sazima, I. (2014). Reef fish foraging associations at Malpelo Island, Colombia (Tropical Eastern Pacific). *Bol. Invest. Mar. Cost.* 43(1) 183-193.
- Quimbayo, J., Mendes, T., Kulbicki, M., Floeter S., and Zapata, F. (2017). Unusual reef fish biomass and functional richness at Malpelo, a remote island in the Tropical Eastern Pacific. *Environ Biol Fish* Vol 100, Issue 2 pp 149-162. DOI 10.1007/s10641-016-0557-y
- Ramírez-Roa, D. y Beltrán-León, B. (2010). Estudio del fitoplancton en el Santuario de Fauna y Flora Isla Malpelo y el trayecto Buenaventura-Malpelo durante 2006-2007. *Parques Nacionales. DTPA. Inf. Tec.* 4 p.
- Robertson, D. y Allen, G. (2015). *Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de Información en línea. Versión 2.0* Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.
- Sánchez, J., Gómez C., Escobar D., Dueñas L. (2011). Diversidad, abundancia y amenazas de los octocorales de la Isla Malpelo, Pacífico Oriental Tropical, Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 40:139–154.
- Sánchez, J. (2013). Remarkable specialization in Eastern Pacific sea fan ectoparasites (Neosimnia). *Coral Reefs* 32:891–891. DOI: 10.1007/s00338-013-1049-6.
- Sánchez, J. (2016). Diversity and Evolution of Octocoral Animal Forests at Both Sides of Tropical America. In: Rossi S, Bramanti L, Gori A, Orejas Saco del Valle C eds. *Marine Animal Forests*. Cham: Springer International Publishing, 1–33.

- Sánchez, J., Fuentes-Pardo A., Almhain ÍN., Ardila-Espitia N., Cantera-Kintz J., Forero-Shelton M. (2016). The Masquerade Game: marine mimicry adaptation between egg-cowries and octocorals. *PeerJ* 4:e2051. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.2051>.
- Schluter, D. (2000). *The ecology of adaptive radiation*. OUP Oxford.
- Soule, D.; Soule, J. y Chaney, H. (1995). Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria basin and Western Santa Barbara channel. The Bryozoa. En: California: Santa Bárbara museum of natural history for the Hancock institute of marine studies. (13): 344.
- Soule, D.; Soule, J. y Chaney, H. (1998). Two new tropical pacific species of *Cribralaria* (Bryozoa: Cribrilinidae) and a review of known species. Irene McCulloch Foundation monograph series N°3. Hancock Institute of Marine Studies. University of southern California 120 p.
- Soule, D.; Chaney, H. y Morris, P. (2003). New taxa of Microporellidae from the northeastern Pacific ocean. Irene McCulloch Foundation monograph series N°6. Hancock Institute of Marine Studies. University of southern California 101 p.
- Soule, Dorothy F.; Morris, Penny A.; Chaney, Henry W. (2004). Ovicell pores and frontal wall pore sieve plates in eastern Pacific Microporellidae. *Bryozoan Studies* 2004. H. I. C. Moyano, J.; Wyse J., Patrick, N. (eds). London, Taylor and Francis Group. 303-315p.
- Trask, J. (1857). On some New Microscopic Organisms. *Proc. Calif. Acad. Sci.* (1-2):99-102. Pl. 4-5.
- Unesco, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo territorial Colombia, Parques Nacionales de Colombia, Fundación Malpelo, Patrimonio mundial. (2005). Gorgona and Malpelo islands, coastal and oceanic national marine parks of Colombia's Eastern Tropical Pacific. World Heritage Sites: Serial nomination for inclusion in the world heritage list of natural properties, 191 p.
- Van Soest, R. W., Boury-Esnault, N., Vacelet, J., Dohrmann, M., Erpenbeck, D., De Voogd, N. J., ... & Hooper, J. N. (2012). Global diversity of sponges (Porifera). *PLoS one*, 7(4), e35105.
- Velasco-Vinasco, E. y Beltrán-León, B. (2010). Variación temporal en la composición, abundancia y biomasa zooplanctónica en el Santuario de Flora y Fauna Malpelo, Pacífico Colombiano. *Inf. Tec. Parques Nacionales. DTPA*. 15 p.
- Von Prah, H., & Erhardt, H. (1985). Colombia, corales y arrecifes coralinos. FEN Colombia.
- Von Prah, H. (1990). Malpelo la roca viviente. Fondo para la Protección del Medio Ambiente.
- Whitney, N., Robbins, W., Schultz, J., Bowen, B., y Holland, K. (2012). Oceanic dispersal in a sedentary reef shark (*Triaenodon obesus*): genetic evidence for extensive connectivity without a pelagic larval stage. *Journal of Biogeography* (J. Biogeogr.) (2012) 39, 1144–1156.
- Zimmer, C. & Emlen, D. (2013). *Evolution: making sense of life*. Estados Unidos. Roberts and Company Publishers.

INTRODUCCIÓN

Mateo López-Victoria ⁽¹⁾

INVERTEBRADOS

Mateo López-Victoria ⁽¹⁾

Estefanía López Rodríguez ⁽¹⁾

Ana María Posada Prado ⁽¹⁾

Alejandra Jiménez Agudelo ⁽¹⁾

LAGARTOS

Mateo López-Victoria ⁽¹⁾

Juan Manuel Daza Rojas ⁽²⁾

AVES

Felipe Alejandro Estela Uribe ^(1, 3)

Mateo López-Victoria ⁽¹⁾

FOTO PORTADILLA CAPÍTULO IV

El voraz lagarto endémico de la Isla Malpelo.

Foto: Sandra Bessudo Lion

CITACIÓN

López-Victoria, M., López, E., Posada, A.M., Jiménez, A., Daza, J.M. y Estela, F.A. (2019). Capítulo IV. El sistema terrestre de Malpelo. En CCO-Dimar. *Malpelo es Colombia maravilla estratégica*, pp. 128-147. Bogotá, D.C.: Editorial CCO.

-
- (1) Departamento de Ciencias Naturales y Matemáticas, Pontificia Universidad Javeriana Cali
(2) Instituto de Biología, Universidad de Antioquia
(3) Asociación para el Estudio y la Conservación de las Aves Acuáticas en Colombia, Calidris



**Capítulo IV.
El sistema terrestre
de Malpelo**

Introducción

Malpelo es la cúspide de una cordillera sumergida, conocida como la dorsal de Malpelo (Stead 1975). Aunque hace millones de años su área emergida fue mucho mayor, actualmente no son más de 1,2 km² de superficie y se trata literalmente de una roca gigantesca, un monolito que se levanta de la superficie del mar hasta alcanzar 300 metros de altura en los cerros principales (López-Victoria & Rozo, 2006). La isla tiene escasos 1,7 km de largo y un ancho variable que no supera los 800 metros. Once islotes de tamaño pequeño y de diferente altura conforman el resto del sistema emergido.

Por estas características y su ubicación a unos 360 km del punto más cercano al continente, Malpelo es considerada una de las islas más pequeñas y aisladas de los trópicos (López-Victoria & Rozo, 2006). Precisamente, gracias a su ubicación en la mitad del inmenso océano muchas especies migratorias, principalmente aves, tienen una oportunidad de descanso durante su largo camino (López-Victoria & Estela, 2007). Además, esta ubicación hace que Malpelo actúe como un “trampolín” para la dispersión y colonización de otras islas desde el continente, o desde el Indo-Pacífico y el Pacífico Central hacia el Pacífico Este (López-Victoria & Estela, 2006, 2007).

Malpelo está expuesta durante los días sin nubes y soleados a altas temperaturas que caen fuertemente durante la noche o cuando el cielo está nublado y arrecian temporales. Incluso, en el transcurso de un mismo día puede experimentarse un calor abrazador y minutos más tarde un épico aguacero. Y es que la casi nula cobertura vegetal de la isla, sumado a su escaso tamaño, no han propiciado un microclima estable ni fuentes de agua permanentes. Aunque la humedad relativa del aire es alta y escurren pequeños hilos de agua por algunas grietas, producto de la condensación del vapor y de lluvia acumulada en las porosas rocas, en Malpelo no hay nacimientos de agua que formen quebradas o arroyos (Wolda, 1975; Von Prah, 1990).



Panorámica del extremo sur de Malpelo, tomada desde la cima del cerro central. Al fondo se aprecian los islotes del sur. Resulta evidente la poca cobertura vegetal de la isla, que tiene un relieve muy escarpado y suelos irregulares, con piedras sueltas de distintos tamaños. Foto: Mateo López-Victoria.

Son muy escasos los suelos de tierra en Malpelo, ya que está compuesta por roca volcánica en casi su totalidad (Anónimo, 1985; González-Román *et al.*, 2014). Es por ello que, históricamente, expedicionarios y científicos han consignado en sus cuadernos de campo y bitácoras de viaje la agreste e inhóspita apariencia de la isla (Bond & Meyer de Schauensee, 1938; Murphy, 1945; Wolda, 1975). Empero, una mirada cercana revela rápidamente un ecosistema que, sin ser exuberante al estilo de las selvas húmedas tropicales, alberga una flora y fauna muy particulares (González-Román *et al.*, 2014).

Al ser Malpelo una isla de tamaño pequeño, aislada de tierra firme y de hábitat inhóspito, no representa una gran oportunidad para la colonización de especies terrestres; sin embargo, se han descubierto hasta ahora varias endémicas del sistema terrestre: tres lagartos, un cangrejo y dos caracoles (Graham, 1975; Türkay, 1970, 1987; Hausdorf *et al.*, 2012). Estudios recientes sugieren que este número de especies exclusivas se podría triplicar fácilmente. No obstante esos endemismos, Malpelo tiene pocas especies para ser una isla ubicada en el trópico; hay tan solo unas 150 de macroorganismos terrestres en total, que presentan unas interacciones muy complejas entre sí y con el medio que las rodea (Calero *et al.*, 2011). Una de ellas es la dependencia que tienen casi todas las especies de Malpelo de los organismos que habitan el ambiente marino circundante (López-Victoria *et al.*, 2009).

Las aves, que anidan en Malpelo por miles, son el vínculo que conecta la inmensidad de los mares circundantes con la isla. En su proceso de pescar en el mar y traer a sus colonias el producto de sus cacerías, le “inyectan” a Malpelo una energía vital, sin la cual el sistema terrestre no podría subsistir en su forma actual (López-Victoria & Estela, 2006, 2007; López-Victoria *et al.*, 2009). En este proceso, lagartos, cangrejos, otros invertebrados e incluso la poca vegetación presente en la isla, se benefician de los restos de comida, polluelos abandonados y excrementos que las aves ingresan por toneladas al sistema cada año (López-Victoria *et al.*, 2009). Es tal su importancia y la dependencia que de ellas han generado evolutivamente los organismos



Los islotes conocidos como Los Mosqueteros (al fondo), vistos desde un sector entre los cerros principales de Malpelo. Se aprecia un adulto del piquero de Nazca empollando su huevo. Foto: Mateo López-Victoria.

de Malpelo, que incluso los ciclos reproductivos de muchas especies se han acoplado al de las aves, para coincidir con las épocas de mayor abundancia de recursos (López-Victoria & Werding, 2008).

Es así como las aves aprovechan como alimento peces, calamares y otros invertebrados marinos que producen los mares circundantes, para nutrirse y mantener sus colonias de anidación y, en este proceso, alimentando todo el sistema terrestre de Malpelo (García & López-Victoria, 2007, 2008; López-Victoria, 2010). Este ingreso de energía al sistema desencadena a su vez una cascada de eventos, en la cual unos organismos hacen las veces de depredador y otros de presa, aunque los roles cambian con frecuencia. Es así como entre los pequeños invertebrados hay arañas que cazan grillos, escolopendras que se alimentan de cucarrones, hormigas que apresan caracoles, y todos ellos son cazados por los lagartos, quienes a su vez terminan siendo presa de los cangrejos (López-Victoria, 2010). Y es que los cangrejos terrestres



Frenesí alimentario en el que varios cangrejos y lagartos devoran un adulto de piquero de Nazca que ha muerto recientemente, y que está disponible como alimento para los organismos del ecosistema terrestre de Malpelo. En estos eventos de alimentación alcanzan a participar decenas de cangrejos y lagartos. Foto: Juan Carlos Botello.

de Malpelo comen todo lo que encuentran a su paso, aunque en sus estadios juveniles son depredados por los lagartos y por algunas aves (López-Victoria & Werding, 2008).

Un visitante encontrará en cualquier momento a miles de individuos de las diferentes especies conviviendo en aparente armonía en Malpelo, hasta que súbitamente se desata un frenesí alimentario en el que pareciera por segundos que todos se devoran entre sí, para volver de nuevo a esa tranquilidad de un ecosistema que parece congelado en el tiempo. Y es que en Malpelo las dinámicas de interacción entre organismos son explosivas y súbitas, además de ocurrir las 24 horas del día, pues hay organismos activos a cualquier hora.



Un lagarto punteado devora una hembra de anolis que cayó de su dormidero, durante la noche. En el día, un ataque así es muy poco probable, pues los anolis son mucho más ágiles y rápidos. De noche los anolis duermen, mientras que los otros lagartos continúan activos. Foto: Mateo López-Victoria.

Invertebrados

En Malpelo habitan más de 80 especies de invertebrados terrestres, la mayoría de ellos de tamaño tan pequeño que pasan inadvertidos para los visitantes (Calero *et al.*, 2011). Otros, por sus hábitos de vida predominantemente nocturnos, con dificultad son vistos por quienes no pernoctan en la isla. Entre esos invertebrados se cuentan escolopendras, arañas, pseudoescorpiones, cangrejos, cochinillas, hormigas, grillos, cucarrones y caracoles, por mencionar algunos (Wolda, 1975; Calero *et al.*, 2011). También llegan de forma esporádica polillas, mariposas y libélulas pero, en general, hay pocos invertebrados voladores, principalmente porque la isla es muy pequeña y casi no tiene vegetación (Bermúdez & López-Victoria, 2009).



La ausencia de pastizales y coberturas arbustivas o boscosas ha limitado las comunidades de invertebrados voladores en Malpelo. Las pocas especies presentes son en su mayoría insectos voladores migratorios como libélulas y mariposas, muchas de ellas perdidas. Foto: Mateo López-Victoria.

Ya que en sus orígenes, hace millones de años, Malpelo estaba totalmente desprovista de vida terrestre, hay que imaginar cómo los antepasados de estos pequeños invertebrados, en algún momento, cruzaron cientos de kilómetros de océano para llegar a un lugar tan remoto. No obstante, llegar es solo el primer desafío, pues la verdadera victoria se logra al establecerse, reproducirse y consolidar una población. Todo esto ha ocurrido con las especies de invertebrados terrestres que existen en Malpelo, y por tratarse de una dinámica en constante cambio hay procesos de especiación, extinción y llegada de nuevas especies.

Sin duda, el invertebrado más notorio de Malpelo es el cangrejo terrestre (*Johngarthia malpilensis*). Se trata de un organismo supremamente voraz, capaz de devorar casi cualquier cosa a su paso. Pese a que presenta movimientos lentos, su tamaño, fuerza en las pinzas y mandíbulas y, sobre todo, la gran cantidad de individuos, lo convierten en el rey supremo de la isla (López-Victoria & Werding, 2008; López-Victoria *et al.*, 2009). Un macho adulto puede pesar hasta una libra, y cualquier organismo que caiga herido puede ser atacado por decenas de cangrejos al mismo tiempo, quienes no dejarán ni rastro de su presa, un par de horas después. Las presas de este cangrejo incluyen otros invertebrados, musgo, líquenes y lagartos, además de pollos de piqueros y otras aves.



Sin lugar a dudas, el invertebrado más representativo de la isla es el cangrejo de Malpelo, una especie endémica que consume casi todo a su paso. La población total estimada de esta especie es de alrededor de un millón de individuos. Un macho adulto puede pesar hasta una libra. Foto: Mateo López-Victoria.



Es frecuente que los cangrejos se congreguen por decenas en torno a una presa, por ejemplo un pájaro adulto herido o un pollo abandonado, que devoran por completo en un par de horas. Fotos: Mateo López-Victoria.

Aunque este cangrejo se considera terrestre, su ciclo de vida depende del mar, ya que los huevos fertilizados, que la hembra acarrea en su abdomen durante unas semanas, son liberados al mar en los escarpados acantilados, en el momento preciso en el que una ola de gran altura baña la costa. Después

de su liberación, los huevos inician una metamorfosis que incluye varias etapas y dura alrededor de cuatro semanas, después de las cuales los pequeños cangrejos regresan a la isla (López-Victoria & Werding, 2008). Ya que durante todo ese tiempo larvario los futuros cangrejos están a merced de las corrientes, son un misterio los mecanismos precisos que los traen de regreso. Por esta doble vida entre la tierra y el mar, ambos ecosistemas son de vital importancia para la supervivencia de esta especie.



Después de su desarrollo larvario en el pláncton, los reclutas del cangrejo terrestre de Malpelo viven ocultos entre las rocas durante sus primeros meses de vida. Cuando llegan a la etapa juvenil, se vuelven más activos, principalmente durante las noches. Fotos: Mateo López-Victoria.

Las hormigas, aunque mucho menos sobresalientes que los cangrejos, también están por miles en la isla (Wolda, 1975; Calero *et al.*, 2011). En condiciones normales, únicamente una hormiga reina tendría la capacidad de instaurar una nueva colonia, lo que implica que tendría que volar por cientos de kilómetros desde el continente para llegar

a Malpelo, pero al ser su capacidad de dispersión limitada, las hormigas de otras castas (zánganos, obreras, soldados) también pueden desarrollar una colonia, en el caso de que colonicen un nuevo sitio, sin una reina como parte del grupo inicial.

Por lo menos tres especies de hormigas han logrado asentarse en Malpelo, una de ellas es la *Odontomachus ruginodis*, que posee grandes mandíbulas como tenazas y ojos bien desarrollados, además de un tamaño superior al de una hormiga promedio. Gracias a esto son cazadoras solitarias y especializadas, a diferencia de las otras especies de hormigas generalistas de la isla. A pesar de que *O. ruginodis* está aislada desde hace ya algún tiempo en Malpelo, no es una hormiga propia de la isla, ya que tiene poblaciones en Centroamérica, el Caribe y parte de Suramérica y Norteamérica. Por ello se cree que pudo llegar a Malpelo desde Centro o Suramérica (López-Rodríguez *et al.*, en prep.).



La hormiga más grande de Malpelo, *Odontomachus ruginodis*, es muy frecuente entre las pequeñas rocas que recubren los suelos. En las noches se ven individuos solitarios en busca de presas, que consisten principalmente en otros invertebrados. Foto: Estefanía López.

Odontomachus ruginodis se ha adaptado completamente a las condiciones de Malpelo. Esta hormiga subsiste a partir de la amplia oferta presente en la cadena trófica de macroinvertebrados, pero también modificando su ciclo de actividad al volverse completamente nocturna, bien sea para eludir posibles depredadores o para evitar la desecación por altas temperaturas, a las que está expuesta por la escasez de vegetación y por su tamaño reducido (López-Rodríguez *et al.*, en prep.).

Respecto a las arañas en ecosistemas insulares como Malpelo, existen muchos vacíos de conocimiento. A pesar de ser un grupo biodiverso, es muy poco lo que se conoce sobre su taxonomía y ecología. Sobre sus procesos de dispersión se sabe que las arañas se valen de corrientes atmosféricas y oceánicas, viajando en balsas (troncos o lotes flotantes de tierra), embarcaciones, aves, aeronaves o parapentes de telaraña que construyen para ser arrastradas por el viento. Una vez llegan a una isla, el factor determinante para su establecimiento es la heterogeneidad del hábitat. Mientras que las arañas cursoriales o caminadoras son más flexibles para adaptarse a un sustrato, las constructoras de tela orbicular (bien estructurada y de forma regular) requieren de una composición vegetal que les permita anclar bien sus redes (Posada *et al.*, en prep.).



Las arañas son otro componente numeroso de la fauna de macroinvertebrados de Malpelo, que encuentran nichos apropiados en algunos sistemas insulares desprovistos de vegetación y que reciben materia orgánica del sistema marino circundante, como es el caso de Malpelo.

Fotos: Anamaría Posada.

La geomorfología, la distancia al continente y la poca vegetación de Malpelo han promovido un ensamblaje de arañas poco diverso pero particular. Se compone de al menos 15 especies pertenecientes a 11 familias, con una predominancia de arañas errantes (cursoriales; Posada *et al.*, en prep.). Pese a que no existen arañas con capacidad de construir telas regulares, como aquellas que hacen las del jardín, hay una dominancia numérica de arañas tejedoras de tela irregular (Ochyroceratidae y Linyphiidae).

Por otra parte, en Malpelo existen unos grillos realmente fascinantes. Cuando son pequeños se encuentran dispersos por toda la isla, casi todo el tiempo bajo las rocas, donde se resguardan del sol y de depredadores como lagartos, arañas y cangrejos. Cuando son adultos permanecen en las paredes y techos de cuevas oscuras durante el día y salen a buscar alimento en la noche (Jiménez *et al.*, en prep.).



En Malpelo se han encontrado al menos dos especies de grillos, una de las cuales se caracteriza por presentar antenas varias veces más largas que su cuerpo. Ambas especies tienen alas reducidas en extremo, que no les sirven para volar, lo que sugiere que puede tratarse de especies endémicas que evolucionaron en la isla.

Fotos: Mateo López-Victoria.

Sin embargo, estos comportamientos y hábitos no son las únicas maneras de sobrevivencia de estos grillos, pues también presentan características físicas especiales que los hacen únicos. Para empezar, los grillos de Malpelo no pueden volar porque tienen alas pequeñas y atrofiadas, que solo les sirven para generar sonidos y comunicarse entre ellos. Para compensar la pérdida de la capacidad de vuelo, tienen a cambio unas patas traseras bastante robustas, las cuales les permiten dar grandes saltos cuando necesitan huir (Jiménez *et al.*, en prep.). Además, estos grillos tienen antenas extremadamente largas, que miden de 3 a 4 veces el tamaño de su cuerpo, y son una herramienta muy útil para detectar potenciales depredadores antes de que lleguen a su cuerpo. Incluso en la oscuridad de las cuevas de Malpelo, los grillos pueden escapar de sus depredadores censando su ambiente con sus antenas, descubriendo a cangrejos, arañas y lagartos con la suficiente distancia como para huir de ellos (Jiménez *et al.*, en prep.).

En Malpelo habitan dos especies de caracoles terrestres endémicos (Wolda, 1975; Hausdorf *et al.*, 2012). También son organismos que pasan casi inadvertidos, pues durante el día se mantienen debajo de las rocas y en grietas, donde la humedad les previene de la desecación, las microalgas les sirven de alimento y se encuentran al amparo de varios depredadores, principalmente aves y lagartos. Su tamaño pequeño se ve compensado por sus grandes números. Una de esas especies lleva en su nombre científico a la isla (*Malpelina labiata*), al tratarse de un género que no ha sido encontrado hasta ahora en otra parte del mundo (Hausdorf *et al.*, 2012). Usualmente se identifican nuevas especies en sitios poco explorados o remotos, pero en este caso se trata no solo de una nueva especie sino también de un nuevo

género. La otra especie, también endémica y descrita recientemente (*Ichnocion conica*), se asemeja en su forma a los pequeños caracoles de tierra que hay en los jardines de las casas o en los sitios húmedos de los patios traseros (Hausdorf *et al.*, 2012).



Los caracoles terrestres, dos especies descritas recientemente y endémicas de la isla tienen hábitos nocturnos. De día reposan debajo de las rocas, donde se protegen de depredadores y del sol. Fotos: Mateo López-Victoria.

Lagartos

Tres especies de lagartos lograron conquistar Malpelo al sobrepasar las corrientes oceánicas y sobrevivir a las difíciles condiciones a las que se enfrentan en la isla (Huey 1975; Kiester 1975; Rand *et al.*, 1975). Los ancestros continentales de estas tres especies lograron llegar a Malpelo y diferenciarse tanto de las de tierra firme, que se convirtieron en especies distintas. Como resultado, las tres especies de lagartos son endémicas, es decir, que solo se encuentran allí: el lagarto punteado de Malpelo (*Diploglossus millepunctatus*), el anolis de Malpelo (*Anolis agassizi*) y el gecko de Malpelo (*Phyllodactylus transversalis*). Cada uno de ellos refleja un largo proceso de adaptación a las marginales condiciones de vida que impone la isla. Los tres son formidables depredadores, cada uno con estrategias particulares y, a diferencia de lo que ocurre con los reptiles en otros ecosistemas en donde hay que buscarlos por horas y días, en Malpelo cada especie se ve por miles (López-Victoria *et al.*, 2011). De hecho, basta con quedarse sentado y quieto, de día o de noche, para que decenas de ellos se aproximen.

El gecko de Malpelo tiene hábitos estrictamente nocturnos y durante el día reposa en estrechas grietas, al amparo de las altas temperaturas y a salvo de los otros animales (*Diploglossus*, aves, cangrejos) que le depredarían fácilmente, pues se trata del vertebrado más pequeño de Malpelo. Algunas de las grietas que comparten varios individuos son también el sitio donde ponen sus huevos. Este gecko es muy activo durante la noche cazando hormigas, grillos y otros invertebrados terrestres (López-Victoria *et al.*, 2013). Su patrón de manchas en el dorso es muy distintivo, al punto que cada individuo puede ser reconocido, como si se tratase de una huella digital.



Phyllodactylus transversalis, especie de gecko endémico de la Isla Malpelo. El patrón dorsal de coloración es único en cada individuo, como si se tratase de su huella digital. Foto: Mateo López-Victoria.

El anolis de Malpelo es casi único entre sus congéneres. Mientras las otras especies de este género, distribuido por el continente e islas de América y del Caribe, son de hábitos arbóreos y pasan el día entre ramas y arbustos, durmiendo en la noche en esos mismos sitios, la especie de Malpelo se adaptó a la vida en el suelo. Las rocas y paredes escarpadas de los cerros de la isla son el escenario al que se habituaron sus ancestros, quienes encontraron condiciones que desencadenaron las principales

adaptaciones que les han permitido tanto éxito en Malpelo (Rand *et al.*, 1975; López-Victoria *et al.*, 2011). Sus presas incluyen casi todo tipo de invertebrados, pero aprovechan también excrementos de las aves y casi cualquier materia orgánica a la que tengan acceso. Es por ello que se les observa patrullando los nidos activos de los piqueros. Durante las noches este lagarto está inactivo, durmiendo en las paredes verticales de grandes rocas o de los cerros (López-Victoria *et al.*, 2011).



Anolis agassizi, especie de anolis endémica de Malpelo. Los machos y las hembras son fácilmente distinguibles. El macho es más grande y robusto, de color azulado con cabeza negra y una cresta en la parte posterior. Se pueden observar regularmente cerca de los adultos del piquero en espera de su comida. Fotos: Juan Manuel Daza.

El lagarto punteado de Malpelo, el más grande de los tres reptiles terrestres de la isla, se puede considerar como el depredador tope del ecosistema terrestre, junto con el cangrejo (López-Victoria *et al.*, 2009, 2011). Este lagarto, de aspecto imponente y de tamaño considerable, depreda prácticamente todos los demás animales de Malpelo. Un macho adulto puede pesar más de un kilo y medir más de 40 centímetros de la cabeza a la cola. Es más activo de día que de noche y, al igual que el anolis, se le observa patrullando los nidos de los piqueros, ya que al parecer identifica el momento en que llegan los padres a alimentar a sus polluelos. En el instante de ceguera que supone la unión de los picos de padres y pollos durante el proceso de transferencia de alimento, este lagarto entra furtivamente al nido y atrapa lo que alcanza a caer, ya que los piqueros, una vez terminan, atacan con sus afilados picos a cualquier intruso que suponga un peligro para sus pichones (López-Victoria *et al.*, 2009, 2011). Y es que la voracidad de este lagarto alcanza hasta para robar ocasionalmente huevos y pollos que han sido descuidados, e incluso para comer a sus propios juveniles, quienes como resultado han adoptado hábitos nocturnos. Se trata de una especie depredadora, carroñera, muy oportunista



Diploglossus millepunctatus es el lagarto más grande de Malpelo. Puede pesar hasta un kilogramo y medir más de 40 cm. Al igual que los geckos, su patrón de coloración punteado (de ahí su nombre científico) es único para cada individuo. Es el principal depredador de la isla y en ocasiones se congrega en grandes números cerca de las habitaciones humanas. Fotos: Juan Manuel Daza.

y hasta caníbal. También, están alerta a los alimentos que los humanos dejar caer por descuido (López-Victoria *et al.*, 2011).

Dada la abundancia de las tres especies de lagartos en Malpelo, se podría pensar que se encuentran estables y que su probabilidad de extinción es muy baja. Sin embargo, que una especie desaparezca depende de muchos otros factores, y las altas densidades y la figura administrativa de Santuario que tiene la isla no necesariamente garantizan su perdurabilidad (López-Victoria, 2006). Constantemente, Malpelo está siendo habitada por personal de la Armada e investigadores quienes, accidentalmente, podrían introducir un depredador (ratas, por ejemplo) o una enfermedad que podría diezmar las poblaciones de manera significativa. Al ser tan altas las densidades, la probabilidad de contagio entre los individuos lo es también, y una enfermedad podría eventualmente expandirse en muy poco tiempo a lo largo de la isla (López-Victoria, 2006). De otro lado, cambios abióticos en un hábitat tan extremo como el de Malpelo pueden también afectar a largo plazo la persistencia de las poblaciones que allí habitan. Así, el cambio climático puede estar generando cambios en las condiciones de la isla y, dado que las especies se enfrentan a un ecosistema simple, cualquier cambio en él puede alterar las interacciones entre las especies y, finalmente, llevar a una o varias de ellas a la extinción. Este riesgo siempre estará latente, y es por ello que los monitoreos de las poblaciones deben ser una tarea constante para tener información sólida en el momento que ocurran cambios en las poblaciones, para tomar medidas adecuadas para su conservación.

Las áreas naturales protegidas en Colombia, un país altamente diverso en reptiles, albergan una gran diversidad de estos organismos. Aunque la biodiversidad terrestre de Malpelo sea mucho menor a la de áreas protegidas del continente, ningún lugar en el país tiene el cien por ciento de sus reptiles endémicos como Malpelo. Además, las duras condiciones ambientales que enfrentan las tres especies de lagartos en la isla hacen de estos reptiles organismos muy especiales, y es deber de todos cuidar de estos únicos y fascinantes representantes de la biodiversidad de Colombia.

Aves

Pocos organismos tienen la capacidad de llegar a Malpelo como las aves. A pesar de ser una isla remota, se han registrado más de 60 especies de aves, que llegan en distintas épocas del año y en números muy variables. Precisamente, debido a su ubicación en la mitad del inmenso océano muchas especies migratorias, principalmente aves, tienen una oportunidad de descanso durante su largo camino (López-Victoria & Estela, 2006, 2007).

Cerca de 50 de las 60 especies que se encuentran en Malpelo corresponden a aves migratorias, tanto marinas como terrestres, para quienes la isla se encuentra en sus rutas. Algunos individuos exhaustos de estas aves aprovechan los limitados recursos que ofrece Malpelo para alimentarse. En otros casos, alteraciones severas del clima, tales como tormentas o fenómenos de mayor magnitud temporal, como el fenómeno de El Niño, ocasionan que muchas aves alteren sus rutas normales de migración y lleguen eventualmente a Malpelo (López-Victoria & Estela, 2006, 2007). Es por ello que se observan en la isla, o en los barcos cerca de ella, aves como atrapamoscas, golondrinas, patos y garzas, entre otras. Estos registros esporádicos son información valiosa que permite comprender mejor la complejidad de la migración a lo largo y ancho del Pacífico. Las especies que se presentan en esta sección son las más comunes en Malpelo y de las cuales existe certeza de su reproducción en la isla.

El piquero de Nazca (*Sula granti*)

Es el ave más abundante en Malpelo y, por tanto, el principal ícono del área terrestre del Santuario. Este piquero hace sus nidos en casi toda la superficie



Los piqueros de Nazca pueden pasar varios días en mar abierto, pero durante la época reproductiva retornan a las islas donde tienen sus nidos. Casi todos los adultos usan año tras año los mismos nidos, y tienen una gran afinidad por permanecer muy cerca del punto exacto donde nacieron. Fotos: Felipe Alejandro Estela Uribe y Mateo López-Victoria.



Los pollos del piquero de Nazca pueden permanecer solos una vez alcanzan el tamaño mínimo para termorregular, cuando pesan cerca de una libra, y son capaces de defenderse de los cangrejos y del lagarto punteado. Foto: Mateo López-Victoria.

de la isla, con excepción de los acantilados y paredes más verticales. Los juveniles son de color marrón-grisáceo, con el vientre blanco. Los adultos son blancos, con alas negras y pico naranja. Es posible diferenciar ambos sexos por sus llamados, el macho produce un silbido y la hembra un fuerte graznido, similar al de los patos. Su dieta se constituye de peces y calamares que atrapan buceando a pocos metros de profundidad (Anderson, 1993; Pitman & Jehl, 1998; García & López-Victoria, 2007; López-Victoria & Estela, 2007; Estela & López-Victoria, 2018).

En Colombia este piquero se considera una especie amenazada debido a que se reproduce en un solo sitio del territorio nacional. La población de Malpelo es la más grande del mundo, con más de 40.000 parejas. Esta especie también se encuentra en otras islas del Pacífico Tropical como Galápagos y La Plata en Ecuador, y en pequeños islotes de la costa peruana (López-Victoria & Rozo, 2007; Estela *et al.*, 2016).



El piquero de Nazca es una especie monógama. Cuando una pareja de adultos es exitosa en la anidación, suele permanecer junta por años y logran sacar adelante varias crías. Foto: Felipe Alejandro Estela Uribe.

Piquero patirrojo (*Sula sula*)

La característica principal de este piquero son sus patas rojas. Su plumaje, en cambio, es muy variable, ya que hay individuos marrones y blancos, y otros que exhiben varios tonos intermedios entre estos dos colores. Se puede observar en el extremo sur de la isla y en los islotes. Solamente hay unos 50 individuos en Malpelo y es muy difícil distinguirlos entre los miles de piqueros de Nazca (López-Victoria & Estela, 2006, 2007); la clave está en fijarse en sus patas. El patirrojo es más pequeño que los otros piqueros, y también más “tímido”, por lo que anida en sitios donde no puede ser perturbado por otras especies. En Malpelo escoge cuevas, grietas y la cima de algunos islotes para construir sus nidos, con parte del escaso material vegetal disponible. Este material es depredado por los cangrejos terrestres, por lo que los piqueros pierden muy fácilmente sus esfuerzos reproductivos. Su dieta se compone de peces voladores, que captura al vuelo, o de otros peces e invertebrados que atrapa en la capa superficial del mar (López-Victoria & Estela, 2006, 2007; García & López-Victoria, 2007; Estela & López-Victoria, 2018).



El morfotipo de color marrón del piquero patirrojo es el más fácil de distinguir entre las demás especies de piqueros. Sin embargo, la característica distintiva e inequívoca es el color rojo de sus patas. Foto: Felipe Alejandro Estela Uribe.



El piquero patirrojo utiliza el poco material vegetal disponible en Malpelo para hacer sus nidos. En la foto se aprecia un adulto que transporta una rama de pasto, que ha recogido de la cima de uno de los islotes. Foto: Juan Carlos Botello.

Gaviota rabihorcada (*Creagrus furcatus*)

Esta es una gaviota muy especial dentro de las demás especies de su familia por ser la única con hábitos nocturnos en latitudes tropicales. Se caracteriza por tener el dorso gris, alas blancas con negro en las puntas, cabeza negra, un anillo ocular rojo y la cola en forma de V. Se encuentra solo en el Pacífico Este Tropical, en especial en Malpelo y las Islas Galápagos. Se observa principalmente en las paredes verticales de Malpelo y en los islotes, hasta los primeros 70 m de altura de los acantilados (López-Victoria & Estela, 2006, 2007, 2016). Su plumaje oscuro dificulta distinguirla del fondo de color gris de las rocas, donde se posa muy quieta durante el día y se camufla. En cambio, de noche sí es muy fácil observarla revoloteando cerca de los barcos de buceo, ya que aprovecha para alimentarse de muchos organismos marinos que las luces atraen a la superficie.



En la gaviota rabihorcada no existe un dimorfismo sexual notorio que permita diferenciar entre adultos de hembras y machos. Los polluelos y juveniles, en cambio, son fácilmente distinguibles, pues carecen del distintivo patrón de coloración negro de la cabeza y no tienen los anillos oculares de color rojo. Foto: Felipe Alejandro Estela Uribe.

Tiñosa común y tiñosa negra (*Anous stolidus* y *Anous minutus*)

Estas pequeñas aves son muy similares en su plumaje y hábitos, por lo cual se pueden confundir fácilmente entre sí. Una de ellas es de color marrón oscuro y la otra es negra. Ambas tienen una corona blanca muy distintiva, que en los juveniles es gris. Es posible diferenciar las dos especies por el tamaño corporal y la tonalidad del marrón en las alas: la tiñosa negra es pequeña y más oscura, mientras que la tiñosa común presenta dos tonos de marrón en las alas cuando está volando, y es considerablemente más grande. En Malpelo anidan en la parte baja de los acantilados, muy cerca del mar, sobre todo en la punta norte y en los islotes, en sitios que están cercanos a la línea de marea y de la rompiente de las olas (López-Victoria & Estela, 2006, 2007).



Aunque son activas durante la noche, las gaviotas rabihorcadas realizan vuelos cortos durante el día, en ocasiones para refrescarse, zambulléndose en el mar. Después de estos cortos vuelos regresan a sus nidos o sitios de percha en Malpelo, donde aguardan hasta la noche para salir en busca de comida. Foto: Felipe Alejandro Estela Uribe.



En la tiñosa marrón se aprecia esta tonalidad, sobre todo en el plumaje del cuerpo y del dorso de las alas. La "capucha" de color blanco que distingue a estas aves varía en su tamaño e intensidad, y es más prominente en individuos adultos. Foto: Mateo López-Victoria.



Las tiñosas negras son comparativamente más pequeñas y más oscuras que sus congéneres. Estas aves anidan en la parte baja de los acantilados de Malpelo, muy cerca del mar y alejadas de los cangrejos terrestres. Para la construcción de sus nidos en forma de copa utilizan material vegetal, pero en ocasiones pueden emplear hasta piezas de plástico que flotan en el mar. Foto: Mateo López-Victoria.

Gaviotín níveo (*Gygis alba*)

Esta pequeña ave es la única especie con todo su plumaje blanco inmaculado que se encuentra estacionalmente en Malpelo. Su pico es azul y negro, y sus ojos son también negros. Se reproduce en la isla entre mayo y octubre, y fuera de esa época se encuentra en aguas abiertas. Pone su único huevo en paredes totalmente verticales o incluso con pendientes negativas, ya que al ser muy pequeño debe anidar en sitios a donde no puedan llegar los cangrejos y lagartos, que fácilmente depredan sus nidos. Se le observa en las paredes cercanas al Arco del Trópico, o en el sector de La Nevera (López-Victoria & Estela, 2006, 2007).



El gaviotín níveo es excelente anidando en espacios reducidos y de difícil acceso para otros animales. En esos inaccesibles lugares la hembra deposita un único huevo, que ambos padres cuidan celosamente. Durante los cortejos, el macho hace ofrendas a la hembra, que consisten en pequeños peces que transporta en su pico, como señal de ser un exitoso pescador. Foto: Felipe Alejandro Estela Uribe.



El gaviotín níveo también es conocido como Espíritu Santo. Es un excelente acróbata de vuelo y pescador. Puede mantenerse en un punto fijo en el espacio, aleteando a gran velocidad, mientras observa su presa y calcula el momento justo del ataque. Foto: Felipe Alejandro Estela Uribe.

Referencias bibliográficas

- Anderson, D.J. (1993). Masked Booby (*Sula dactylatra*). In: Poole, A. & F. Gill (Eds.) The birds of North America: No. 73. The Academy of Natural Sciences, Philadelphia, PA, and The American Ornithologist's Union, Washington, D.C.
- Anónimo. (1985). Los suelos de la Isla de Malpelo. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá D.C.
- Bermúdez, C. & López-Victoria, M. (2009). First records of dragonflies (Odonata: Anisoptera) from Malpelo island, Colombia. *Rev. Colomb. Entomol.* 35(2): 286-287.
- Bond, J. & Meyer de Schauensee, R. (1938) Zoological results of the George Vanderbilt South Pacific Expedition of 1937. Part II, The birds of Malpelo Island, Colombia. *J. Acad. Nat. Sci. Phila.* 90: 155-157.
- Calero, D., López-Victoria, M. & Chacón-Ulloa, P. (2011). Composition and trophic structure of terrestrial macroinvertebrates of Malpelo Island, Colombian Pacific. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 40: 155-173.
- Estela, F.A., López-Victoria, M. & Anderson, D. (2016). *Sula granti*. pp. 133-136. En: Renjifo, L.M., Amaya-Villarreal, A.M., Burbano-Girón, J. y Velásquez-Tibatá, J. Libro Rodo de Aves de Colombia Vol. 2. Pontificia Universidad Javeriana. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (ISBN: 978-958-716-980-5).
- Estela, F.A., López-Victoria, M. & Anderson, D. (2018). Piqueros de Colombia. Conservación Internacional – Asociación Calidris. 12 pp.
- García, S. & López-Victoria, M. (2007). Ecología trófica del Piquero de Nazca (*Sula granti*) en la Isla Malpelo. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 36: 7–30.
- García, S. & López-Victoria, M. (2008). Diferencias entre sexos en el tamaño corporal y la dieta en el Piquero de Nazca (*Sula granti*). *Orn. Colombiana.* 7: 59-65.
- González-Román, R.D., López-Victoria, M. & Silverstone-Sopkin, P.A. (2014). Flora terrestre de la isla Malpelo (Colombia), Pacífico Oriental Tropical. *Rev. Biol. Trop.* 62(1): 327-336.
- Graham, J.B. (1975). The biological investigation of Malpelo Island. *Smithson. Contrib. Zool.* 176: 1-98.
- Hausdorf, B., Kroll, O. & López-Victoria, M. (2012). The land snails of Malpelo Island, Colombia. *J. Moll. Stud.* 78: 157-165.
- Huey, R.B. (1975). A new gecko from Malpelo Island (Sauria: Gekkonidae: Phyllodactylus). *Smithsonian Contr. Zool.* 176: 44-46.
- Kiester, A.R. (1975). Notes on the natural history of *Diploglossus millepunctatus* (Sauria: Anguidae). *Smithsonian Contr. Zool.* 176: 39-43.

- López-Victoria, M. (2006). The lizards of Malpelo (Colombia): some topics on their ecology and threats. *Caldasia*. 28(1): 129-134.
- López-Victoria, M & Estela, F.A. (2006). Additions to the breeding seabirds of Malpelo Island, Colombia. *Mar. Ornithol.* 34: 83-84.
- López-Victoria, M. & Rozo, D. (2006). Model-based geomorphology of Malpelo Island and spatial distribution of breeding seabirds. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 35: 111-131.
- López-Victoria, M. & Estela, F.A. (2007). Una lista anotada de las aves de la Isla Malpelo. *Orn. Colombiana*. 5: 40-53.
- López-Victoria, M., Estela, F.A. (2007). Aspectos sobre la ecología del Piquero de Nazca *Sula granti* en la isla Malpelo. In: DIMAR-CCCP & UAESPNN-DTSO (Hrsg). Santuario de Fauna y Flora Malpelo: descubrimiento en marcha, pp 131-142. DIMAR, Bogotá.
- López-Victoria, M. & Rozo, D. (2007). Wie viele Nazcatölpel *Sula granti* brüten auf der Insel Malpelo? *Vogelwarte*. 45: 365-366.
- López-Victoria, M. & Werding, B. (2008) Ecology of the endemic land crab *Johngarthia malpilensis* (Decapoda: Brachyura: Gecarcinidae), a poorly known species from the Tropical Eastern Pacific. *Pac. Sci.* 62: 483-493.
- López-Victoria, M., Wolters, V. & Werding, B. (2009). Nazca Booby (*Sula granti*) inputs maintain the terrestrial food web of Malpelo Island. *J. Ornithol.* 150: 865-870. DOI 10.1007/s10336-009-0407-1.
- López-Victoria, M. (2010). Ecología insular: ¿cómo se mantiene la red trófica terrestre de Malpelo? Resúmenes Extendidos XIV-Senamar. Serie de Publicaciones Especiales de Invemar No. 21: 274-279.
- López-Victoria, M., Herrón, P.A. & Botello, J.C. (2011). Notes on the ecology of the lizards from Malpelo Island, Colombia. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 40: 79-89.
- López-Victoria, M., Jurczyk, M. & Wolters, V. (2013). Notes on the ecology of the Colombian Leaf-toed Gecko (*Phyllodactylus transversalis*), endemic to Malpelo Island. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 42(2): 133-141.
- López-Victoria, M. & Estela, F.A. (2016). *Creagrus furcatus*. pp. 257-258. En: Renjifo, L.M., Amaya-Villarreal, A.M., Burbano-Girón, J., & Velásquez-Tibatá, J. Libro Rodo de Aves de Colombia Vol. 2. Pontificia Universidad Javeriana. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (ISBN: 978-958-716-980-5).
- Murphy, R. (1945). Island contrasts. *J. Nat. Hist.* 15: 14-23.
- Pitman, R.L. & Jehl, J.R. (1998). Geographic variation and reassessment of species limits in the "Masked" Boobies of the Eastern Pacific Ocean. *Wilson Bull.* 110(2): 155-170.
- Rand, A. S., Gorman, G.C. & Rand, W.M. (1975). Natural history, behavior, and ecology of *Anolis agassizi*. *Smithsonian Contr. Zool.* 176: 27-38.
- Stead, J.A. (1975). Field observations on the geology of Malpelo Island. *Smithson. Contrib. Zool.* 176: 17-20.
- Türkay, M. (1970). Die Gecarcinidae Amerikas. Mit einem Anhang über *Ucides Rathbun* (Crustacea: Decapoda). *Senckenb. Biol.* 51: 333-354.
- Türkay, M. (1987). Landkrabben. *Natur und Museum.* 117: 143-150.
- Von Prael, H. (1990). Malpelo la roca viviente. FEN Colombia, Editorial Presencia, Bogotá. 57 pp.
- Wolda, H. (1975). The ecosystem on Malpelo Island. *Smithson. Contrib. Zool.* 176: 21-26.



Mateo López-Victoria

Departamento de Ciencias Naturales y Matemáticas,
Pontificia Universidad Javeriana Cali

César Andrés Cely Herrera

Departamento de Biología,
Universidad del Valle

Melina Rodríguez-Moreno

Doctorado Interinstitucional en Ciencias
del Mar, Universidad del Valle

Rubén González-Román

Departamento de Biología,
Universidad del Valle

FOTO PORTADILLA CAPÍTULO V

Panorámica de Malpelo. Foto: Archivo Comisión
Colombiana del Océano

CITACIÓN

López-Victoria, M., Cely, C.A., Rodríguez-Moreno, M. y
González-Román, R. (2019). Capítulo V. Diversidad de
la flora marina y terrestre. En CCO-Dimar. *Malpelo es
Colombia maravilla estratégica*, pp. 148-155.
Bogotá, D.C.: Editorial CCO.



Capítulo V.
Diversidad de la flora
marina y terrestre

Diversidad de la flora marina y terrestre

A primera vista Malpelo es una gran roca desnuda que emerge imponente en la mitad del océano (Murphy, 1945; Wolda, 1975; Prah, 1990). Y es que sus características actuales no han propiciado un desarrollo exuberante de flora en las porciones emergidas. Del grupo que se conoce como plantas superiores, que incluye la vegetación que se ve en los paisajes habituales de jardines y parques, se han encontrado hasta ahora solo dos especies: un pasto y un helecho (González-Román *et al.*, 2014). En expediciones realizadas a la isla en el pasado se comentó sobre la presencia de arbustos y de otras especies vegetales, principalmente herbáceas, pero ninguna de ellas fue identificada, ni se conservan especímenes en colecciones biológicas (Wolda, 1975). Se cree que en algunas grietas y cuevas de las partes más altas de las paredes acantiladas puede haber un par de especies más, pero hasta ahora no ha sido posible coleccionar muestras para su identificación (González-Román *et al.*, 2014).

La única especie de pasto presente habita principalmente en la cima de los islotes y en sectores de los cerros inaccesibles para los cangrejos, quienes devoran cualquier material vegetal a su alcance, lo que ha prevenido en mayor medida el desarrollo de vegetación en Malpelo (López-Victoria & Werding, 2008; González-Román *et al.*, 2014). La única especie de helecho presente, que tiene la particularidad de emanar un aroma dulce y el envés de sus hojas blanco, también se restringe hoy en día a pocos sectores escarpados de los cerros. Hace algunas décadas este helecho llegó a formar un parche de considerable tamaño en el sector este de la isla, pero su cobertura se ha reducido a menos del 20 % de la que llegó a tener (López-Victoria & Rozo, 2006; González-Román *et al.*, 2014).



La única especie de pasto observada hasta ahora en Malpelo (*Paspalum* sp.) crece sobre todo en los islotes, donde sirve de sustrato para los nidos de algunas aves. En la foto se observa en primer plano un parche de pasto en la cima de uno de los islotes del norte. Al fondo, la parte sur de Malpelo. Foto: Mateo López-Victoria.



La morfología de la especie de helecho (*Pityrogramma calomelanos*) presente en Malpelo se caracteriza por tener el envés de las hojas de color blanco. Foto: Rubén D. González-Román.



La especie de helecho presente en Malpelo solía formar un parche de dimensiones considerables, visible desde los barcos. Hoy en día se restringe a sectores casi inaccesibles de los cerros principales. En la foto se observa su aspecto en el año 2004, en la base de uno de los cerros. Fotos: Mateo López-Victoria.

Aparte de esas dos plantas, sobreviven en grietas y oquedades pequeños parches de musgos de la especie *Octoblepharum albidum*. Los musgos son excelentes retenedores de agua y reguladores

de procesos hídricos, a la vez que ayudan a crear microclimas caracterizados por alta humedad relativa y un descenso localizado de la temperatura (González-Román *et al.*, 2014). Las rocas porosas de Malpelo y la constante condensación de agua favorecen el crecimiento de los musgos en las grietas, pero la activa depredación por parte de los cangrejos y otros invertebrados han mantenido muy restringido su desarrollo (López-Victoria & Werding, 2008).



El musgo es tan escaso y está tan restringido a pequeñas grietas, que muchas veces solo se nota su presencia al quedar expuesto cuando hay ruptura de alguna roca. Foto: Mateo López-Victoria.

La parte terrestre de la flora está dominada por líquenes y microalgas. La diversidad de líquenes es de al menos 25 especies. Algunas de esas especies no han sido encontradas en otra parte de Colombia y, aunque no se trata de especies exclusivas de Malpelo, son los únicos registros para el país. Estos líquenes, en su mayoría de colores opacos y con varios tonos de gris, se confunden con el color de las rocas de la isla. Sin embargo, una mirada con mayor detalle revela tonalidades de verde, azul, amarillo, naranja y rojo en varios de ellos. El mayor desarrollo lo alcanzan en las paredes de los cerros, aunque algunas especies, como las verrucaria (reportadas por primera vez para Bahía Málaga, Colombia) se encuentran restringidas a las zonas de salpicadura de agua de mar (González-Román *et al.*, 2014).



Los líquenes conforman la flora más extensamente distribuida de Malpelo. Se trata de organismos compuestos, resultado de la simbiosis entre un alga y un hongo. En las fotos se observan dos especies con distinta forma de crecimiento. Fotos: Mateo López-Victoria.

Los sectores sumergidos de Malpelo no son la excepción a la diversidad de flora. No obstante, aunque hasta ahora es un grupo de organismos poco estudiado en el santuario, se han encontrado representantes de todos los principales grupos de macroalgas marinas presentes en el Pacífico Este. En Malpelo, tal y como ocurre en otros litorales rocosos (Capítulo II), las especies de algas se reparten las diferentes profundidades con respecto a la marea, dependiendo de su capacidad de tolerancia a las condiciones ambientales o a su capacidad competitiva. En algunos sectores de la isla que quedan expuestos durante la marea baja se pueden encontrar parches de algas rojas de consistencia rígida, que son golpeados por el

fuerte oleaje con frecuencia. Totalmente sumergidas se encuentran algas verdes en la zona con mayor iluminación y otras especies de algas rojas en las áreas donde la incidencia de la radiación solar disminuye. También es común encontrar macroalgas formando céspedes o tapetes, junto con microalgas que crecen como epífitas sobre otras algas de mayor tamaño (González-Román *et al.*, 2014).

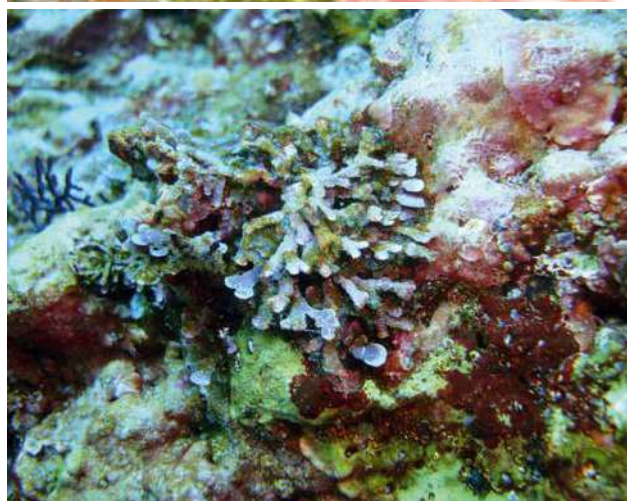


Tapete de algas en el sector intermareal de la isla, durante la marea baja. Estos parches son azotados constantemente por el fuerte oleaje, por lo que las algas presentan una estructura rígida. Foto: Rubén D. González-Román.

Algunos tapetes de algas son “cultivados” como jardines por peces damisela, que defienden su territorio de otros herbívoros, incluyendo peces y erizos. Como buenos jardineros, estos peces “deshierban” sus tapetes y dejan crecer en su territorio solo aquellas algas que les sirven de alimento. También cultivan algunas algas para que sirvan como trampas, en las que quedan atrapadas sus presas, típicamente crustáceos pequeños (Ceccarelli, 2007). Este comportamiento permite que ciertas macroalgas más grandes, de crecimiento lento y susceptibles a la herbivoría, crezcan y alojen algas epífitas diminutas y de rápido crecimiento. Dentro de los jardines cultivados por la castañeta coliamarilla, un pez damisela muy común en la isla, se han encontrado 19 morfoespecies de algas rojas, 10 de algas verdes y 3 de algas pardas, que incluyen nuevos reportes de algas rojas epífitas y de algas microscópicas (Cely *et al.*, en prep.).



La castañeta coliamarilla (*Stegastes arcifrons*) es uno de los llamados peces jardineros. En las fotos se aprecia esta damisela "patrullando" sus jardines de algas, que forman tapetes sobre las superficies rocosas y coralinas. Se trata de una especie de pez muy abundante en los arrecifes de Malpelo, que promueve el desarrollo de algas de varias especies. Fotos: Melina Rodríguez-Moreno.



A primera vista, las algas calcáreas parecen rocas de colores. Se trata de organismos que crecen como capas de cemento, recubriendo sustratos duros; aunque también hay especies con formas frondosas. En las fotos se aprecian algas calcáreas con esas dos formas de crecimiento. Fotos: Melina Rodríguez-Moreno.

Las algas calcáreas, aunque no muy estudiadas en Malpelo desde el punto de vista taxonómico, constituyen un grupo de gran importancia porque desempeñan un rol ecológico fundamental en las comunidades coralinas. En sus superficies se reclutan con mayor facilidad las larvas de los corales, que al crecer se encargan de formar los andamios arrecifales (Borowitzka & Larkum, 1986). Estas algas también consolidan los sustratos coralinos y rocosos, pues actúan como una especie de capa de cemento que cohesiona los fondos marinos. Además, exhiben colores muy llamativos, como morado, rosado, violeta y púrpura.

Es difícil establecer la diversidad total de algas marinas presentes en las aguas de Malpelo. Los estudios preliminares registran por ahora alrededor de 50 especies, pero sin duda la riqueza es mayor (Cely *et al.*, en prep.). Las algas rojas dominan la flora marina en comparación con las verdes y pardas, al igual que ocurre en otros ecosistemas insulares de la región, como Gorgona, Isla del Coco e Islas Galápagos. Por lo pronto, los territorios de los peces damisela ofrecen la posibilidad de aumentar enormemente el listado de algas marinas, un grupo importante que es fundamental en todos los ecosistemas marinos.

La transparencia de las aguas que circundan Malpelo posibilita una amplia penetración de la luz,

que ha permitido la presencia de corales, animales que viven en simbiosis con unas microalgas conocidas como zooxantelas. Otro tipo fundamental de microalgas hace parte del fitoplancton, de suma importancia en procesos de regulación y flujo de materia y energía entre el medio ambiente y los seres vivos (Capítulo III).



Los llamativos colores de los corales provienen de los pigmentos de las microalgas a ellos asociadas, conocidas como zooxantelas. Es por ello que cuando los corales enferman, a causa de factores ambientales, y expulsan de sus tejidos las zooxantelas, se dice que se blanquean, ya que quedan del color de sus exoesqueletos, formados por carbonato de calcio. Foto: Melina Rodríguez-Moreno.

Referencias bibliográficas

- Borowitzka, M.A. & Larkum, A.W.D. (1986.) Reef Algae. *Oceanus*. 29: 49-54.
- Ceccarelli, D.M. (2007). Modification of benthic communities by territorial damselfish: a multi-species comparison. *Coral Reefs*. 26: 853-866.
- González-Román, R.D., López-Victoria, M. & Silverstone-Sopkin, P.A. (2014). Flora terrestre de la isla Malpelo (Colombia), Pacífico Oriental Tropical. *Rev. Biol. Trop.* 62(1): 327-336.
- López-Victoria, M. & Rozo, D. (2006). Model-based geomorphology of Malpelo Island and spatial distribution of breeding seabirds. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 35: 111-131.
- López-Victoria, M. & Werding, B. (2008). Ecology of the endemic land crab *Johngarthia malpilensis* (Decapoda: Brachyura: Gecarcinidae), a poorly known species from the Tropical Eastern Pacific. *Pac. Sci.* 62: 483-493.
- Murphy, R. (1945). Island contrasts. *Natural History*. 15: 14-23.
- Von Prael, H. (1990). Malpelo la roca viviente. FEN Colombia, Editorial Presencia, Bogotá. 57 pp.
- Wolda, H. (1975). The ecosystem on Malpelo Island. *Smithson. Contrib. to Zool.* 176: 21-26.

**LA PESCA ILEGAL EN EL SANTUARIO
DE FAUNA Y FLORA MALPELO**

Sandra Bessudo Lion
Felipe Orlando Ladino Archila
Yves Lefèvre

Fundación Malpelo y Otros
Ecosistemas Marinos

**MALPELO, ISLA DE CIENCIA PARA
EL ECOTURISMO COLOMBIANO**

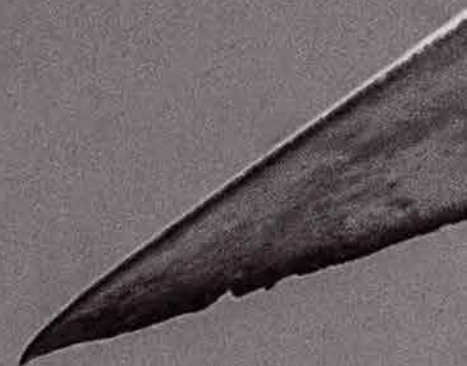
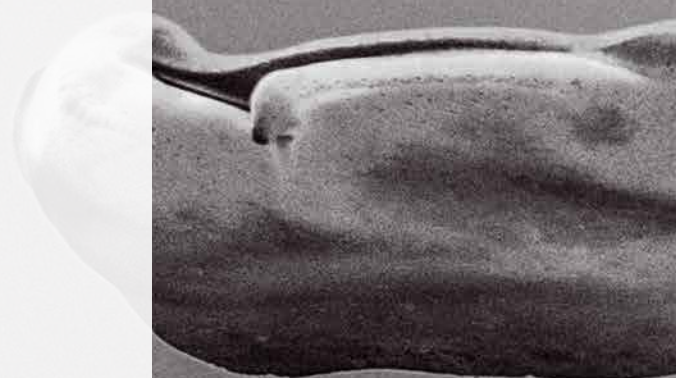
Ricardo Cifuentes Cuadros
Viceministerio de Turismo

FOTO PORTADILLA CAPÍTULO IV

El majestuoso tiburón martillo.
Foto: Juan Manuel Camargo Urrego

CITACIÓN

Bessudo, S., Ladino, F.O. y Cifuentes, R. (2019).
Capítulo VI. Usos y amenazas sobre los recursos
naturales. En CCO-Dimar. *Malpelo es Colombia
maravilla estratégica*, pp. 156-169. Bogotá, D.C.:
Editorial CCO.





CAPÍTULO VI.
Usos y amenazas sobre
los recursos naturales

La pesca ilegal en el Santuario de Fauna y Flora Malpelo



Tiburones capturados mediante prácticas ilegales de pesca en el Santuario de Fauna y Flora Malpelo. Foto: Yves Lefèvre, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

En el Santuario de Fauna y Flora Malpelo está prohibido realizar cualquier tipo de actividad pesquera. Malpelo, una isla oceánica ubicada a 490 km de la costa, no representaba mayor interés para los pescadores de la región, no solo por ser inhóspita y lejana, sino porque lograban abastecerse a lo largo de la zona costera del Pacífico Este Tropical.

Sin embargo, a finales del siglo pasado sucedieron tres eventos que incrementaron el interés pesquero en los alrededores de esta isla inhabitada. El primero fue la disminución de los recursos que tradicionalmente se capturaban en cercanías de la costa; el segundo consistió en el incremento de la demanda de las aletas de tiburón por parte del mercado asiático, y el tercero, el aumento del consumo de atún en el ámbito mundial.

Era lamentable llegar a Malpelo y ver cómo embarcaciones colombianas y de otros países, masacraban a cientos de tiburones y sacaban toneladas de atún, utilizando helicópteros para encontrar las grandes manchas de este preciado y valioso recurso. Esta problemática fue uno de los motivos para trabajar por Malpelo y convertirla en un área marina protegida (AMP) de Colombia, la cual se ha ido ampliando según las necesidades de conservación y ha ganado reconocimientos internacionales, tal como se mencionó en el Capítulo I.

La finalidad de las AMP es conservar los recursos marinos. Son muchos los casos en los cuales han permitido que las pesquerías locales cercanas mejoren de manera significativa (Barnett *et al.*, 2012), ya que las AMP funcionan como un “banco” permitiendo que los individuos y sus poblaciones crezcan, se desarrollen y se reproduzcan, generando una mayor oferta cuando estas especies migran hacia otras zonas donde es

permitido pescar legalmente de manera sostenible. La pesca ilegal realizada dentro de las AMP y en los mares jurisdiccionales, atenta contra la salud de los océanos y los recursos de generaciones futuras.

En efecto, la pesca ilegal afecta gravemente la resiliencia de los ecosistemas marinos, por ejemplo rompiendo los procesos de repoblamiento natural; suelen capturar especies por debajo del tamaño

mínimo permitido, removiendo individuos y cohortes casi completas que no han alcanzado la madurez sexual para que al menos se hayan reproducido una vez antes de ser capturados. En especies de tamaño grande, crecimiento lento y bajo número de crías, esto puede llevar al colapso de una población en poco tiempo (Bonfil R., 1994; Lucifora L., 2003).



Barco pesquero en las aguas protegidas del Santuario de Fauna y Flora Malpelo. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Hoy en día existen embarcaciones que continúan pescando ilegalmente en las aguas protegidas de Malpelo. Sus objetivos ya no son únicamente los atunes o los tiburones, sino también chernas, meros y picudos. Claramente, las investigaciones y monitoreos demuestran que muchas de estas especies se encuentran en descenso o amenazadas. Un ejemplo es el alarmante impacto que la pesca ha generado sobre las poblaciones de tiburones martillo de Malpelo. Su abundancia ha disminuido en más de un 80 % en los últimos diez años (Informes Fundación Malpelo, 2016), hecho que

parece ser un patrón común en la región, teniendo en cuenta valores similares confirmados en las Islas Galápagos (Ecuador) y en la Isla del Coco (Costa Rica). Aunque se han generado medidas como la prohibición del aleteo, su inclusión en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cites), que regula su comercialización, y como especie amenazada en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), sus números continúan con un fuerte descenso y el tiburón martillo se encuentra en alto riesgo.



Tiburones capturados ilegalmente en las aguas de Malpelo. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Una de las malas prácticas que se evidenciaron y denunciaron en los últimos años es la conocida como el aleteo, que se mencionó anteriormente y consiste en capturar al tiburón para mutilarle las aletas y devolver su cuerpo aún con vida al mar, el cual muere lentamente por asfixia, ya que la gran mayoría de ellos necesitan nadar para respirar. En el aleteo solo se aprovechan las aletas de tiburón porque cada kilo



El tiburón martillo es una especie en alto estado de amenazada, a pesar del esfuerzo institucional y las medidas adoptadas para prevenir su pesca ilegal. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

de estas (dependiendo de la especie), puede costar entre 250 y 500 mil pesos colombianos, mientras que un kilo de carne de tiburón (filete de toyo) tiene un valor de 5 mil pesos. Teniendo en cuenta los costos (no se necesita hielo para conservar el producto), es más rentable llenar la bodega de la mercancía más preciada, hecho por el cual en una sola faena de pesca se puede llegar a mutilar a más de cien tiburones. El aleteo ha generado que los tiburones en general sean sobreexplotados, los cuales son susceptibles a la presión pesquera por tener un ciclo de vida lento (lento crecimiento, bajo número de crías, madurez sexual tardía, entre otros) en comparación a otros recursos pesqueros.

Como se mencionó en el Capítulo I, desde 2005 se estableció una alianza estratégica entre los ministerios de Defensa Nacional y Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el fin de controlar y vigilar el AMP conjuntamente. Esta alianza se convirtió en un instrumento innovador para custodiar y patrullar el santuario, con grandes logros al capturar varias embarcaciones que realizaban pesca ilegal.

Es claro que el trabajo llevado a cabo en Malpelo hasta la fecha dejó varios aprendizajes, lo que sirvió para escalar el problema a los ámbitos nacional y regional, y buscar soluciones en la lucha contra el flagelo de la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada. Internacionalmente, se crearon dos instancias de cooperación entre Colombia-Ecuador y Colombia-Costa Rica, a través de mesas binacionales, lideradas por los respectivos ministerios de Asuntos Exteriores, ya que la mayoría de embarcaciones que se capturaban provenían de estos dos países. Adicionalmente, en el país se logró llegar a un consenso para presentar al Congreso de la República un proyecto de ley para fortalecer y eliminar vacíos jurídicos en materia de pesca ilegal, y buscar nuevas alternativas para continuar ejerciendo control y vigilancia no solo en el AMP, sino también en aguas jurisdiccionales.

Malpelo, isla de ciencia para el ecoturismo colombiano

El ecoturismo no es solo un comportamiento tipológico de los viajeros que se argumenta con sus más consagradas prácticas conservacionistas alrededor de un viaje, que tiene como destino un territorio dotado de grandes virtudes de naturaleza, es y debe ser, para llamarlo sin recato con esta etiqueta distintiva, una práctica responsable, comprometida con el medio ambiente, la sociedad y el planeta. Por eso al presentar este maravilloso reducto de la geografía planetaria, lo más importante es entender que no se puede hacer como una propuesta para iniciados en las lides del viajero responsable, debe responder a fines mucho más altruistas y de mayor compromiso en donde el viaje científico, de disciplina deportiva o de apreciación por la naturaleza y las especies, sea llevado a un plano de mayor complejidad y de evidentes y valiosos resultados frente a la necesidad de cuidar un recurso tan delicado y vulnerable como el que presenta este libro.



Avistamiento de tuburones martillo en Isla Malpelo. Foto: Yves Lefèvre, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

La soberanía nacional se envanece con la Isla Malpelo, Santuario de Fauna y Flora del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia y Patrimonio Natural de la Humanidad, en medio del mar. Esta isla, ubicada en el océano Pacífico colombiano, es con mucha dificultad un destino consolidado para el turismo, a partir del hecho de tener que superar una distancia marina de cerca de 500 km desde el litoral, partiendo desde Buenaventura, Colombia, aunque no es el único punto de origen, ya que si bien las regulaciones y condición de mar territorial permiten iniciar formalmente los viajes del turismo especializado desde nuestro país, también es posible llegar a Malpelo desde otros lugares en los que se presenta como oferta para la práctica especializada de algunas disciplinas como el buceo autónomo y la investigación científica (desde Panamá, por ejemplo).

Esto supone que como destino turístico y desde la perspectiva del producto especializado, la isla no es para todo el mundo. Las prácticas asociadas al ecoturismo encuentran una respuesta adecuada en los objetivos que Parques Nacionales Naturales de Colombia ha planteado para la conservación de esta unidad bioecológica, como soporte de declaratoria de área de conservación ambiental en la tipología de Santuario de Fauna y Flora; es decir que es ideal para la investigación científica, la conservación de los recursos naturales y especialmente para la educación ambiental, que es en últimas el objetivo nuclear de las prácticas asociadas al ecoturismo. Es en este punto en que esta emersión rocosa del Pacífico se convierte en una opción para el turismo especializado.

Por una parte, el hecho de que se trate de una unidad de preservación con actividades asociadas al turismo, ya incorpora el territorio insular y su área de influencia al inventario de recursos con los que cuenta la nación, y enriquece la oferta regional, la del departamento del Valle del Cauca, a la cual se encuentra adscrita o ligada por jurisdicción; complementando su portafolio regional con todas aquellas actividades de naturaleza, deporte y ciencia que deriven de sus productos turísticos emblemáticos.

El tema de hacer educación ambiental a través de este atractivo natural de tenencia de la Uaesppn es argumentalmente válido, pero su aspiración de impactar con pedagogía de la conservación ambiental se da por descontada cuando sus públicos son tan limitados y sobre todo tan acondicionados en las prácticas asociadas al uso responsable de este tipo de atractivos; por tanto no hay que ponerle esta carga, en términos de resultado, al SFF Malpelo ya que su función primaria de orientar conductas ambientalmente aceptables es ya una lección aprendida y practicada por sus visitantes. Vale más generar a partir de las prácticas del turismo especializado una relación amplia de buenas prácticas asociadas a las actividades ecoturísticas, deportivas y científicas, que guarde estrecha relación con este tipo de ecosistemas marinos, para que de ello deriven protocolos de uso, conductas universalmente aceptadas y otras enseñanzas aplicables en geografías similares. Esto sería el verdadero resultado pedagógico de visitar Malpelo en materia de educación ambiental; dicho de otra manera, es enseñar a la conservación de los ambientes marinos y submarinos con potencial turístico desde el siguiente nivel. Por esta razón la isla se puede convertir en una verdadera escuela para ambientalistas comprometidos y en modelo de administración y desarrollo sostenible del territorio.

Sin embargo, no siempre es posible recoger y capitalizar los réditos de este tipo de ofertas, especialmente cuando está tan aislada, si vale decirlo así, del contexto turístico nacional. Pocas agencias de viajes, y menos aún con la suficiente especialización en la materia, ponen este producto en el mercado con aspiraciones netas de obtener un saldo pedagógico derivado de las visitas. La actividad principal en este lugar es el buceo complementado con la observación de aves marinas que anidan en sus picos rocosos. Para la comunidad científica es un verdadero laboratorio natural sin igual, que permite conocer más de las especies que la habitan al participar en los programas de investigación y conservación de este rincón oceánico.

Para los avistadores de aves

Las autoridades turísticas del país han reconocido en el avistamiento de aves uno de los nichos más significativos de la práctica ecoturística y del turismo de naturaleza y, desde luego, se espera que a partir de la segmentación del mercado este subproducto actúe como oferta altamente especializada y de carácter singular en su portafolio de negocios verdes.

Indudablemente, esta es una apuesta importante por el uso sostenible de los recursos naturales que se aleja de las posiciones conservacionistas a ultranza, pero que debe hacerse con procesos bien planificados de manejo de este tipo de territorios para no someter o arriesgar a severos perjuicios este recurso. Por su condición especializada y más aún en este territorio insular, Malpelo no puede dejarse a la práctica libre, sino regularse al máximo desde la operación de agencias especializadas y con el compromiso de respetar y mantener las condiciones de manejo a las que se avoquen por exigencia legal o recomendación de los órganos institucionales y gubernamentales, responsables del recurso.

Es necesario recordar que los avistadores de aves buscan especialmente endemismos, incluso aves exóticas y/o en peligro de extinción, y capitalizan su experiencia en la posibilidad de estudiar comportamientos que generen conocimiento científico y en esto los operadores turísticos solo podrán concretar su oferta con la adaptación progresiva del producto a este tipo de mercados.

Este alejado lugar de la geografía nacional, el SFF Malpelo, es un verdadero paraíso para los observadores especializados de aves, más aún para aquellos que gustan de la actividad trascendiendo la taxonomía de las especies para estudiar sus comportamientos, ya que es el mayor punto de anidaciones conocido en el país, dada su extensión y densidad. A pesar de que los observadores no pueden incursionar fácilmente en tierra porque no hay muchos caminos establecidos, la observación puede hacerse desde las embarcaciones y botes. Estimular este mercado no solo es válido desde el punto de vista de la especialización de la demanda,



a.



b.

La población de *Sula granti* en la isla resalta a la vista, dada su abundancia de individuos. Fotos: Archivo Comisión Colombiana del Océano (a.); Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos (b.).

sino que se convierte en un agente adicional de conservación de la delicada oferta ambiental que lo compone. Es necesario orientar el servicio de las embarcaciones hacia este tipo de público en la medida que el segmento vaya creciendo, ya que los buzos han marcado la pauta de lo que a partir de sus necesidades son hoy los transportes y alojamientos flotantes para su uso especializado, y en esto no todos los criterios de prestación de servicios para dos públicos diferentes coinciden.

A pesar de la distancia, el punto de origen de las operaciones es un argumento sólido de desarrollo sostenible para las localidades que abastecen de bienes y servicios este y otros productos que puedan desarrollarse en la isla, por lo que esta oferta no se restringe a la operación propiamente dicha ni se limita a ofertar el atractivo, sino que se puede incorporar al modelo social productivo de quienes en calidad de tenedores, administradores o propietarios del bien y quienes desarrollan producto turístico con sus recursos, le apuestan a su explotación racional y sostenible.

Recursos para el turismo especializado



Las formaciones coralinas en Malpelo no son tan extensas ni forman arrecifes coralinos como las del Caribe. Sin embargo, se encuentran algunas amplias y en buen estado de conservación, que atraen a los buzos por su belleza e importancia para el Pacífico colombiano y el Pacífico Este Tropical. Foto: Santiago Estrada.

Malpelo se ha venido consolidando como uno de los conjuntos más atractivos e importantes para los buzos especializados, no tanto de aquellos que gustan de aguas someras tan ricamente matizadas de colores coralinos, como las de San Andrés y Providencia o las islas del nuestro Caribe continental, ya que quienes la visitan buscan experiencias más profundas, que los lleven a encontrar y disfrutar su gran biodiversidad. Son de especial atractivo los pocos fondos de cobertura coralina, los grandes cardúmenes de peces, entre los que se encuentran los de tiburones martillo, sedosos y de Galápagos. También se puede llegar a avistar y bucear con el tiburón ballena, y con suerte, observar el tiburón monstruo. Así mismo, se puede ver un amplio número de especies pelágicas como atunes, pargos, tortugas y mamíferos marinos (PNN, 2015).

Es por esto que no resulta tan acertado proponer el SFF Malpelo como uno de los lugares más estimables y adecuados para el buceo recreativo, como se ha planteado; allá se viaja con fines deportivos, de afición y ciencia mucho más altos, ya que si de evaluar su capacidad operativa se trata, no resulta muy bien calificado. En tierra no se cuenta con servicios asistenciales ni de provisión para el turismo y todo debe llegar y salir de allí en las embarcaciones que soportan la operación turística, debidamente reguladas por las autoridades con injerencia, tanto en el territorio, como en el recurso.



Los jureles son organismos de gran interés para los buzos, lo cuales presentan una alta abundancia durante todo el año.
Foto: Santiago Estrada.

En el área se han identificado 26 sitios de buceo, adecuados para la observación de especies marinas entre las cuales se encuentran jureles, morenas, mantas y barracudas además de otras ya mencionadas. Sus paredes submarinas y cantiles son ideales para la exploración y las inmersiones profundas del gusto de buzos altamente especializados (PNN, 2007).

Con estas consideraciones es necesario atender los requerimientos y recomendaciones que manan de las autoridades del santuario y de las organizaciones ambientalistas, de acuerdo con los protocolos y normas técnicas que regulan la operación turística, por lo que se hace exigible la debida acreditación y soporte de operativo como garantía de un manejo adecuado y seguro de la experiencia turística.

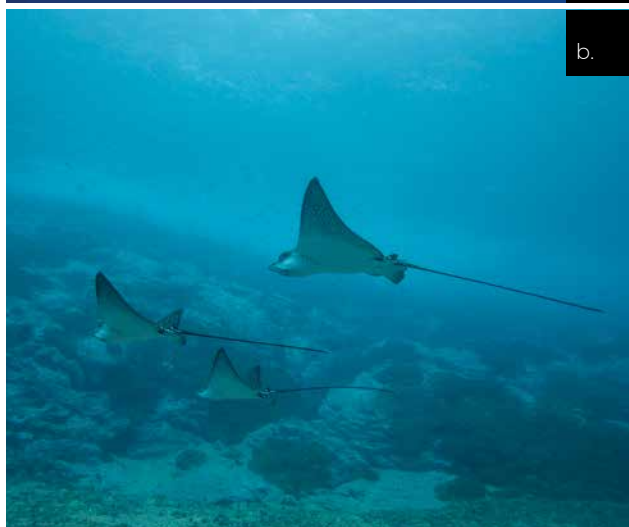


Debido a las fuertes corrientes, las altas profundidades y las pronunciadas paredes submarinas los buzos que realicen la actividad deben contar con una certificación de buzo avanzado. En la pared se observa el coral *Tubastrea coccinea*. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Para garantizar el mínimo impacto sobre la diversidad y los ecosistemas de Malpelo se elaboró el Código de Buenas Prácticas para el Santuario de Fauna y Flora Malpelo, desarrollado en el marco del Convenio de Asociación No. 014 de 2007, suscrito entre la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales y la Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos. Este código establece los lineamientos de buenas prácticas para los operadores de embarcaciones de turismo, el buceo y el careteo, así como la adecuada observación de fauna pelágica y de mamíferos acuáticos, y el apropiado senderismo terrestre, consumo de alimentos y la prevención del ingreso de especies exóticas (PNN, 2007).



a.



b.

La frecuencia de observación de mantarrayas es baja durante todo el año en el santuario. Sin embargo, si se encuentra es necesario mantener por lo menos 1 metro de distancia, para evitar cualquier riesgo. Foto: Santiago Estrada (a.); Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos (b.).



Caretear o bucear con tortugas es una de las actividades más preciadas. Para el buen desarrollo de las prácticas de buceo, es importante no perseguir, arrinconar, agarrar o montar a los animales. Fotos: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Los requerimientos básicos para los buzos se definen a partir de un equipamiento adecuado de sus trajes e instrumentos, además de la necesidad de comprobar experiencia mediante el registro de inmersiones en sus bitácoras (mínimo 25 y tener certificación de buzo avanzado), el cumplimiento estricto de reglas de operación con instructores altamente calificados en la disciplina y una capacidad limitada de buzos por cada *Divemaster*; todos los buzos deportistas o investigadores deben ser mayores de edad.

Los requisitos para las embarcaciones no son menos altos, deben tramitar el permiso de entrada y salida al área, con la debida anticipación, indicando el número de visitantes que transporta; contar con la presencia a bordo de un funcionario de Parques Nacionales Naturales, un buzo líder por cada seis personas, que conozca la zona y que esté debidamente certificado; realizar fumigaciones pertinentes al interior de la embarcación antes de cada embarque; estar dotadas con equipos de radiocomunicaciones y rastreo satelital, así como equipos de primeros auxilios y botellas de oxígeno suficientes, ya que se trata de permanecer durante varios días en altamar. También hay estrictas regulaciones acerca de la generación y manejo de desperdicios, ya que todos deben ser dispuestos para devolverlos a la costa y todo aquello que deba ser usado o consumido en la ruta para abastecimiento e higiene debe ser biodegradable (PNN, 2007). La responsabilidad está a cargo de los operadores de las embarcaciones, pero indudablemente se concreta con el compromiso de los visitantes, por ello la selección del personal de apoyo, tanto como las aspiraciones de quienes quieren visitar el lugar, deben ser determinadas con mucho cuidado para no originar riesgos asociados a impactos ambientales, ni a la seguridad de tripulaciones y turistas.



Uno de los grandes atractivos del Santuario de Fauna y Flora Malpelo es el buceo con tiburones. Para una práctica segura es importante abstenerse de realizar movimientos bruscos, evitar el uso de *flash* y por ningún motivo se debe alimentar a los animales. Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Recomendaciones para el desarrollo y mejoramiento del turismo en Malpelo

La incorporación de la zona insular del Pacífico colombiano a los portafolios comerciales de prestadores de servicios turísticos especializados es una oportunidad excepcional para hacer de Malpelo un destino exclusivo, por el valor singular que presenta para el turismo de naturaleza, en donde la ciencia y el deporte especializado encuentran la aventura de explorar y descubrir un mundo casi intacto.

Como se mencionó antes, desde la práctica turística, una de las primeras y más importantes recomendaciones es hacer una disposición

adecuada de residuos ya que el lugar lo exige, tanto para atenuar los riesgos de contaminación como para evitar que se generen situaciones de compromiso o problemas entre las comunidades de especies marinas y el hombre, por el tipo de desperdicios que se pueden originar; no se debe olvidar que ante la presencia de tiburones, un manejo inadecuado de residuos podría ser causa de situaciones no deseables. De cualquier manera las embarcaciones deberán regresar con todos los residuos preparados para su adecuada disposición en los puntos de embarque, tal como se ha establecido

en los manuales de buenas prácticas con los que desde la Uaesppn y otros entes de gobierno y ONG se promueve la práctica responsable del turismo en esta fracción del territorio nacional.

También se hace necesario irradiar conocimiento acerca de las condiciones para visitar el SFF Malpelo, es decir que sea un verdadero protocolo que permita practicar las recomendaciones tanto de seguridad como de cuidado y conservación del lugar, capacitando no solo a las empresas operadoras, sino a los visitantes y turistas para cualquiera de sus modalidades; a los guardaparques del Sistema Nacional Ambiental y unidades de logística, vigilancia y control de la Armada Nacional de Colombia, responsables de su tenencia y custodia, e incluso a los pescadores artesanales.

La oferta de esta unidad de conservación debe ser promovida de manera discreta, conservadora, si cabe el término, ya que se trata de un área pequeña de curiosas relaciones bióticas entre especies, alrededor de los emergidos rocosos, por lo que la capacidad de carga debe ser adecuadamente calculada para no generar presión sobre el ecosistema, las especies terrestres, ni marinas. Supone entonces una actividad promocional reducida, muy segmentada a la hora de procurar para este destino, corrientes de los viajeros con el más alto grado de especialización y manejo del producto en el que se inscriben, es decir comunidad científica reconocida, buzos expertos, avistadores especializados en el medio marino, etc. Dicho está que no se trata de un destino para todos y que la promoción debe corresponder a estos segmentos de mercado para garantizar los menores impactos negativos posibles y, desde luego, los más altos niveles de satisfacción entre sus selectos visitantes.

Teniendo en cuenta la responsabilidad social empresarial a la que se deben las empresas operadoras que desarrollan su producto con esta oferta, este es un destino que implica el respeto por los valores éticos, las comunidades, las personas y el medio ambiente, a través de la implementación de acciones concretas, que den a la experiencia turística un valor agregado, representado en el compromiso con el cuidado de cada uno de los factores que lo hacen único, generando así mayor reconocimiento e incremento de los ingresos económicos a todos los actores de la cadena que implementan su operación.

Es necesario trabajar de manera articulada con el Sistema de Parques Nacionales Naturales y las autoridades, tanto de seguridad como de turismo nacional, en los programas y acciones propuestos para la realización de actividades turísticas en la Isla Malpelo y sus territorios de influencia geográfica y biológica. También se deben crear, mantener y mejorar protocolos para la disposición de residuos sólidos al realizar las visitas a la isla.

Es ideal que los servicios turísticos ofrecidos en la región sean prestados con una participación activa de las comunidades anfitrionas, que para el caso de este destino deberán ser los puntos del litoral Pacífico en los que se originen los viajes de las embarcaciones que soportan su operación. También para estos núcleos poblacionales de participación indirecta deben irradiarse los beneficios, proveerse las herramientas y extender las capacitaciones orientadas a sensibilizar e incluir a los beneficiarios del producto, de manera que este sea otro argumento de competitividad para el posicionamiento en los mercados nacional e internacional.

Referencias bibliográficas

- Barnett, A., Abrantes, K., Seymour, J., Fitzpatrick, R. (2012). Residency and Spatial Use by Reef Sharks of an Isolated Seamount and Its Implications for Conservation. PLoS ONE, 7. DOI: 10.1371/journal.pone.0036574.
- Bonfil R. (1994). Status of shark resources in the southern gulf of Mexico and caribbean: Implications for management. Fisheries Research, 29 (2): 101-117. DOI: 10.1016/S0165-7836(96)00536-X.
- Fundación Malpelo. (2016). Informes Fundación Malpelo. Proyecto Prince Albert II of Monaco Foundation.
- Lucifora, L. (2003). Ecología y Conservación de grandes tiburones costeros Bahía Anegada, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional de Mar del Plata. Buenos Aires.
- Parques Nacionales Naturales, Fundación Malpelo. (2007). Código de buenas prácticas para el Santuario de Fauna y Flora Malpelo.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2015). Plan de Manejo del Santuario de Fauna y Flora Malpelo 2015-2020. Cali, 163p. Recuperado de http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/Plan-de-Manejo-SFF-Malpelo_Adoptado_octubre-9_2015.pdf

Melissa Scheel Dalmau
Christian Díaz Sánchez
Nicolás Villegas Vallejo
Secretaría Ejecutiva Comisión
Colombiana del Océano

FOTO PORTADILLA CAPÍTULO VII

Vista parcial del suroeste de la Isla Malpelo.
Foto: Archivo Comisión Colombiana del Océano

CITACIÓN

Scheel, M., Díaz, C. y Villegas, N. (2019). Capítulo VII.
Perspectivas: una construcción de país en el océano.
En CCO-Dimar. *Malpelo es Colombia maravilla
estratégica*, pp. 170-177. Bogotá, D.C.: Editorial CCO.



CAPÍTULO VII.
Perspectivas:
una construcción
de país en el océano

Después de la lectura detallada de esta publicación, es claro el valor estratégico del Santuario de Fauna y Flora Malpelo en el ámbito biológico, por su alta diversidad y conectividad; desde el punto de vista socioeconómico, por los servicios turísticos y pesqueros, y geopolítico, por sus características territoriales y de geoposición. También se pudo comprender la razón de conocer la totalidad de nuestro territorio, que a pesar de estar alejado geográficamente hace parte de nuestras vidas, economía y cuidados de la patria que se materializan en las entidades y funcionarios que a diario navegan por las aguas y los montes submarinos de la dorsal de Malpelo.

A su vez, quedaron plasmados los esfuerzos institucionales para conocer, proteger y salvaguardar este maravilloso lugar. Esfuerzos administrativos, científicos, legales, de control y vigilancia, que dan como resultado un modelo, a nivel internacional, de trabajo interinstitucional e intersectorial. No obstante, es necesario reconocer los aspectos a mejorar y las proyecciones nacionales e internacionales. Es deber de todos los colombianos reconocer el territorio en su totalidad, integrado por el mar y la tierra, así como la complejidad de este expresada en espacios oceánicos, en especial al considerar la Constitución Política de Colombia de 1991, que en su artículo 3 promulga que la “soberanía reside en el pueblo”.

Colombia posee límites marítimos en el Pacífico con Costa Rica (Tratado Lloreda-Gutiérrez, suscrito en Bogotá el 06 de abril de 1984), con Panamá (Tratado Liévano-Boyd, del 20 de noviembre de 1976) y con Ecuador (Convenio Liévano-Lucio del 23 de agosto de 1975), todos ratificados y vigentes. Por esto, se debe continuar sumando esfuerzos para proteger nuestros derechos soberanos a lo largo y ancho del territorio nacional, a través de la implementación de la Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros (Pnoec), la cual establece, entre otros, los lineamientos para mejorar el ejercicio de soberanía mediante la incorporación de la ciencia, la gestión integral del territorio y el mejoramiento de las capacidades de control y vigilancia de la Armada Nacional.

La prevención, vigilancia y control

El principal objetivo del programa de prevención, vigilancia y control es disminuir la pesca ilegal, la cual, como se mencionó en el Capítulo VI, es la principal presión sobre el SFF Malpelo. Es preciso continuar fortaleciendo las capacidades de las instituciones para garantizar la permanencia de los buques de la Armada Nacional en la isla. Así mismo, es sumamente importante asegurar el control y la vigilancia por lo que a futuro se deberán mejorar estos mecanismos, con la implementación de radares, nuevas embarcaciones, construcción de una subestación de guardacostas, entre otros.



Buque ARC "Gorgona" en las aguas de Malpelo. También se observa el puente colgante construido por la Armada Nacional.
Fotos: archivo Comisión Colombiana del Océano.

La investigación científica



La diversidad submarina de Malpelo. En primer plano se observa el coral *Lophogorgia alba*, rodeado por pequeñas agrupaciones del coral *Tubastrea coccinea* y de balanos (*Balanus penisularis*), principales habitantes de las paredes rocosas de zonas de mediana profundidad. También se aprecia un gran individuo del mero. Foto: Santiago Estrada.

Como se menciona en el Capítulo I, a partir de 1891 se comenzó a investigar la flora y la fauna de Malpelo, mediante diferentes expediciones del orden internacional y nacional. En 1997 se empezaron a realizar expediciones multidisciplinarias al área y se estableció, desde 2004, el desarrollo anual de tres expediciones científicas para hacer el monitoreo de los valores objetos de conservación del Santuario (PNN, 2015). Sin embargo, y aunque el conocimiento científico del área ha aumentado notablemente con la continuidad de las expediciones, existen varias temáticas que merecen ser investigadas; por ejemplo, la distribución de especies y su biogeografía, diversificación batimétrica, dinámica de las poblaciones y su conectividad con otras poblaciones del Pacífico Este Tropical para diferentes grupos de invertebrados marinos como esponjas, briozoos, medusas y anémonas. También se debe mejorar el conocimiento de la diversidad de gusanos marinos, tunicados, algas marinas y cianobacterias; así como avanzar en los estudios en taxonomía, ecología y dispersión de animales terrestres como arañas, coleópteros, pseudoescorpiones, hormigas, caracoles, lagartos, etc.

En cuanto a las especies pelágicas del Santuario es casi nulo el conocimiento de los peces de profundidad, mientras que en aguas someras aún no se conoce la duración de la etapa larvaria de las especies de peces endémicas de Malpelo. Por otra parte, es importante conocer el efecto de masas de aguas que está generando la zona insular somera y emergida de la isla y su relación con la productividad biológica, en especial del fitoplancton, junto con el análisis de los procesos de migración vertical del zooplancton (copépodos y eufausiáceos), así como los efectos del fenómeno Oscilación del Sur El Niño (ENSO) sobre la dinámica del ecosistema pelágico, y bentónico en la escala geográfica del Pacífico Este Tropical, e incluso la conectividad con otras latitudes, como la Antártida, donde el país también realiza investigaciones científicas que están interrelacionadas.



Juvenil (izquierda) y adulto (derecha) de *Sula granti*. Foto: archivo Comisión Colombiana del Océano.

Para fortalecer la investigación científica en el área protegida es necesario articular los esfuerzos de diferentes instituciones e investigadores a través del desarrollo de un plan de expediciones científicas del Santuario (CCO, 2016), que tenga una visión integral del territorio y abarque temas de investigación innovadores y esenciales, que lleven a conocer mejor los ecosistemas y las dinámicas de la dorsal de Malpelo. Como por ejemplo, estudios geológicos, geomorfológicos, de dispersión, conectividad y productividad, históricos, antropológicos, de bioacumulación de metales y otros contaminantes como los microplásticos; así como el estrés acústico en animales marinos, que a su vez refuercen y den continuidad a los monitoreos anuales y permita conocer el estado de los ecosistemas al generar conocimiento sobre los valores objetos de conservación del Santuario.

Una proyección clave que debe tener el país es el desarrollo del levantamiento hidrográfico con tecnología multihaz de la dorsal de Malpelo. El paisaje del fondo submarino de la dorsal es sumamente diverso, está compuesto por colinas, montes, lomas, depresiones, espolones, escarpes, terrazas, mesetas y valles. Este levantamiento determinará la conformación actual del fondo oceánico, las geoformas del subsuelo y será la base para los estudios de geología, sedimentología y prospección sísmica. Este conocimiento es esencial para determinar conexiones entre los ecosistemas oceánicos y los continentales, por ejemplo, entre Malpelo, Gorgona y la bahía de Buenaventura; lo cual brinda herramientas para proyectar esfuerzos de investigación en ensamblajes de ecosistemas, formas de vida y diversidad biológica de profundidad.

La gestión del territorio, el turismo



Vista Este de la isla, se observa los islotes o peñascos llamados Los 3 mosqueteros (a la derecha), y Los tres Reyes (a la izquierda). Foto: Sandra Bessudo, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos.

Por otro lado, es interesante mencionar que el 65 % de los turistas que visitan el área protegida son extranjeros. Además, los mayores ingresos económicos (76 %) son aportados por una embarcación manejada por un operador turístico panameño (PNN, 2015). Al comparar las cifras de turistas en el Caribe y Pacífico colombianos, es evidente que el Pacífico es visitado en una mínima proporción. Por ejemplo, los dos parques nacionales naturales más visitados del país son el Parque de Corales del Rosario, con 448.479 visitantes (47 %), y el Parque Tayrona, con 333.935 (35 %); mientras que en 2015 el PNN Utría fue visitado por 2.888 personas, al PNN Gorgona ingresaron 1.489, y al Santuario de Fauna y Flora Malpelo apenas 427 (Pnoec, 2017).

Es necesario establecer técnicamente la capacidad de carga del Santuario para promover, apoyar y fortalecer a los operadores turísticos colombianos, teniendo en cuenta las oportunidades y compromisos que genera la participación de Colombia a través de la Alianza del Pacífico, que incentiva el turismo

de naturaleza entre México, Perú, Chile y Colombia (Ministerio de Industria y Turismo, 2012), para así comenzar a impulsar turísticamente a Malpelo y la región del Pacífico colombiano.



Parte Sur de la isla, en primer plano peñasco David y en el fondo los tres reyes. Foto: archivo Comisión Colombiana del Océano.

Así, los retos y oportunidades en los próximos años se relacionan con el fortalecimiento de los estudios científicos, enfocados hacia la innovación y la conservación, junto con el financiamiento de un plan de expediciones nacionales interrelacionado para el posicionamiento de Malpelo como atractivo turístico-ecológico internacional. Sumado a esto, es imperativo el fortalecimiento del control y la vigilancia en el Santuario y la difusión de una cultura marítima para la apropiación de este territorio por todos los colombianos, con lo cual se logrará mantener viva la memoria de este conspicuo y lejano lugar, sustentando con hechos contundentes, los ejercicios soberanos de toda la nación.

Referencias bibliográficas

Comisión Colombiana del Océano (2016). Hacia una potencia oceánica. Secretaría Ejecutiva Comisión Colombiana del Océano. Bogotá, pp 208.

Ministerio de Industria y Turismo. (29 de Agosto de 2012). Recuperado el 11 de Julio de 2017, de <http://www.tlc.gov.co/loader.php?IServicio=Documentos&IFuncion=verPdf&id=73218&name=AcuerdoCooperacionTurismo.pdf&prefijo=file>

Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2015). Plan de Manejo del Santuario de Fauna y Flora Malpelo 2015-2020. Cali, 163p. Recuperado de http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/Plan-de-Manejo-SFF-Malpelo_Adoptado_octubre-9_2015.pdf

Pnoec (2017). Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros Comisión Colombiana del Océano.

Agradecimientos

A l Programa Colombia Bio de Colciencias, al Fondo Patrimonial de Malpelo por facilitar la participación en las expediciones y en los cruceros oceanográficos del Pacífico de los investigadores y coautores de este libro. Se agradece también a los colegas, estudiantes, laboratorios, universidades e instituciones que hacen realidad el desarrollo científico del país.

Legislación ambiental aplicable al Santuario de Fauna y Flora Malpelo

- Constitución Política de Colombia. (20 de julio de 1991). Bogotá, Colombia: Gaceta Constitucional No. 116.
- Decreto 1874. (2 de agosto de 1979). Cuerpo de Guardacostas. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 35.319.
- Decreto 2811. (18 de diciembre de 1974). Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No 34.243.
- Decreto 347. (1 de marzo de 2000). Comisión Colombiana de Oceanografía. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 43.932.
- Decreto 4181. (3 de noviembre de 2011). Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder) y del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP). Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 48.242 .
- Decreto 644. (26 de marzo de 1990). Decreto Único de la DIRECCION GENERAL MARITIMA -. Bogotá, Colombia: Diario Oficial N. 39.258.
- Decreto Ley 3572. (27 de septiembre de 2011). Unidad Administrativa Especial. Bogotá, Colombia: Diario Oficial N. 48.205.
- Ley 12. (24 de febrero de 1981). Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación por Buques. Bogotá, Colombia: Diario oficial N. 35.708.
- Ley 164. (27 de octubre de 1994). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 41.575.
- Ley 165. (9 de noviembre de 1994). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 41.589.
- Ley 599. (24 de julio de 2000). Código penal . Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 44.097.
- Ley 84. (31 de mayo de 1873). Código Civil. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 2.867.
- Ley 99. (22 de diciembre de 1993). Fundamentos de la política ambiental colombiana. Bogotá, Colombia: Congreso: Diario Oficial No. 41.146.



El futuro
es de todos

Vicepresidencia



La seguridad
es de todos

Mindefensa



**ARMADA
DE COLOMBIA**



Ministerio de Defensa Nacional
Dirección General Marítima
Autoridad Marítima Colombiana



**COMISIÓN
COLOMBIANA
DEL OCEANO**