



ISLAS DESVENTURADAS

Biodiversidad marina y propuesta de conservación

INFORME DE LA EXPEDICIÓN "PRISTINE SEAS"
NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY | OCEANA
febrero del 2013



NATIONAL
GEOGRAPHIC



OCEANA

INFORME DE LA EXPEDICIÓN “PRISTINE SEAS”
NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY | OCEANA
febrero del 2013



PRISTINESEAS.ORG

OCEANA.ORG



RESUMEN EJECUTIVO

En febrero de 2013 National Geographic Society y Oceana realizaron una expedición científica a las Islas Desventuradas (San Félix y San Ambrosio). El objetivo de la expedición fue realizar el primer estudio del estado del ecosistema marino en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de las Desventuradas (Fig. 1), y proponer recomendaciones para su conservación.

Las Islas Desventuradas son una extensión de las cordilleras submarinas de Nazca-Salas y Gómez, y la única par-

te emergente en esta región. Su remota posición geográfica y el hecho de que sean una zona militar restringida significa que son uno de los lugares menos explorados del Pacífico. Se conocía poco sobre la biodiversidad y ecología de los fondos marinos de las Islas Desventuradas, y la mayoría de la escasa información existente eran descripciones cualitativas.

Esta expedición ha representado un avance significativo en el conocimiento de la biodiversidad del área, y el primer

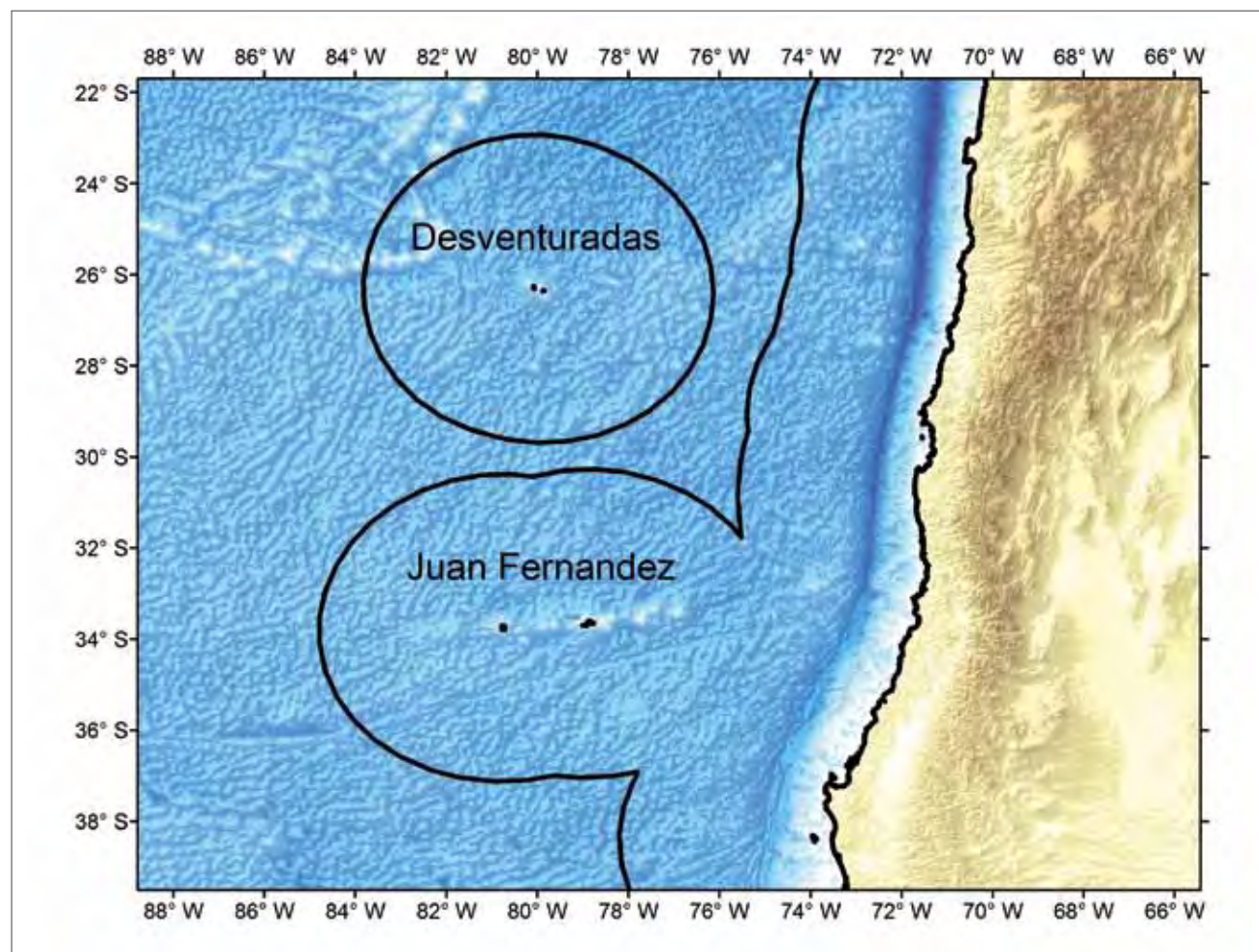


Fig. 1 Zona Económica Exclusiva (ZEE) de las islas Desventuradas (San Félix y San Ambrosio). El círculo negro indica el límite de las 200 millas de la ZEE.



Fig. 2 Banco de vidriolas (*Seriola lalandi*) en un monte submarino cerca de la Isla San Félix, una muestra de la gran abundancia de peces en las Islas Desventuradas.

estudio cuantitativo que ha cubierto las principales especies de algas, invertebrados y peces. El estudio científico se llevó a cabo en buceo autónomo en los primeros 40 metros de profundidad, utilizando un submarino tripulado hasta los 406 metros, y cámaras autónomas (“drop-cams”) hasta los 2300 m.

Resultados más significativos:

- Las Desventuradas son un “hotspot” de biodiversidad de peces arrecifales. El 72% de las especies de peces observadas se conocen sólo en las Desventuradas y/o en Archipiélago de Juan Fernández, y son consideradas especies endémicas regionales. Más del 99% de los individuos registrados, y el 84% de la biomasa corresponden a especies endémicas regionales. Estos son los porcentajes de endemismo más altos jamás registrados en el mar, por lo que la fauna de peces arrecifales es única e irremplazable a nivel global.
- Alta biomasa de peces (2.5 toneladas / ha). Esta biomasa es mayor que la de la mayoría de islas del Pacífico Este, e incluso 167% mayor que la del Parque Marino Motu Motu Hiva (Fig. 2).
- Importante zona de reclutamiento de jureles. Observamos gran abundancia de juveniles de los jureles

Pseudocaranx chilensis y *Trachurus murphyi*, especies comercialmente importantes en Chile, lo que indica que las Desventuradas son una zona importante para la repoblación de esas especies.

- Bosques del kelp *Eisenia cookeri* jamás registrados previamente para Chile y esta región del Pacífico, que se encuentran en un estado excelente. El 60% del fondo en San Ambrosio está ocupado por estos bosques del kelp *E. cookeri*, que proporcionan un hábitat crítico para otros peces e invertebrados (Fig. 3).
- Los fondos profundos alrededor de San Félix y San Ambrosio se encuentran en un estado excepcional de conservación, y no observamos señales de impactos humanos.
- Los tiburones de profundidad son muy abundantes en las Desventuradas, en particular el cazón galludo (*Squalus mitsukurii*), observado en todas las inmersiones con el submarino (Fig. 4).
- Gran abundancia de langostas. La langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) en San Ambrosio alcanza un peso de casi 8 kg, y una biomasa de 134 kg / ha (Fig. 5). También existe una población prístina de langosta enana (*Projasus bahamondei*) entre 290-406 m de profundidad, con una abundancia extraordinaria de 75 individuos / ha.



Fig. 3 Los bosques de kelp (*Eisenia cookeri*) de San Ambrosio albergan gran riqueza de flora y fauna.



Fig. 4 Tiburones (*Squalus mitsukurii*) a 200 m de profundidad en Isla San Ambrosio.



Fig. 5 Gran ejemplar de langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) en las Islas Desventuradas.



Fig. 6 Especies de peces profundos en Islas Desventuradas nuevas para la ciencia: a) Quimera (*Hydrolagus* sp. nov.); b) *Callanthias* sp. nov. cf

- Los fondos profundos albergan una rica comunidad de peces, incluyendo al menos 10 peces nuevos para la ciencia (Fig. 6).

- La población del lobo fino de Juan Fernández en las Desventuradas se encuentra en estado crítico. Sólo observamos 5 individuos en San Ambrosio (Fig. 7).



Fig. 7 Grupo de lobo fino de Juan Fernández (*Arctocephalus philippi*) en la Isla San Ambrosio.

Riesgos actuales

La situación actual en la ZEE de las Islas San Félix y San Ambrosio es de ausencia de medidas de protección, lo que presenta los siguientes riesgos:

- Pesca ilegal de arrastre en los montes submarinos en el extremo NW de la ZEE de las Desventuradas (donde se unen las dorsales de Nazca y de Salas y Gómez).
- Pesca legal o ilegal de especies pelágicas (e.g., pez espada) por parte de la flota chilena o extranjeras.
- Explotación futura en la zona de reclutamiento de jureles, lo cual disminuiría la capacidad de repoblación de esas especies de interés pesquero.

- Drástica reducción de la población de lobo fino de Juan Fernández en San Félix y San Ambrosio.

Propuestas al Gobierno de Chile

Creación de un Parque Marino alrededor de las Islas Desventuradas que proteja los fondos arrecifales y montes submarinos prístinos, y fomente la repoblación de especies de interés pesquero. El valor ecológico de la biodiversidad marina somera y profunda de Desventuradas es extraordinario a nivel global, y los impactos humanos actuales son insignificantes. Un parque marino de 300.000

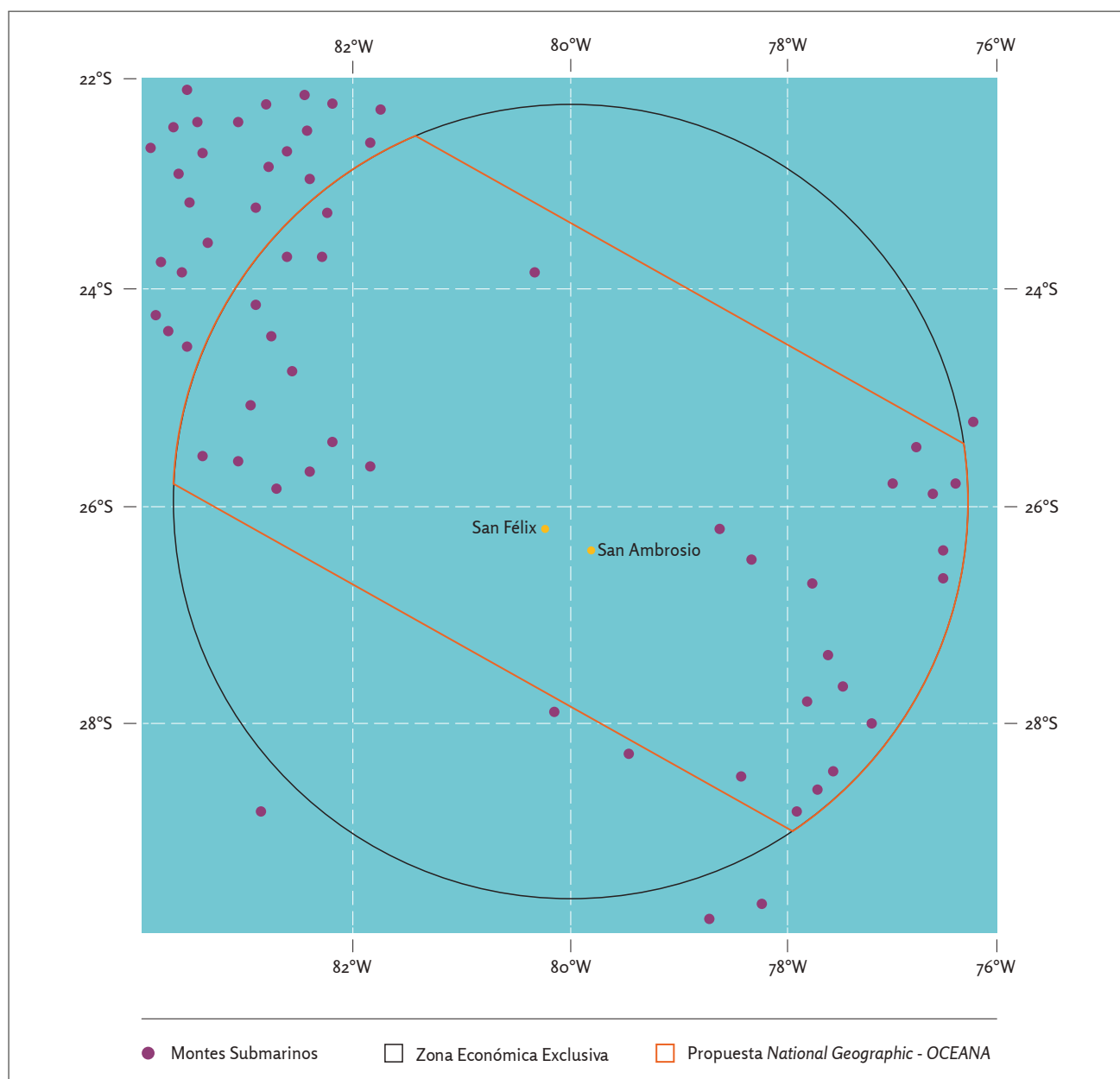


Fig. 8 Propuesta de Parque Marino de las Desventuradas. La línea roja marca los límites del Parque Marino propuesto, cubriendo una superficie de 300.000 km² y la mayoría de los montes submarinos de la ZEE.

km² centrado en las Islas de San Félix y San Ambrosio (Fig. 8), fuera de las zonas donde actualmente se realiza pesca artesanal de la langosta, permitiría la protección de un ecosistema único. Asimismo, la protección de los fondos profundos alrededor de las islas permitiría la conservación de recursos pesqueros. Por un lado, la protección de esa zona importante para el reclutamiento de jureles contribuiría a la repoblación y productividad de esas especies de interés comercial para Chile. Ninguna de las pesquerías que hoy tienen lugar en esta zona – cuyos volúmenes de captura son bajos - se verían afectadas negativamente por este parque marino. Sólo se redistribuiría el área donde se realiza el esfuerzo pesquero, quedando una amplia zona autorizada para la pesca de especies como el pez espada, atún y jureles, dentro y fuera de la ZEE. De hecho, el parque marino favorecería significativamente el repoblamiento y recuperación de estas especies, incrementando su abundancia en las zonas aledañas a través del efecto rebalse o “spill-over”. Es indispensable que se involucre a la comunidad de Juan Fernández en la decisión de crear un parque marino así como en su figura de manera de asegurar que sus actividades de pesca artesanal no sean afectadas y sigan siendo reguladas por la vía del manejo pesquero.

- El Parque Marino de Desventuradas debería convertirse en un lugar de referencia científica. Los fondos marinos de Desventuradas no han sufrido los impactos de otros lugares explotados por actividades extractivas. Las Islas Desventuradas son uno de los lugares más intactos que existen y puede ser de gran valor como punto de referencia científica, lo cual sería muy importante para la investigación científica nacional e internacional.

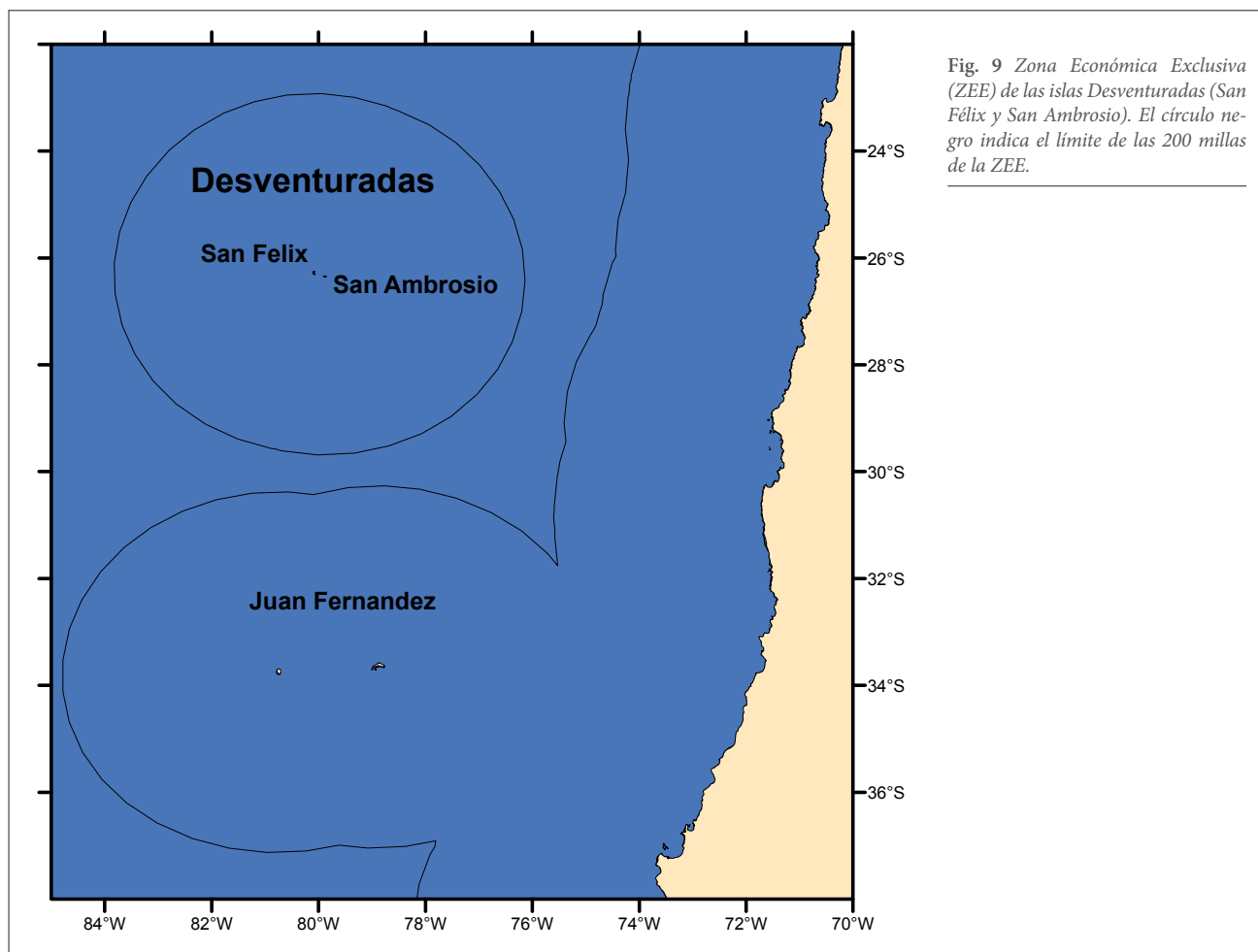
- La Armada de Chile sería un gran garante de la integridad del Parque Marino de Desventuradas. La presencia de la base de la Armada de Chile en San Félix es clave para la vigilancia del parque marino, contribuyendo a asegurar la soberanía chilena en las aguas alrededor de las islas (del mismo modo como la Armada es el garante de la seguridad y la protección del Parque Marino Motu Motiro Hiva). Además, la Armada podría ser la institución impulsora de los trabajos científicos en el nuevo Parque Marino, a través del nuevo buque “Cabo de Hornos” u otros que la Armada disponga para el cumplimiento de dicha misión.

INTRODUCCIÓN

Las Islas Desventuradas (San Félix y San Ambrosio) son uno de los lugares menos explorados del Pacífico. Su remota posición geográfica y el hecho de que sean una zona militar restringida ha mantenido a estas islas fuera del conocimiento general. En sus aguas se han llevado a cabo escasos estudios científicos, y pocos seres humanos visitan las Desventuradas en la actualidad. Todo ello ha contribuido al aislamiento de este ecosistema desconocido, lo que nos hizo pensar que podría tratarse de uno de los últimos lugares prístinos de nuestros mares. Por esta razón, National Geo-

graphic Society y Oceana organizamos una expedición científica a las Desventuradas en febrero del 2013 para evaluar el estado de conservación de las islas y sus fondos submarinos.

El Archipiélago de las Desventuradas está formado por las islas San Ambrosio ($26^{\circ}20'S$ $70^{\circ}58'W$, con una superficie de $2,2 \text{ km}^2$) y San Félix ($25^{\circ}15'S$ $80^{\circ}07'W$, con una superficie de $1,4 \text{ km}^2$), y los islotes González y Roca Catedral (San Peterborough) (Fig. 9). La Zona Económica Exclusiva (ZEE) de las Desventuradas tiene una superficie



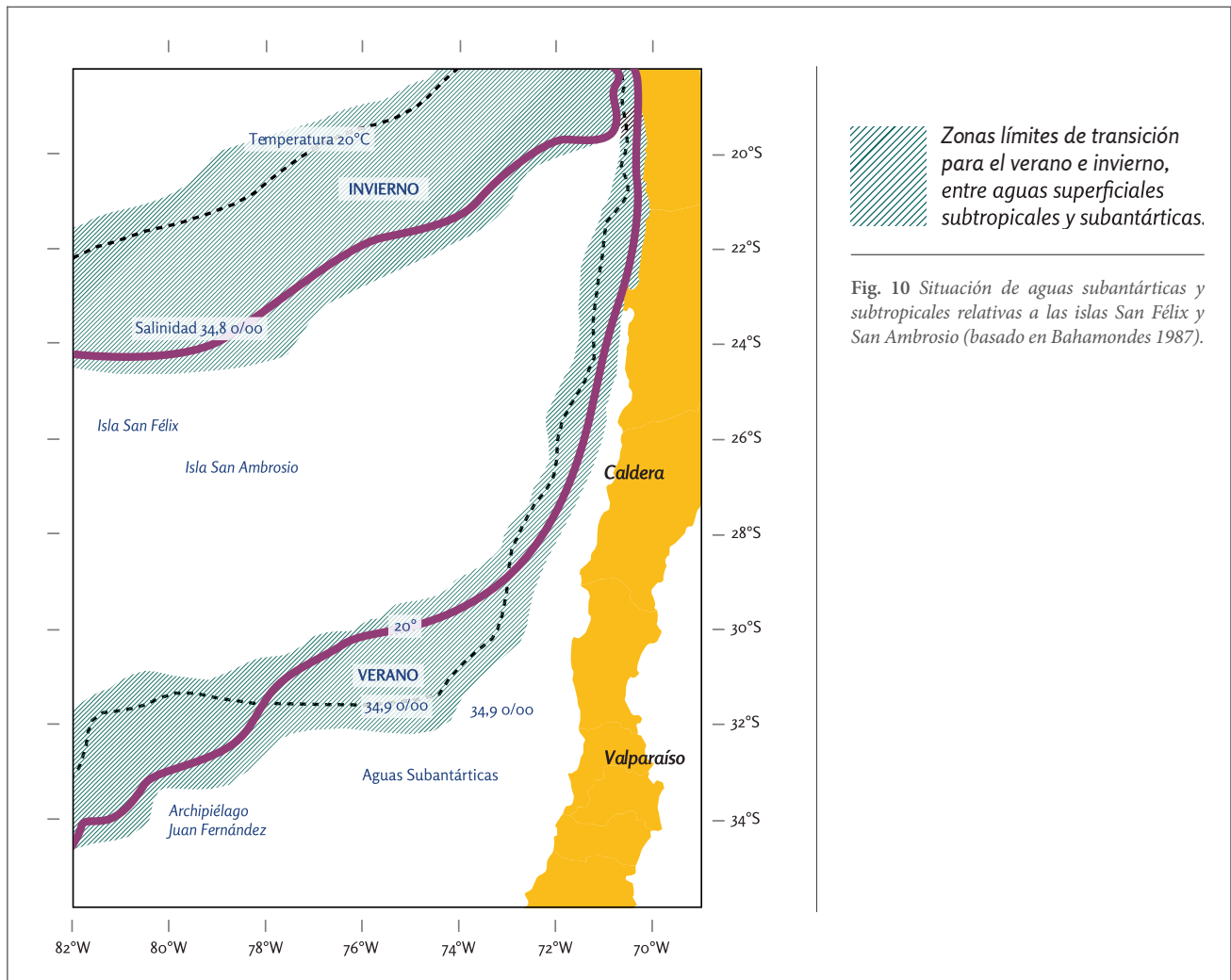


Fig. 10 Situación de aguas subantárticas y subtropicales relativas a las islas San Félix y San Ambrosio (basado en Bahamondes 1987).

de 449.805 km². El archipiélago, que fue descubierto por Juan Fernández en 1574 [1], se encuentra a poco más de 850 km de la costa chilena, frente a Chañaral en la Región de Atacama. Las islas son la única parte emergente de un macizo volcánico que se levanta sobre el fondo oceánico a 4000 m de profundidad, al extremo este de la dorsal de Salas y Gómez [2]. La edad estimada de San Ambrosio es de casi tres millones de años [2].

Las Desventuradas se encuentran en la zona de transición entre masas de agua subtropicales y subantárticas (Fig. 10). Durante la mayor parte del año, las Desventuradas están bañadas por aguas subtropicales en superficie, excepto en invierno; y aguas subantárticas intermedias, hasta 180 m de profundidad [3].

Los escasos estudios científicos realizados en las Desventuradas son principalmente descripciones cualitativas (véase revisión de Bahamonde 1987; y no existen estudios previos cuantitativos sobre su fauna submarina. Se han registrado 32 especies de algas [4,5], 14 invertebrados [3] y 43 peces [6,7]. El endemismo de la biodiversidad submarina somera de

las Desventuradas es bajo, con una sola especie de alga considerada endémica [8].

Las Islas Desventuradas son una extensión de las cordilleras submarinas de Nazca-Salas y Gómez, y la única parte emergente en esta región. Se han registrado 171 especies de peces y 164 especies de invertebrados bentónicos y bentopelágicos (que habitan cerca del fondo) para los fondos profundos de las cordilleras de Nazca y Salas y Gómez [9,10]. Entre los invertebrados figuran 25 especies de corales escleractíneos (formadores de arrecifes profundos) [9,10,11], pero ninguna especie ha sido reportada para la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de las Desventuradas. La fauna profunda de esas cordilleras presenta tasas de endemismo de de 46% para invertebrados y 41% para peces [9,12]. Estas son las tasas de endemismo más altas encontradas en montes submarinos [10]. Los montes submarinos más conspicuos en la ZEE de las Desventuradas se encuentran a partir de 120 millas náuticas al NW de San Félix, en el lugar donde se encuentran las cordilleras de Salas y Gómez (que se extiende en dirección W-E) y Nazca (en dirección SW-NE) (Fig. 11). Existen hasta un total de 21 montes submarinos, que

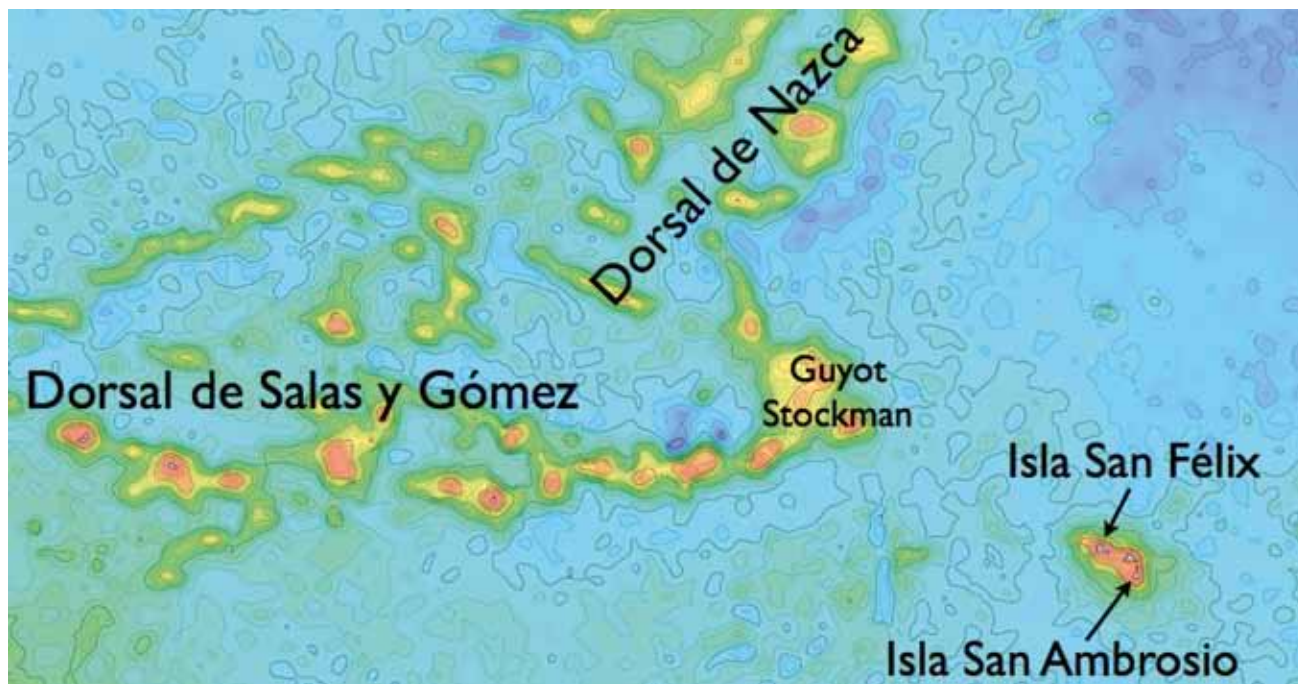


Fig. 11 Montes submarinos de la región de las Desventuradas (imagen obtenida de Seamount Catalogue, <http://earthref.org/SC/>).

se yerguen desde una profundidad de 3500 m, los más someros de los cuales tienen sus cimas a menos de 200 m de la superficie [13].

La vegetación terrestre de las Desventuradas es única: de las 19 especies de plantas registradas, 14 son endémicas (74%) [14]. Existe una sola especie con desarrollo arbóreo (*Thamnosseris lacerata*), aunque generalmente sólo adopta aspecto arbustivo; siete especies de arbustos, y diez especies herbáceas. Debido al aislamiento y la dificultad de acceder a tierra, hasta 1960 no se habían registrado especies introducidas en las Desventuradas, pero en 1960 se encontraron tres especies introducidas en la zona donde se refugian los pescadores [15].

Se han registrado 23 especies de aves para las Desventuradas, de las cuales 10 son nidificantes [16,17] (Apéndice 2).

San Félix

San Félix es la parte superior de un volcán, compuesta por una planicie de lavas basálticas olivínicas, con una pendiente de 2-50 hacia el norte, y acantilados de 15-30 m hacia el norte y de 80 m hacia el sur [2]. El Cerro Amarillo es el punto más alto de la isla, con 193 m. Al SE de la isla se encuentra el Islote González, separado de la isla principal por un arrecife somero con una rompiente permanente. Existe una sola playa arenosa en el lado norte.

San Félix tiene muy poca vegetación. El arbusto *Thamnosseris lacerata* es escaso, y presente mayoritaria-

mente en las quebradas [3]. El líquen *Caloplaca elegans* es la especie predominante.

En los acantilados de San Félix hay grandes colonias de “tijeretas” (*Sterna fuscata*). Los piqueros blancos (*Sula dactylatra*) anidan en las planicies y los fondos de los valles protegidos del viento [18]. La goleta pesquera San Félix introdujo el gato doméstico antes de 1960, lo que causó una gran mortalidad de tijeretas.

San Ambrosio

San Ambrosio, de 4 km de longitud y una anchura media de 850 m, es una isla deshabitada, con un terreno inhóspito, rodeada de acantilados de unos 100 m de altura en el sector norte y 250 m en el acantilado sur [2]. La altura máxima de San Ambrosio es de 479 m. No hay playas en San Ambrosio, y el acceso a la isla es difícil.

San Ambrosio es una isla árida, con pocas especies de plantas, dominada por los arbustos *Thamnosseris lacerata* y *Sanctaambrosia manicata*, que alcanza alturas de hasta dos metros [3]. Los troncos de *Thamnosseris* albergan comunidades de gasterópodos pulmonados, larvas de insectos, escarabajos y arañas. La alta humedad en agosto y septiembre permite la existencia de musgos y líquenes que viven como epífitos de los troncos de *Thamnosseris* [3]. Ese matorral alberga a la fardela negra (*Pterodroma neglecta*) y el cernícalo (*Falco sparverius fernandensis*). En zonas de arena fina entre el matorral anidan los piqueros blancos (*Sula dactylatra*).

LOS ECOSISTEMAS SUBMARINOS DE LAS DESVENTURADAS

Nuestras investigaciones se centraron en: (1) los fondos alrededor de la Isla San Ambrosio, desde la zona intermareal hasta 406 m de profundidad; (2) montes submarinos al norte de la Isla San Félix; y (3) montes submarinos en la confluencia de las cordilleras submarinas de Nazca y Salas y Gómez (Fig. 12). La Armada de Chile no nos autorizó a investigar alrededor de la Isla San Félix, entendemos por motivos de seguridad nacional debido a la existencia de una base naval en dicha isla.

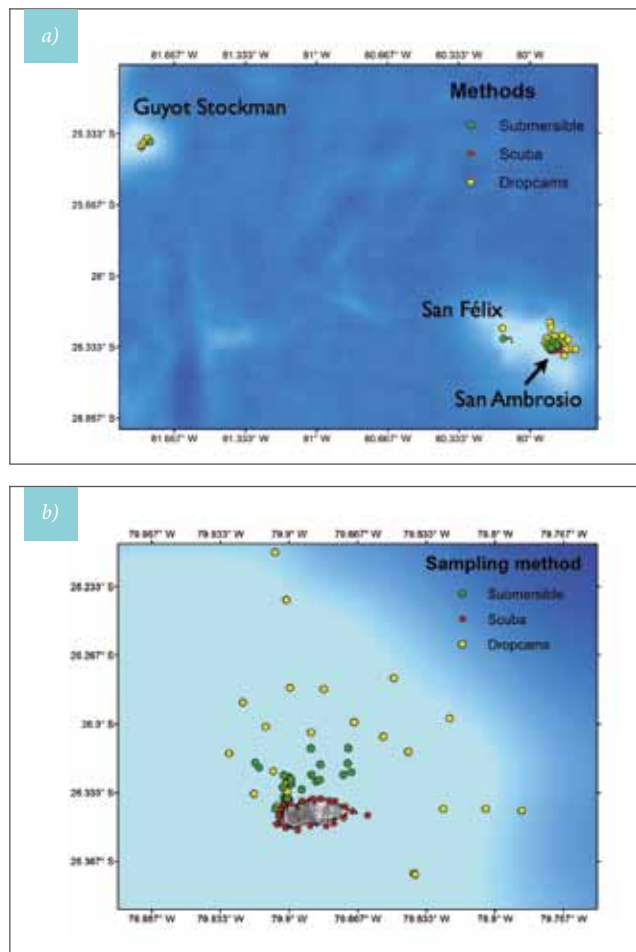


Fig. 12 Estaciones de muestreo de la expedición en la ZEE de las Desventuradas en febrero de 2013. (a) Mapa general de estaciones; (b) detalle de las estaciones alrededor de la Isla San Ambrosio.

Comunidades submarinas

•Supralitoral

La Isla de San Ambrosio presenta dos vertientes muy diferenciadas debido al oleaje y los vientos dominantes del sur. El lado sur de la isla está muy expuesto a la acción del oleaje y presenta un alto hidrodinamismo; el lado norte de la isla es más calmado y se encuentra protegido del oleaje (Fig. 13). Por lo tanto, la zona supralitoral, que se encuentra por encima del límite superior del oleaje, se encuentra a más altura en la parte sur de la isla (por encima de 2 m). La zona supralitoral alberga un cinturón blanco muy nítido del cirrípedo *Jehlius gilmorei*, y abundantes cangrejos *Grapsus obscurus* (Fig. 14).



Fig. 13 Lado norte de la Isla San Ambrosio. En el extremo inferior izquierdo se puede observar la cabaña de los pescadores de langostas de Juan Fernández, quienes se desplazan a San Ambrosio estacionalmente.



Fig.14 Zona supralitoral de la Isla San Ambrosio, con un cinturón del balanó *Jehlius gilmorei*.

•Intermareal

La zona intermareal se encuentra mayoritariamente en paredes verticales, con un cinturón algal de hasta 2 m de amplitud en el lado expuesto (sur) de San Ambrosio. El límite superior del intermareal está dominado por una cobertura de más del 70% del balano *Chthamalus* sp. Las algas *Asparagopsis armata* y *Chaetomorpha firma* también son comunes, y *C. firma* es más abundante en los canales

formados por tubos de lava, donde la circulación de agua es más intensa. La comunidad algal intermareal forma un denso césped dominado por *Laurencia*, *Gelidium*, *Jania*, *Haliptilon* y *Dictyota*. En la zona inferior del intermareal hallamos el alga parda *Eisenia cookerii* (Fig. 15). En la zona intermareal se registró el único coral escleractíneo en las Islas Desventuradas (*Culicia stellata*) [11].



Fig. 15 Zona intermareal de la Isla San Ambrosio, con densa comunidad de algas bentónicas.

En el lado protegido (norte) de San Ambrosio encontramos un número limitado de plataformas estrechas, con comunidades algales similares a las de las paredes verticales, con gran abundancia del cangrejo *Leptograpsus variegatus*. En estas plataformas es posible hallar pequeñas pozas intermareales con gran abundancia ($> 5 \text{ m}^{-2}$) de juveniles de los peces *Schartichthys variolatus* y *Girella albostrata*, y ocasionalmente individuos de la estrella de mar *Heliaster canopus*. Algunas áreas de la isla albergan pozas profundas ($\sim 2 \text{ m}$) creadas por tubos de lava, que contienen numerosas especies de algas, individuos adultos de los peces *G. albostrata*, *Schartichthys variolatus*, *Scorpaena fernandeziana* y *Gymnothorax porphyreus*, el camarón *Rhynchocinetes balsii* y la jaiba *Plagusia chabrus* (Fig. 16). La especie *Chironemus delfini* fue observada solamente en las pozas profundas.



Fig. 16 Pozas intermareales en el lado oeste de la Isla San Ambrosio.

•Submareal

La zona submareal somera (entre la superficie y 40 m de profundidad) se halla generalmente sobre paredes verticales que son la continuación bajo el agua de los acantilados de la isla San Ambrosio. Las paredes descienden hasta aproximadamente 30 m de profundidad, y más abajo se encuentran pendientes rocosas o fondos de bloques (Apéndice 3). A mayor profundidad (> 30 m) algunas áreas están dominadas por grandes bloques y pequeñas rocas. En el lado expuesto (sur) de San Ambrosio observamos extensas plataformas que forman terrazas que llegan hasta más de 30 de profundidad. Estas plataformas ocupan cerca de un tercio del lado expuesto de la isla.

Durante la expedición colectamos 49 taxones de macroalgas en el submareal, incluyendo 6 especies de algas verdes (clorofíceas), 12 de algas pardas (feofíceas) y 31 de algas rojas (rodofíceas) (Apéndices 4 y 5). El kelp *Eisenia cokerii* representó el 22.3% de la cobertura del fondo entre 10 y 20 m de profundidad, seguido por fondo de roca pelada (21.7%), algas coralíneas incrustantes (16.5%), el gaste-

rópodo vermético *Dendropoma platypus* (6.4%), el alga roja *Halitilon roseum* (3.7%), y algas rojas filamentosas (3.0%). Diez especies de invertebrados dominaron nuestros transectos, con el vermético *D. platypus* representando el 68% de la abundancia total de macroinvertebrados, seguido por el erizo *Aspidodiadema microtuberculatum* (25%), el pepino de mar *Mertensiothuria platei* (3%), el coral solitario *Leptopsammia sp.* (1.5%), y la anémona *Antothoe chilensis* (1%). El resto de las especies de invertebrados representaron menos del 1% de la abundancia total de invertebrados.

Las comunidades bentónicas que estudiamos fueron similares entre 10 y 20 m de profundidad, pero difirieron claramente entre el lado expuesto y el lado protegido de San Ambrosio (Apéndice 6). Casi todas las especies principales se hallaron en diferentes abundancias entre los dos niveles de exposición al oleaje (Fig. 17), y observamos gran variación espacial en las abundancias alrededor de la isla (Figs. 18-19).

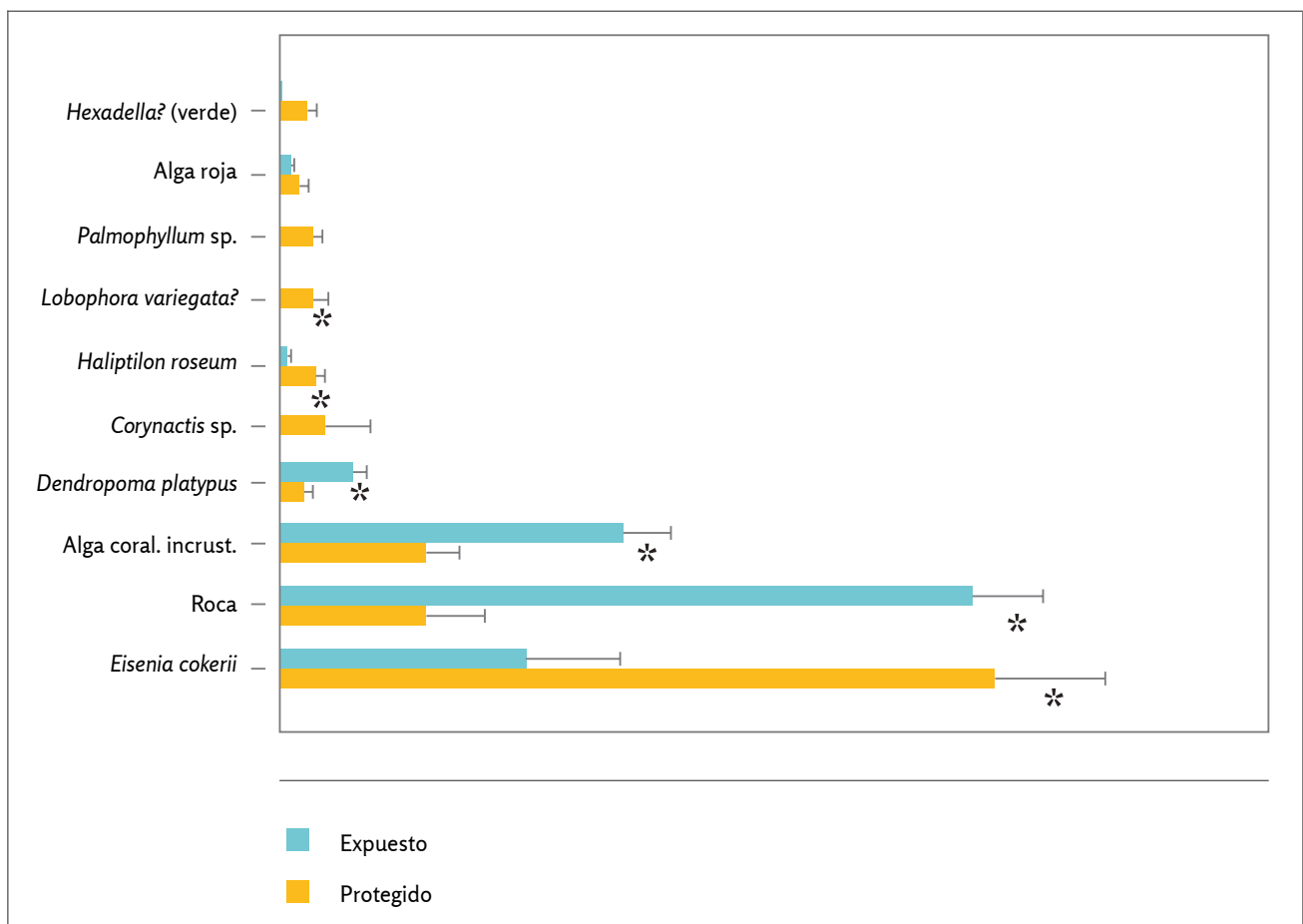


Fig. 17 Abundancia media (\pm error estándar) de (a) organismos bentónicos observados en nuestros muestreos alrededor de San Ambrosio. Los grupos con * presentan abundancias significativamente diferentes entre los lados sur y norte de la isla ($p < 0.001$).

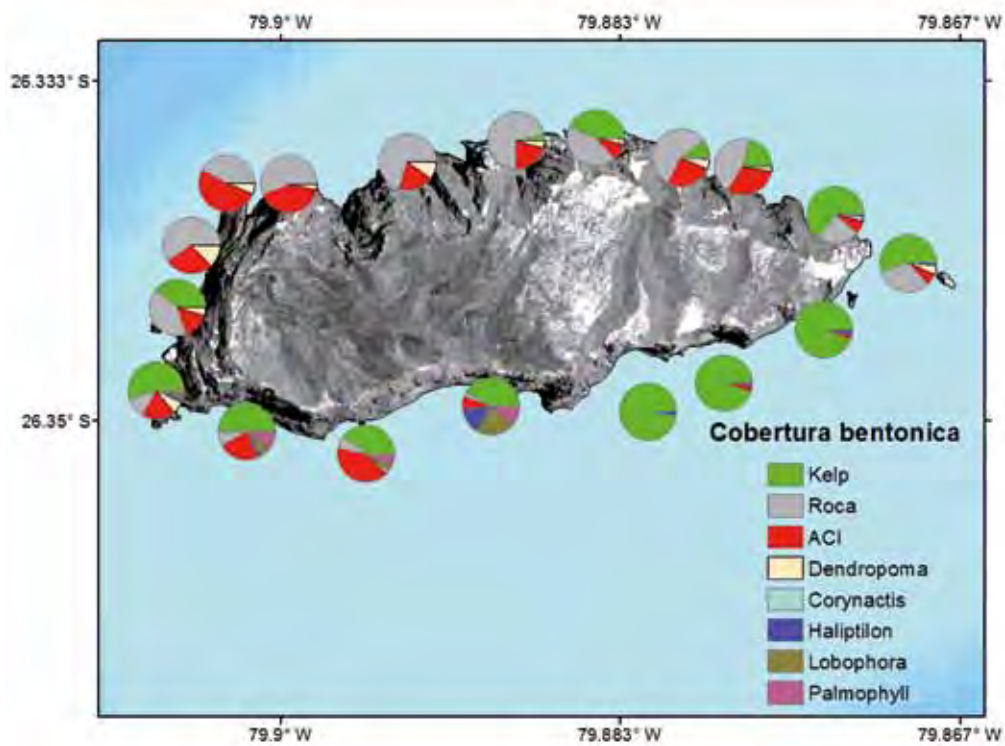


Fig. 18 Distribución espacial de los grupos bentónicos principales alrededor de San Ambrosio basada en abundancia (no. de individuos / 0.25 m²). ACI: Algas Calcáreas Incrustantes

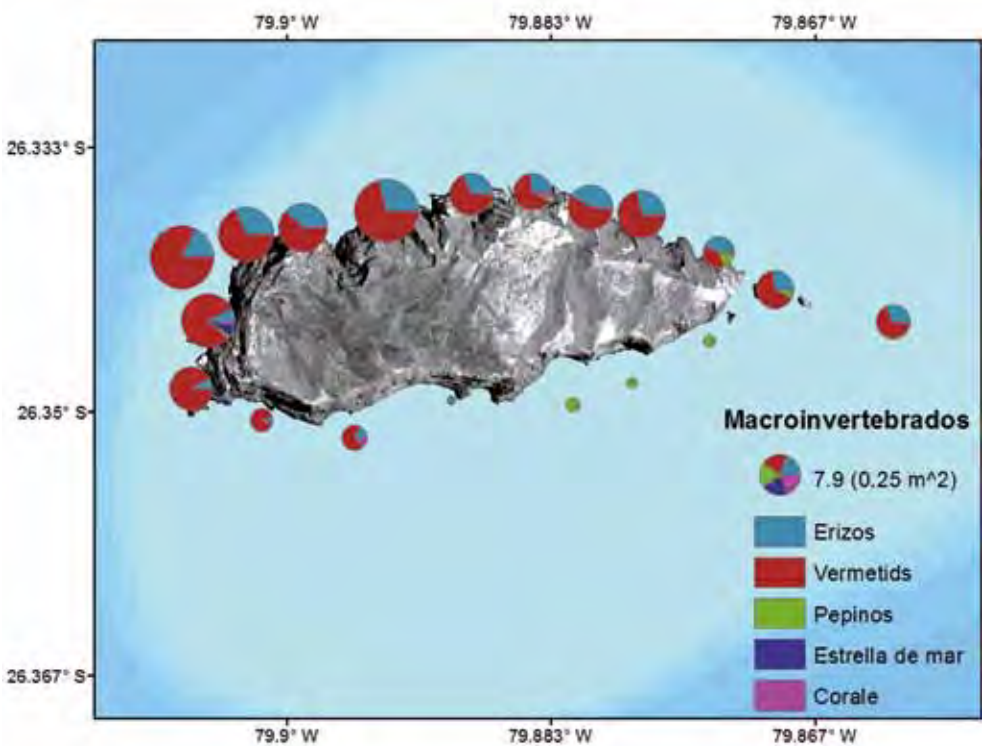


Fig. 19 Distribución espacial de invertebrados bentónicos alrededor de San Ambrosio basada en abundancia (no. de individuos / 0.25 m²).



Fig. 20 Bosque del kelp *Eisenia cookeri* en el submareal de la Isla San Ambrosio.



Fig. 21 Erizos de mar (*Aspidodiadema microtuberculatum*) consumiendo el kelp *Eisenia cookeri* en el submareal de la Isla San Ambrosio.



Fig. 22 Comunidad algal bajo el dosel del kelp *Eisenia cookeri* en la Isla San Ambrosio.

El submareal está caracterizado por cuatro comunidades bentónicas distintas: bosques de kelp (“huiró”), blanquiazales de erizos, tapices algales, y fondos arenosos.

Bosques de kelp: Esta comunidad representa más del 60% del submareal somero de San Ambrosio, mayoritariamente en el lado expuesto (sur) de la isla, donde los bosques del kelp *Eisenia cokerii* se extienden desde 3 a 30 m de profundidad (Fig. 20). En el lado protegido (norte), los bosques de kelp tienen una distribución mucho más limitada, desde el intermareal hasta sólo 4-5 m de profundidad. Estas diferencias tan dramáticas en la distribución de los kelps se deben a las diferencias en el nivel de hidrodinamismo entre los dos lados de la isla. El lado expuesto está sometido a tal oleaje que mueve los kelps continuamente

e incluso con violencia, y dificulta la acción de los erizos de mar, que son el principal depredador de estas plantas. En el lado expuesto, las densidades de erizos son menores de 0,3 m⁻². En el lado protegido, el oleaje sólo representa un refugio para los kelps en la zona submareal más somera; por debajo de los 4-5 m de profundidad, los erizos no tienen ningún obstáculo hidrodinámico para mantenerse en el fondo y poder devorar los kelps (Fig. 21).

Bajo el dosel de *Eisenia* hallamos varias especies de algas dominantes, incluyendo *Hildenbrandia* sp., *Verdigellas* sp., *Halitilon roseum*, *Glossophora kunthii*, *Dictyota phlyctaenodes*, una coralinácea incrustante no identificada (*Mesophyllum* sp.) y varias especies de ro-



Fig. 23 Blanquizal del erizo de mar *Aspidodiadema microtuberculatum*, en el cual los erizos han eliminado todas las algas erectas, y el fondo está dominado por roca pelada con algunas algas coralíneas incrustantes.

dofíceas (Fig. 22). En las paredes verticales del lado expuesto de San Ambrosio, plantas juveniles de kelp eran muy abundantes.

Blanquizales: Los blanquizales son zonas donde la acción de los erizos ha eliminado por completo las algas erectas, incluyendo los kelps (Fig. 23). Los blanquizales eran abundantes en el lado protegido de la isla, y se extendían desde 4-5 m hasta en algunas ocasiones 130 m de profundidad. Esta comunidad está dominada por un alga coralínea incrustante no identificada (24% de cobertura), roca desnuda (49%), y altas abundancias del erizo *Aspidodiadema microtuberculatum*, (hasta 12 m⁻²). En ocasiones, fragmentos de kelps son arrancados por el oleaje y arrastrados hasta el fondo, donde los erizos rápidamente dan cuenta de ellos (Fig. 21). Este subsidio alimentario desde la zona intermareal y submareal superior probablemente contribuye a mantener las altas abundancias de erizos en los blanquizales.

Debido a la alta abundancia del erizo *Aspidodiadema microtuberculatum* y a su importante papel en la transformación de bosques de kelp en blanquizales, realizamos extensas observaciones sobre los depredadores naturales de estos erizos. Durante más de 200 horas de buceo sólo observamos dos depredadores de erizos, es decir, especies que comen erizos con el caparazón y las espinas intactas. La estrella de mar *Astrotole platei* fue el depredador más frecuente, generalmente en blanquizales. Cuando una estrella de mar detecta erizos, avanza rápidamente (con velocidades de hasta 5 cm 10 s⁻¹) hacia ellos. Los erizos parecen detectar el avance de la estrella, y escapan también a velocidades relativamente altas para estos invertebrados. Si hay corriente o mar de fondo, algunos erizos se despegan del fondo para ser llevados por la corriente y así escapar más rápidamente del depredador. Cuando la estrella toca a un erizo intenta rodearlo con sus brazos, por los lados y por encima (Fig. 24). El erizo orienta sus espinas hacia la estrella e intenta clavárselas. Si la estrella consigue rodear al erizo, se hace una bola alrededor de



Fig. 24 Estrella de mar *Astrotole platei* atrapando a un erizo de mar en la Isla San Ambrosio, con un lábrido *Pseudolabrus gayi* intentando apoderarse de partes del erizo.



Fig. 25 Jurel *Pseudocaranx chilensis* devorando a un erizo de mar en la Isla San Ambrosio.

éste y evagina el estómago, disolviendo parte del esqueleto del erizo y digiriendo su interior. Cuando la estrella ha digerido la mayoría del erizo, abandona los restos de esqueleto y espinas. El otro depredador del erizo de mar fue el jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chilensis*), que muerde el esqueleto del erizo para quebrarlo rápidamente, antes de que el erizo pueda orientar sus espinas hacia la boca del jurel (Fig. 25). Una vez roto el esqueleto del erizo, el jurel devora el resto en varias mordidas. Fue frecuente observar jureles de gran tamaño (> 50 cm) con espinas clavadas alrededor de la boca.

También observamos especies de peces carroñeras de erizos, que intentan comer partes del erizo que sobresalen de la bola creada por la estrellas depredadoras, parte de las gónadas del erizo que se dispersan tras las mordidas de jureles depredadores, o peces que acaban con los restos dejados por estrellas o jureles (Fig. 24). La especies carroñeras observadas fueron: *Amphichaetodon melbae*, *Callanthias platei*, *Chromis meridiana*, *Girella albobstriata*, *Gymnothorax bathyphyllus*, *Gymnothorax porphyreus*, *Hypoplectrodes*



Fig. 26 Céspedes algales cerca de la superficie en el lado sur (expuesto al fuerte oleaje) de la Isla San Ambrosio.

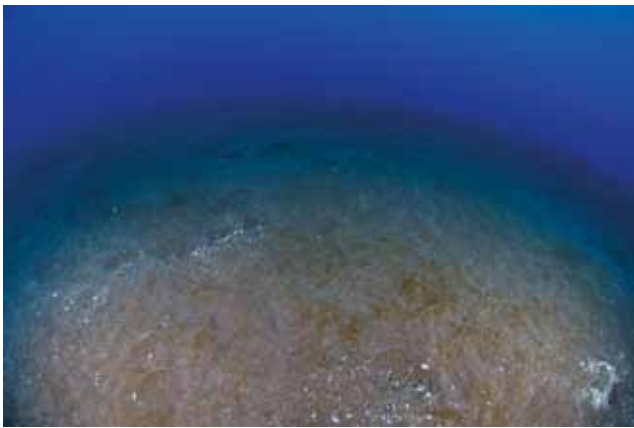


Fig. 27 Fondo de arena volcánica al norte de la Isla San Ambrosio.



Fig. 28 El hemicordado *Glossobalanus* es un invertebrado muy abundante en los fondos arenosos de la Isla San Ambrosio.

semicinctum, *Malapterus reticulatus*, *Nemadactylus gayi*, *Pseudolabrus gayi*, *Pseudocaranx chilensis*, *Scartichthys variolatus*, *Scorpis chilensis*.

Tapices algales: Esta comunidad bentónica se observó frecuentemente en el lado expuesto de San Ambrosio a profundidades por encima de 10 m, donde la acción del oleaje es demasiado fuerte para el crecimiento óptimo de kelps (Fig. 26). Esta comunidad está domina-

da por algas erectas de pequeño tamaño, como *Padina* spp. y *Laurencia* sp., que también son abundantes en la zona intermareal.

Fondos arenosos: En el lado protegido (norte) de San Ambrosio existen grandes extensiones de arena volcánica fina por debajo de los 20 m de profundidad (Fig. 27). Estos fondos arenosos albergan una sorprendente



Fig. 29 El cangrejo *Ovalipes trimaculatus* es común en los fondos de arena volcánica en la Isla San Ambrosio.



Fig. 30 Planta del kelp *Eisenia cookeri* sobre un canto que fue arrastrado por el oleaje desde fondos someros hasta un fondo arenoso a 20 m de profundidad en la Isla San Ambrosio.

diversidad y abundancia de invertebrados marinos. El invertebrado más abundante y sorprendente en esta comunidad es el hemicordado *Glossobalanus*, que alcanza densidades de más de un individuo m^{-2} (Fig. 28). Estos hemicordados enteropneustos viven bajo la superficie de la arena y se alimentan filtrando la materia orgánica del sedimento. Esta actividad supone una bioturbación muy importante, lo que oxigena el sedimento. Los fondos arenosos también albergan poblaciones abundantes del cangrejo *Ovalipes trimaculatus* (Fig. 29) y de sand dollars. La acción del oleaje transporta, en situaciones extremas, pequeñas rocas con kelps desde el submareal más somero a los fondos arenosos que se encuentran a mayor profundidad (Fig. 30).

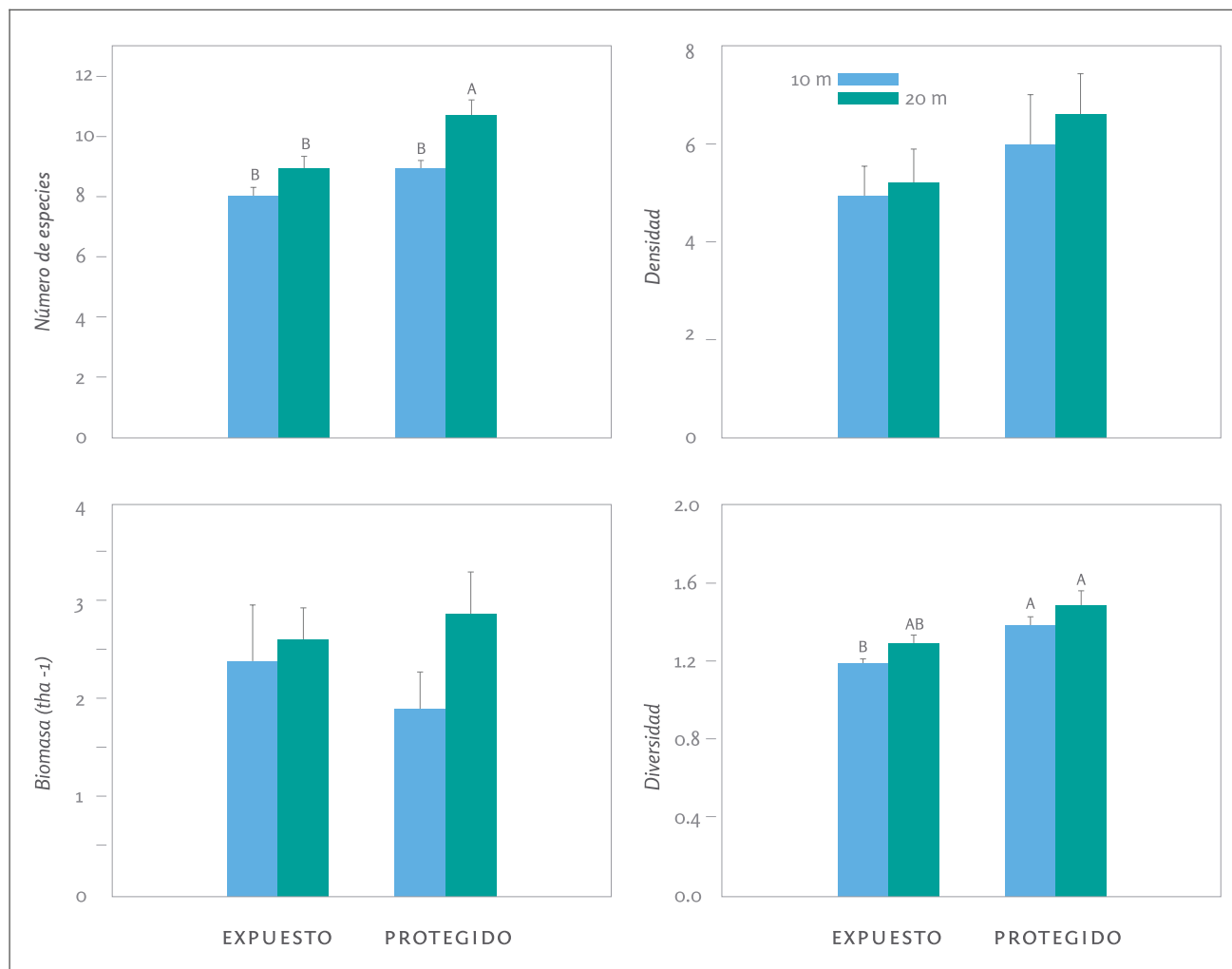


Fig. 31 Características de las poblaciones de peces entre profundidades y niveles de exposición en la Isla San Ambrosio. Los valores son medias y error estándar. Los estratos con las mismas letras no son significativamente diferentes. Riqueza de especies ($F_{3,37} = 7.9, p < 0.001$), densidad ($F_{3,37} = 0.9, p = 0.45$), biomasa ($F_{3,37} = 1.4, p = 0.26$), diversidad ($F_{3,37} = 6.6, p = 0.001$).

Comunidades de peces someras (0-20 m)

La fauna de peces de las Desventuradas es poco conocida. Hasta el momento se han registrado 43 especies de peces costeros, de las cuales sólo dos son endémicas (*Chromis meridiana* y *Paratrimma urospila*) [7]. Dieciséis de esas especies se encuentran también más al oeste en el Pacífico (de Isla de Pascua a Australia). Tres estudios filogenéticos (para los géneros *Pseudolabrus*, *Nemadactylus*, y *Chironemus*) indican un origen del Pacífico Oeste, con uno o más eventos de dispersión hacia las Desventuradas, aunque un estudio (para el género *Odontesthes*) indica un origen continental con una dispersión hacia el oeste [7].

Observamos un total de 25 especies de peces en nuestros transectos, y cinco especies adicionales en fondos someros aledaños. *Chironemus delphiniera* conocido solamente en Juan Fernández, pero lo observamos por primera vez

en San Ambrosio, en las pozas intermareales del lado oeste de la isla. Observamos dos especies que probablemente migraron desde la costa continental: *Paralabrax* sp. (probablemente *P. humeralis*) y el jurel *Trachurus murphyi*. También observamos *Paralichthys fernandezianus*, el pez luna *Mola mola*, y *Parapercis dockinsi* en hábitats someros submareales. Dieciocho de las 25 especies observadas en nuestros transectos cuantitativos (72%) se conocen sólo de las Desventuradas y/o Juan Fernández, y son consideradas especies endémicas regionales (Tabla A6.5). Más del 99% de los individuos registrados, y el 84% de la biomasa, corresponden a especies endémicas regionales.

El número de especies de peces fue muy baja, con sólo 9.2 ± 1.5 (media \pm error estándar) especies observadas por transecto. El número de especies por transecto fue significativamente mayor a 20 m de profundidad en el lado protegido de San Ambrosio que en ningún otro hábitat (Fig. 31). La abundancia media fue 5.7 ± 2.5 individuos

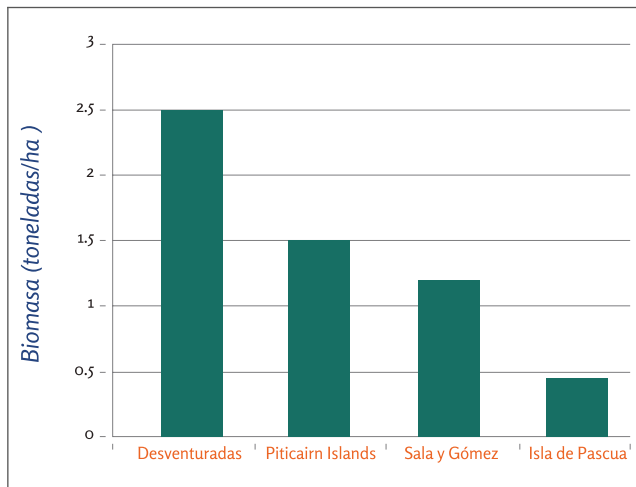


Fig. 32 Comparación de la biomasa de peces costeros de San Ambrosio con otras localidades con hábitats comparables en el Pacífico Sur.

m², y no presentó diferencias entre niveles de exposición o profundidad. La biomasa fue muy alta (2.5 ± 1.3 toneladas ha⁻¹) comparada con otras localidades del Pacífico, incluyendo la zona costera prístina de Salas y Gómez (Fig. 32)[19].

La diversidad media de la comunidad de peces fue 1.3 ± 0.2 por transecto, y los valores más altos se detectaron en los hábitats a 20 m en el lado protegido de la isla. Este valor de diversidad es bastante bajo, y significa que unas pocas especies monopolizan la abundancia y biomasa de las poblaciones de peces. En concreto, la abundancia y la biomasa estuvo dominada por una especie, el pampanito (*Scorpius chilensis*), que presentó el doble de abundancia y biomasa que la segunda especie más abundante, la vieja de Juan Fernández (*Pseudolabrus gayi*). Cuatro especies (*S. chilensis*, *P. gayi*, *Chromis meridiana* y *Pseudocaranx chilensis*) representaron el 86% de los individuos registrados, y el 58% de la biomasa total de peces entre 10-20 m de profundidad. Otras dos especies, la jerguilla (*Girella albobstriata*) y la vidriola (*Seriola lalandi*) contribuyeron a la alta biomasa en San Ambrosio, especialmente la vidriola debido a su gran tamaño, a pesar de que fueron observadas menos frecuentemente.

Los planctívoros (peces consumidores de plancton) representaron el 61% de los individuos registrados en nuestros transectos en San Ambrosio y 53% de la biomasa total de peces (Figs. 33-34). Su biomasa fue mayor en el lado protegido (norte) de la isla. Los peces carnívoros (depredadores mayoritariamente de invertebrados) representaron el 33% de la abundancia y el 21% de la biomasa, y fueron más abundantes en el lado expuesto (sur) de la isla. Los piscívoros representaron solamente un 1% de los individuos registrados, pero debido a su mayor tamaño, representaron un 14% de la biomasa total de peces.

El jurel de Juan Fernández, especie endémica (*Pseudocaranx chilensis*) es el depredador pelágico predominante alrededor de San Ambrosio, y una especie comercialmente importante en Juan Fernández [7]. El jurel alcanza 65 cm de longitud, y numerosos ejemplares de este tamaño fueron observados durante nuestra expedición. Pero el hecho más sorprendente fue el rango de tallas observado (Fig. 35). El tamaño medio de *P. chilensis* observado en nuestros transectos fue 12,6 cm (± 36.6 desviación estándar). Casi la mitad de los individuos observados fueron menores de 10 cm. Esto indica la importancia de este hábitat insular para el reclutamiento de esta importante especie.

También observamos abundantes bancos del jurel *Trachurus murphyi*, una especie comercialmente importante en la costa continental chilena, en la parte norte de la isla. *T. murphyi* se enlata para consumo humano pero también para consumo animal [20]. Esta especie se encuentra a menudo en Juan Fernández como captura incidental de la pesquería del jurel de Juan Fernández *Pseudocaranx chilensis* [7]. Durante un buceo nocturno a 10 m de profundidad y a una distancia de 400 m de San Ambrosio, observamos un grupo de *Seriola lalandi* y *P. chilensis* cazando un banco de *Trachurus murphyi*.

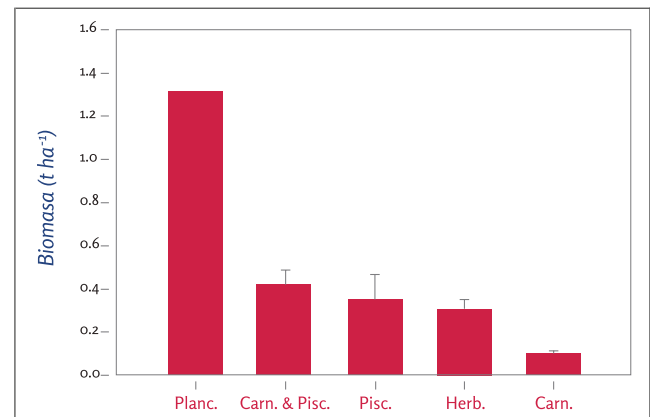


Fig. 33 Biomasa de grupos tróficos de peces costeros en la Isla San Ambrosio. Planc: Planctívoros, Carn: Carnívoros, Pisc: Piscívoros, Herb: Herbívoros.

En 1874 era abundante el “bacalao” *Polyprion oxygeneios*[16], un pez depredador que puede alcanzar un tamaño de 180 cm, pero no observamos ninguno buceando, desde el submarino, ni con las drop-cams.

Lobo marino de dos pelos (*Arctocephalus philippi*)

El lobo marino de dos pelos, también llamado lobo fino de Juan Fernández (Fig. 36), es el único lobo fino endémico de Chile. Los machos adultos miden alrededor de 2.1 m de longitud (140 kg) y las hembras 1.5 m (48 kg) desde la punta de la nariz hasta la cola [21,22]. El lobo fino de

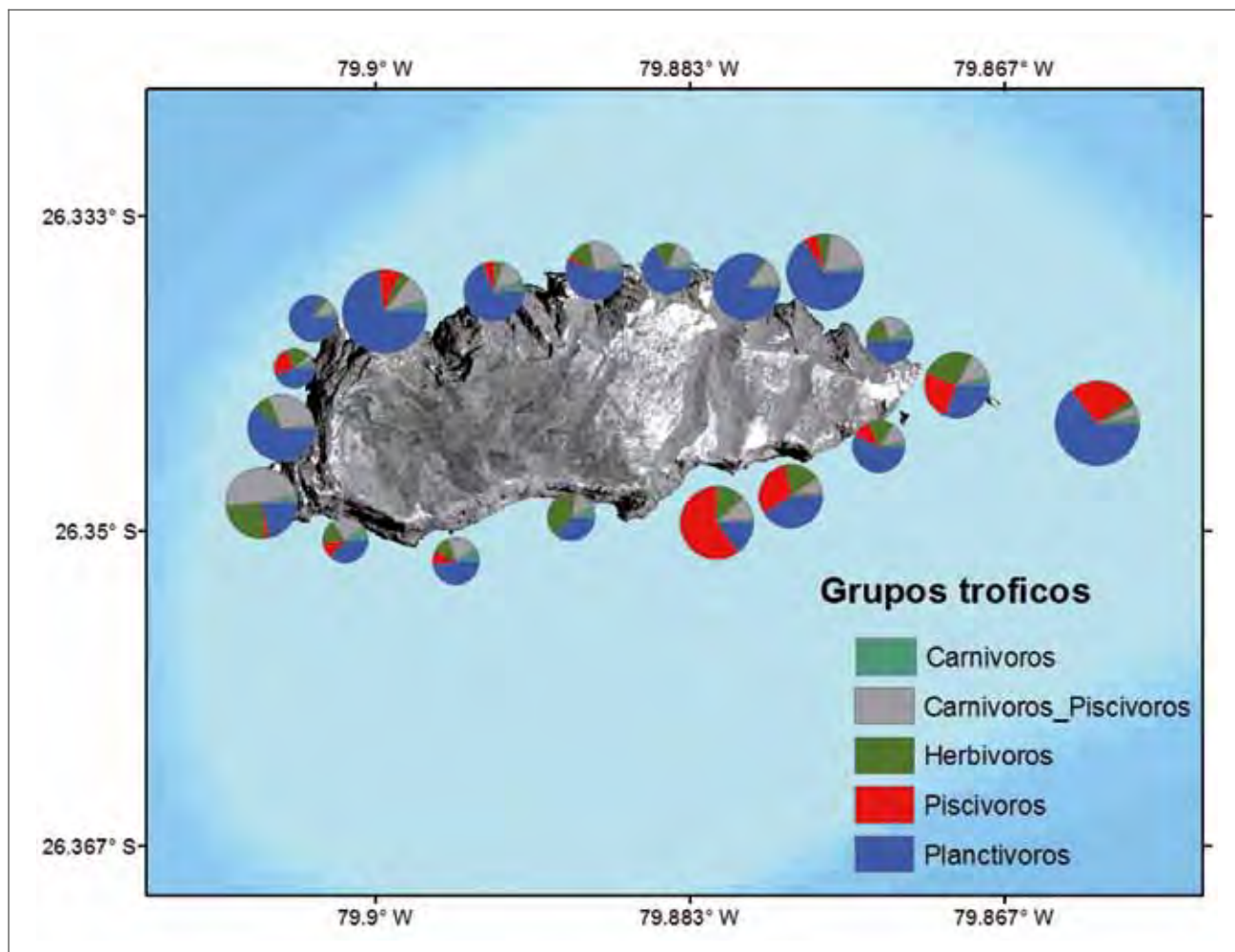


Fig. 34 Variación espacial en la biomasa de grupos tróficos en San Ambrosio. El tamaño de los círculos es proporcional a la biomasa total (toneladas/ha) de cada estación de muestreo.

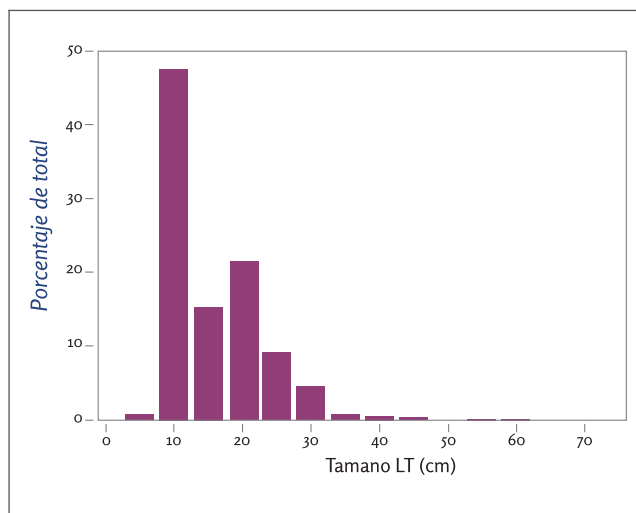


Fig. 35 Distribución de frecuencia de tallas del jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chilensis*) observado en nuestros transectos. $N = 8193$.

Juan Fernández habita zonas rocosas, playas de bolones o de canto rodado y playas de arena generalmente inaccesibles. Se ha observado la presencia de animales en

cuevas, correspondiendo a un pequeño porcentaje de la población total [21,23].

Arctocephalus philippi habita exclusivamente las islas del Archipiélago de Juan Fernández (Robinson Crusoe, Santa Clara y Alejandro Selkirk) y las islas Desventuradas (San Felix y San Ambrosio) [23]. Los últimos censos realizados muestran que el 99% de la población se encuentra en Juan Fernández [23].

El lobo marino de dos pelos se alimenta de peces (sobre todo mictófidis y pelágicos de pequeño tamaño) y calamares. Pueden desplazarse grandes distancias para cazar, alrededor de las islas y a veces cerca del continente. Nadan desde Robinson Crusoe a Selkirk fácilmente, e individuos marcados con marcas satelitales registraron movimientos desde Juan Fernández hasta la isla de Chiloé [21].

El lobo marino de dos pelos (o lobo fino de Juan Fernández) era muy abundante en tiempos históricos en Juan Fernández y las Desventuradas, pero fue llevado casi a la

Año	Cazador	Isla	Capturas
1792	Capt J. Roberts, Fragata <i>Jefferson</i>	San Félix, San Ambrosio	13.000 pieles
1794	Capt J. Colnett, corbeta <i>Rattler</i>	San Félix, San Ambrosio	Se salaron un número indeterminado de pieles
1798	Capt D. Greene, fragata <i>Neptune</i>	San Ambrosio	35.000 pieles
1801	Loberos de USA	San Félix, San Ambrosio	“Cazan gran número” (indeterminado)
1875	Capt Vidal Gormaz, fragata <i>Covadonga</i>	San Félix, San Ambrosio	Mataron 3 (de 6-8 individuos observados)

Tabla 1. Caza reportada histórica de lobos finos en las Desventuradas (datos de Vidal Gormaz 1875, Torres 1987).



Fig. 36 El lobo marino de dos pelos (también llamado lobo fino de Juan Fernández) *Arctocephalus philippi* en la Isla San Ambrosio; febrero de 2013.

extinción debido a la caza excesiva (Tabla 1). En Juan Fernández se estima que se mataron varios millones desde la llegada de los primeros balleneros y loberos en el siglo XVII [23]. Vidal Gormaz encontró sólo 6-8 lobos en las Desventuradas durante los ocho días que permanecieron en 1874, y mataron tres [16]. Vidal Gormaz atribuye la escasa presencia del lobo al “exterminio” llevado a cabo por los balleneros.

El lobo marino fue considerado extinto por la comunidad científica a partir de 1880, aunque se continuaron matando escasos ejemplares hasta 1970, y los pescadores de Juan Fernández continuaron observando individuos aislados [23]. En 1970, luego de un siglo y medio sin noticias de ellos en las Desventuradas, se avistaron dos individuos juveniles en San Ambrosio [24]. En 1975 se observaron 300 individuos en San Ambrosio [23]. No existen antecedentes actuales sobre la situación de esta especie en las islas Desventuradas.

Los análisis sobre el crecimiento poblacional de *Arctocephalus philippii* en el archipiélago de Juan Fernández muestran que la población se está recuperando, aunque sin alcanzar los niveles poblacionales pre-explotación [21]. Se estima que la población total actual es de aproximadamente 40.000 individuos [23]. La lista roja de especies amenazadas de la IUCN 2006 (www.iucn.org) y el libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile (1987) catalogan al lobo fino de Juan Fernández como “vulnerable”.

Durante dos semanas de muestreos intensivos alrededor de la Isla San Ambrosio solamente observamos cinco lobos marinos (dos adultos y tres subadultos). Aunque no pudimos muestrear en San Félix, en conversaciones telefónicas el personal de la estación de la Armada de Chile nos comunicó que recientemente no han avistado lobos marinos en San Félix. No hay censos recientes de lobo marino en las Desventuradas, solo reportes de avistamientos ocasionales de pescadores de Juan Fernández, que mencionan 3-5 individuos en sus visitas ocasionales a las islas Desventuradas (L. Osman, comunicación personal). A falta de otros datos, nuestros resultados sugieren que la población de lobo marino podría encontrarse en mínimos históricos, a menos que la población de Desventuradas realice migraciones estacionales.

•Ballena Azul

Recientes estudios realizados a través de marcaje satelital en ballenas azules que se alimentan en el Golfo de Corcovado demostraron que algunos ejemplares migraron al área de las islas Desventuradas y el extremo oeste de la cordillera de Nazca. Se sospecha que podría tratarse de

un área de reproducción para esta especie (Hucke 2004, Hucke-Gaete & Mate 2005)



Fig. 37 El submarino DeepSee, propiedad de la empresa Undersea Hunter, utilizado en la expedición a las Islas Desventuradas en febrero de 2013. El submarino está tripulado por un piloto y dos pasajeros, y puede descender hasta una profundidad de 450 m.

Fondos profundos

Durante nuestra expedición exploramos los fondos submarinos de las Desventuradas utilizando el submarino DeepSee (Fig. 37), que nos permitió bucear hasta 406 m de profundidad; y las Drop-Cams, que lanzamos hasta 2300 m. Esto nos permitió explorar los fondos profundos alrededor de las Islas Desventuradas intensivamente por primera vez; en el pasado sólo se realizaron 4 filmaciones con un robot submarino (ROV) entre 20 y 139 m de profundidad durante el crucero CIMAR Islas 6 (dos alrededor de San Félix y dos alrededor de San Ambrosio; [25]), registrando una alta abundancia y diversidad de peces, presencia de actinias, plumas de mar, tiburones y también de la langosta de Juan Fernández, *Jasus frontalis*.

Realizamos 26 inmersiones con el submarino y 36 lanzamientos de las Drop-Cams, registrando un mínimo de 68 taxones de invertebrados y 57 especies de peces profundos (Apéndice 8). De éstas, probablemente 10 especies de peces son nuevas para la ciencia, y suponemos que varios invertebrados también lo son, aunque es difícil asegurarlo debido a la falta de estudios de invertebrados profundos en la región de las Desventuradas.

Guyot Stockman

Exploramos el Guyot Stockman, que se encuentra en la confluencia entre las dorsales de Nazca y de Salas y Gómez (25° 5' S, 28° 5' W) (Fig. 11), desde la cima del guyot (a 200 m de profundidad) hasta 350 m. La cima del guyot



Fig. 38 El tiburón de profundidad *Squalus mitsukurii* en un fondo arenoso a 200 m de profundidad.



Fig. 39 El tunicado pelágico *Pyrosoma* sp. a 80 m de profundidad en el Guyot Stockman.



Fig. 40 El cnidario *Branchiocerianthus urceolus* sobre un fondo de arena a 350 m de profundidad en el Guyot Stockman.

es de sustrato arenoso y bastante plano. En el borde de la cima del guyot, a unos 210 m de profundidad, comienza una pendiente arenosa intercalada por pequeñas terrazas basálticas. Por debajo de 250 m aparecen paredes rocosas de 1-2 m de altura. El depredador de mayor tamaño observado fue el tiburón *Squalus mitsukurii* (Fig. 38), en ocasiones en grupos de hasta siete individuos, normalmente entre 50-100 cm de longitud. Por debajo de 320 m, la pendiente es de arena fina, que forma dunas de 10-20 cm de altura creadas por las corrientes de fondo. Desde 60 m hasta 350 m de profundidad observamos miles de tunicados pelágicos (*Pyrosoma* sp.) en la columna de agua (Fig. 39). Sobre la arena, a 350 m de profundidad, destaca la presencia del cnidario *Branchiocerianthus urceolus* (Fig. 40). El macroinvertebrado más abundante fue el erizo de profundidad *Cidaris* sp., que se encontró formando agregaciones, sobretodo en fondos de pequeñas rocas.

San Ambrosio y San Félix

Los fondos profundos alrededor de San Ambrosio y en un monte submarino al norte de la Roca Catedral albergan gran diversidad de hábitats, incluyendo roca volcánica, fondos de rodolitos, fondos arenosos, fondos fangosos, paredes verticales y cuevas.

Plancton gelatinoso

La columna de agua presentó una gran transparencia, de hasta 50 m de visibilidad. La pobreza en nutrientes de la región significa que la abundancia de plancton es muy baja comparada con la de la costa continental de Chile, donde existe una surgencia de agua profunda que fertiliza las aguas superficiales. Es por ello que durante los buceos con el submarino sólo observamos cuatro especies de plancton gelatinoso. En algunos lugares, entre 60 y 350 m observamos gran abundancia de tunicados pelágicos (*Pyrosoma* sp.) en la columna de agua, algunos de 20 cm de tamaño (Fig. 39). *Pyrosoma* es una colonia cilíndrico-cónica compuesta por cientos o miles de individuos (zooides), que se encuentran embutidos en una túnica gelatinosa que une a todos los individuos de la colonia. Cada



Fig. 41 Actinias de profundidad consumiendo los tunicados pelágicos *Pyrosoma* sp.

zooide, que produce una protuberancia en el exterior del cilindro, absorbe agua del exterior de la colonia y la expulsa en el interior del cilindro. En el fondo pudimos observar gran cantidad de pirosonas muertas o sin capacidad de movimiento. A 140 m, en un fondo de arena, varios pirosonas habían sido atrapados por actínias, que los consumieron durante días (Fig. 41).



Fig. 42 Nueva especie de sifonóforo (*Marrus* sp.), observado a 300 m de profundidad en las Islas Desventuradas.

A 300 m de profundidad observamos el sifonóforo *Marrus* sp. (Fig. 42), que parece un sólo animal de 2 m de longitud, pero en realidad es una colonia de pequeños individuos (zooides) conectados, cada uno de los cuales posee una función específica para la supervivencia de la colonia, como ataque, alimentación y reproducción. Otro plancton gelatinoso que pudimos observar una sola vez fue la medusa *Peryphila peryphila* (Fig. 43), que puede vivir hasta 1000 m de profundidad en todos los mares del mundo excepto el ártico, aunque es más común en mares tropicales y subtropicales a temperaturas entre 4 y 11 C. A pesar de su amplia distribución, es una especie difícil de observar. El ejemplar que observamos medía 20 cm de longitud, y tenía 12 tentáculos rígidos.

Fondos arenosos

Los fondos arenosos profundos de las Desventuradas se extienden desde los 100 m hasta más de 2200 m de profundidad. Las comunidades en estos fondos son mayoritariamente animales, excepto por detritos del kelp *Eisenia cookeri* transportados desde la superficie hasta



Fig. 43 La medusa *Peryphila peryphila*, observada a 300 m de profundidad en las Islas Desventuradas.



Fig. 44 Erizos "lápiz" (*Stereocardis* sp.) consumiendo restos del kelp *Eisenia cookeri* transportados por las corrientes a 200 m de profundidad, en las Islas Desventuradas.

250 m de profundidad (Fig. 44). La diversidad animal en los fondos arenosos es la más baja de los hábitats estudiados, aunque existen áreas de gran densidad de pennatuláceos de dos especies (Fig. 45) y estomatópodos (Fig. 46). Otros macroinvertebrados conspicuos son la estrellas de mar, de las que observamos seis especies, erizos



Fig. 45 Plumas de mar (pennatuláceos) en fondo arenoso a 150 m de profundidad en la Isla San Ambrosio.



Fig. 46 Estomatópodo (*Hemisquilla ensigera*) a 140 m de profundidad en la Isla San Ambrosio.



Fig. 47 Equinodermos de profundidad de las Islas Desventuradas. Erizos de mar: a) *Clypeaster isolatus*, b) *Brissus obovatus*, c) *Stereocardis* sp. Estrellas de mar: d) *Odontaster* sp., e) estrella de mar no identificada. Pepinos de mar: f) *Holothuria* no identificada.



Fig. 48 Cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*), especie común en fondos arenosos de las Islas Desventuradas entre 365 y 400 m de profundidad.



Fig. 49 Cangrejo *Lithodes* sp., observado a 1000 m de profundidad en las Islas Desventuradas.

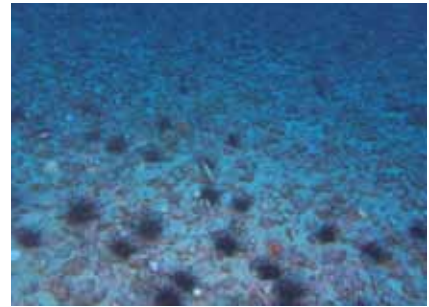


Fig. 50 Campo de rodolitos (algas calcáreas incrustantes de vida libre) a 70 m de profundidad en la Isla San Ambrosio.

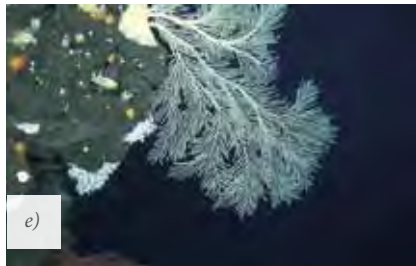


Fig. 51 Principales hábitats rocosos de profundidad en las Islas Desventuradas. a) paredes verticales, b) pendientes rocosas, c) terrazas, d) montes submarinos, e) extraplomos, f) cuevas.

de arena (*sand dollars*), y pepinos de mar (Fig. 47). Los crustáceos más abundantes fueron los anfípodos, observados por las drop-cams hasta 2216 m de profundidad. El crustáceo decápodo más abundante fue el cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*), observado entre 365 y 928 m de profundidad, normalmente individuos solitarios (Fig. 48). El cangrejo más profundo observado fue un individuo de *Lithodes* sp., a 1000 m de profundidad, sobre un fondo arenoso (Fig. 49).

Fondos de rodolitos

Entre 67-95 m de profundidad, y en sustratos planos o de pendiente suave, se encuentran campos de rodolitos (Fig. 50). Los rodolitos son algas calcáreas incrustantes de vida libre, no pegadas al fondo, que son movidos por las corrientes como si fueran pelotas. Los rodolitos representan una transición entre hábitats arenosos y rocosos, y pro-



Fig. 52 Cangrejo decorador (*Paramola rathbuni*) sosteniendo una esponja de cristal, a 305 m de profundidad en las Islas Desventuradas.

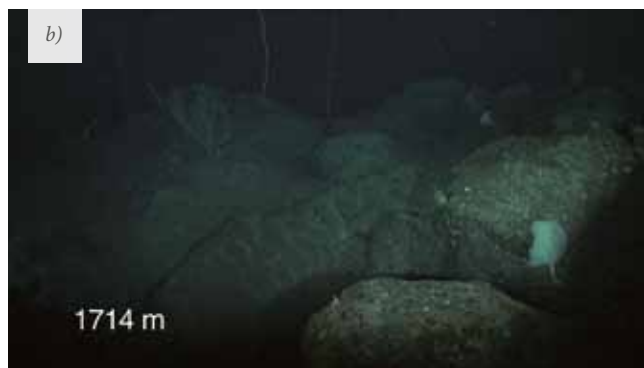


Fig. 53 Dos especies de "coral látigo" (*Stichopathes* spp.) sobre roca basáltica: a) especie observada entre 133-212 m de profundidad, b) especie observada en una sola ocasión a 1714 m.

veen un hábitat tridimensional para multitud de especies de algas e invertebrados, incluyendo almejas y corales. También son un productor importante de sedimentos carbonatados. Debido a la gran profundidad a la que se encuentran, los rodolitos de las Desventuradas son de gran tamaño (hasta 10 cm de diámetro), redondeados y sin ramificación. Desconocemos las especies que forman los rodolitos en las Desventuradas, ya que no pudimos recolectar ejemplares. Sobre los rodolitos, el invertebrado más frecuente fue el pepino de mar.

Fondos rocosos

Los fondos rocosos de las Desventuradas están formados por roca basáltica. Los hábitats rocosos explorados durante nuestra expedición incluyeron paredes submarinas, pendientes rocosas, terrazas, montes submarinos, extraplomos y cuevas (Fig. 51), hasta por debajo de los 2000 de profundidad. La diversidad y biomasa total de invertebrados profundos disminuye con la profundidad, y la roca basáltica comienza a perder la mayoría de especies por debajo de los 300 m (Apéndice 8). En total observamos un mínimo de 11 especies de esponjas, 25 especies de cnidarios, 6 crustáceos, 4 moluscos, 5 equinodermos y 40 peces (Apéndice 8).

Debido a la ausencia de estudios de la fauna profunda alrededor de las Desventuradas, desconocemos cuántas de las especies que no pudimos identificar son especies nuevas para la ciencia. Destacan 3 especies de esponja



Fig. 54 a) Esqueleto de gorgonia de 1 m de altura, a 300 m de profundidad al norte de la Roca Catedral, Islas Desventuradas. b) La misma especie de gorgonia, viva.

de cristal, de las cuales una de ellas era transportada por un cangrejo *Paramola* (Fig. 52) y otra fue filmada por la drop-cam a 1714 m de profundidad. Las gorgonias fueron los invertebrados bentónicos más conspicuos observados, con 5 especies de gorgonias entre 205 y 1714 m de profundidad, 4 especies de coral negro entre 150 y 1412 m, y 2 especies de coral látigo (Fig. 53). Entre 300 y 400 m observamos abundantes troncos muertos de gorgonias que llegan a alcanzar 1.5 m de longitud (Fig. 54). También destacan dos especies de moluscos: un pulpo no identificado (Fig. 55), y un nudibranquio (a 305 m de profundidad).



Fig. 55 Pulpo no identificado a 134 m de profundidad en las Islas Desventuradas.



Fig. 56 Especie de quimera probablemente nueva para la ciencia (*Hydrolagus* sp. nov. 1), observadas por la drop-cam a 1714 m de profundidad.



Fig. 57 Especie de quimera probablemente nueva para la ciencia (*Hydrolagus* sp. nov. 2), observadas por la drop-cam a 1424 m de profundidad.

Peces de profundidad

Con el submarino y las drop-cams pudimos identificar 59 taxones de peces profundos (desde 100 a 2216 m de profundidad), incluyendo 10 especies potencialmente nuevas para la ciencia (Apéndice 8). Estas especies nuevas incluyen dos especies de quimeras (*Hydrolagus* spp.) (Fig. 56-57). Una de las quimeras es con toda probabilidad una especie nueva para la ciencia, y la otra podría ser parte del grupo *Hydrolagus affinis*.

La especie de más profundidad fue el pez trípode (*Bathypterois* sp.) observado a 2216 m (Fig. 58). El pez trípode se mantiene sobre el fondo con la ayuda de aletas especializadas (trípode), de cara a la corriente. Se alimenta de copépodos y otros pequeños crustáceos planctónicos.



Fig. 58 Pez trípode (*Bathypterois* sp.), observado a 2216 m de profundidad en las Islas Desventuradas.



Fig. 59 Raro ejemplar del tiburón negro espinoso (*Echinorhinus cookei*) a 928 de profundidad en las Islas Desventuradas.



Fig. 60 Tiburón *Odontaspis ferox*, observado a 390 m de profundidad al norte de la Roca Catedral, Islas Desventuradas.

Tiburones de profundidad

En todas las inmersiones con el submarino observamos abundantemente el tiburón de profundidad (cazón galludo) (Fig. 38) que se ha descrito como *Squalus mitsukurii*, aunque podría ser una especie (o varias especies) todavía no descrita(s). Reportes previos de *Squalus blainvillei* o *Squalus fernandinus* están basados en parte en esta especie. Los expertos en este grupo de tiburones creen que se trata de un complejo de especies, pero la falta de ejemplares para su estudio en el laboratorio dificulta la identificación definitiva. En ocasiones observamos hasta doce individuos juntos. Esta especie se encuentra hasta 740 m de profundidad. En nuestra expedición la observamos hasta 500 m, en todo tipo de fondos (arena, rodolitos, paredes rocosas) (Apéndice 8). Se alimenta de peces, cefalópodos y crustáceos. Es un tiburón ovovivíparo, con entre 4 y 9 pequeños por parto.

Además, observamos un individuo de 2.5 m de longitud del tiburón negro espinoso *Echinorhinus cookei* en un fondo arenoso a 928 m de profundidad (Fig. 59). Este tiburón es de movimientos lentos y habita plataformas continentales e insulares hasta 1100 m de profundidad. Se alimenta de varias especies de peces, otros tiburones, pulpos y calamares. Es ovovivíparo, con hasta 114 pequeños por puesta.

El tiburón más interesante que observamos con el submarino fue una hembra adulta del *Odontaspis ferox* (Fig. 60). Observamos al *O. ferox* a 390 m de profundidad; se avalanzó sobre el submarino y se insertó entre la esfera acrílica y una de las barras de protección, desembarazándose rápidamente. El tiburón se alejó del submarino, creando una nube de sedimento; a continuación regresó al submarino, surgiendo de entre la nube, para desaparecer finalmente. Esta especie no se había observado nunca antes al sur de la Isla del Coco, Costa Rica, por lo que su presencia en las Desventuradas representa una ampliación del rango de distribución conocido de la especie de 3600 km. El *O. ferox* se alimenta de peces pequeños, calamares y crustáceos. Tiene una cavidad corporal larga y ancha, la cual, junto con el hígado, le ayuda a regular su flotabilidad.

Langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*)

La langosta de Juan Fernández es endémica de las islas Robinson Crusoe, Alejandro Selkirk, Santa Clara y Desventuradas (Fig. 61). Esta especie representa un importante recurso económico explotado localmente desde 1893 [26]. *Jasus frontalis* tiene una larva planctónica que permanece en el plancton alrededor de 1 año [27], lo que le da un gran potencial de dispersión. A pesar de aquello la alta retención larval alrededor de las islas ha mantenido a esta especie limitada geográfica-



Fig. 61 La langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) en San Ambrosio alcanza tamaños de 55 cm (longitud total) y llega a pesar 8 kg, y se encuentra en fondos entre 85-138 m de profundidad.



Fig. 62 Juveniles de langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) a 10 m de profundidad en San Ambrosio.

mente y dependiente del auto-aprovisionamiento de las poblaciones.

Los adultos de *Jasus frontalis* se observaron desde el submarino entre 60 y 140 m de profundidad, con una abundancia media de 28 ± 9 (media \pm S.E.) langostas ha^{-2} . También observamos mediante buceo autónomo juveniles y subadultos (de entre 2 – 10 cm de longitud del cefalotórax) entre los 10-20 m de profundidad. La langosta de Juan Fernández se encontró asociada a fondos rocosos principalmente, aunque en ocasiones se las observó desplazándose por la arena entre formaciones rocosas. Los juveniles se encontraron en extraplomos rocosos y bajo los kelps *Eisenia cookeri* (Fig. 62). No se encontraron diferencias significativas en la abundancia de langostas adultas entre profundidades (Median test: Chi-square = 29.0, $p = 0.41$) (Fig. 63).

La langosta de Juan Fernández en San Ambrosio alcanza un tamaño de 23 cm de cefalotórax, con un peso de casi 8 kg (Fig. 61). La mayoría de langostas adultas fue-

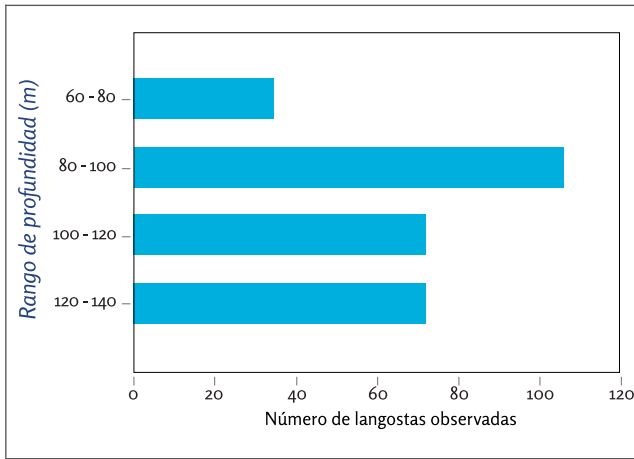


Fig. 63 Distribución de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) a diferentes rangos de profundidad en las Islas Desventuradas.



Fig. 65 La langosta enana (*Projasus bahamondei*) es muy abundante entre 209-406 m de profundidad al norte de la Roca Catedral, Islas Desventuradas.

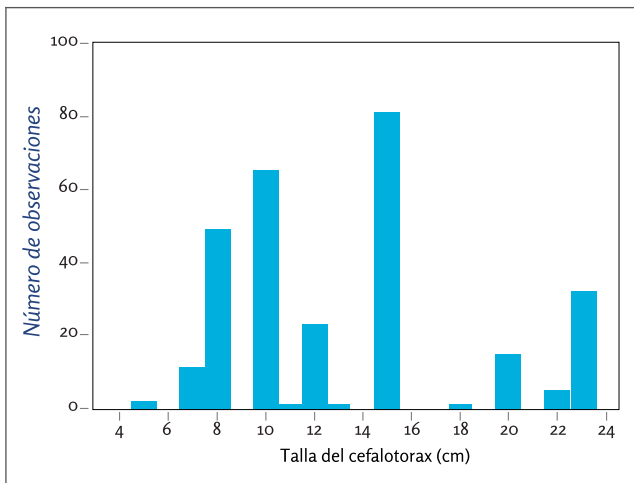


Fig. 64 Distribución de frecuencia de tallas la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) en las Islas Desventuradas.

ron de una talla estimada de entre 8-15 cm (longitud del cefalotórax), con una clase de talla claramente diferenciada de langostas de tamaño excepcional entre 20-23 cm (Fig. 64). El peso medio de las langostas censadas fue de 2006 ± 116 g. La biomasa media estimada fue de 134 ± 58 kg ha⁻¹. Estos resultados son probablemente una subestimación de la abundancia real de la langosta de Juan Fernández, ya que desde el submarino no pudimos observar langostas dentro de grietas o cuevas en la roca.

Langosta enana (*Projasus bahamondei*)

Durante los buceos con submarino descubrimos una población no estudiada de langosta enana, en un rango de profundidades claramente delimitado entre 290 - 406 m, en fondos rocosos y sobre arena, en solitario o en grupos (de hasta 10 individuos m⁻²) (Fig. 65). Quizá se encuentren también por debajo de 406 m, pero esa fue la profundidad máxima que alcanzamos con el submarino. La densidad media estimada fue de 75 ± 21 individuos ha⁻¹, y las tallas oscilaron entre los 5 y 8 cm de cefalotórax. No se

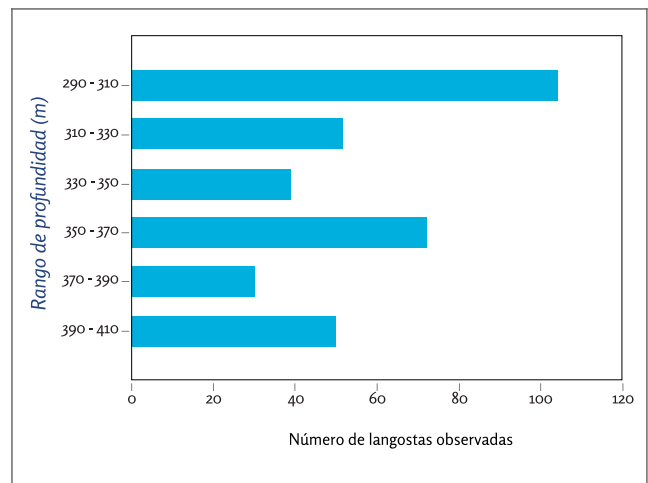


Fig. 66 Distribución de la langosta enana (*Projasus bahamondei*) a diferentes rangos de profundidad en las Islas Desventuradas.

encontraron diferencias significativas en la abundancia de langostas enanas entre profundidades (Median test: Chi-square = 13.0, $p = 0.37$) (Fig. 66).

La biomasa media estimada fue de 84 ± 44 kg ha⁻¹. Creemos que esta población de langosta enana no está explotada porque su límite superior de distribución (290 m) se encuentra por debajo del límite de profundidad habitual de las trampas de langosta (180 m), a pesar de que en ocasiones la langosta enana se ha capturado incidentalmente en las trampas para langosta de Juan Fernández (Bahamonde 1987).

Pesca comercial en las Desventuradas

Las capturas anuales reportadas en la ZEE de las Desventuradas experimentaron un rápido aumento a partir

de los años 70, con un pico de producción máxima de 285.000 toneladas en 1995 y un rápido colapso de las capturas (Fig. 67a) [28]. En el año 2006, las capturas totales descendieron hasta 116.000 toneladas. La especie principal que se captura en la ZEE de las Desventuradas es el jurel (*Trachurus murphyi*), que representó en 2006 el 73,6% de las capturas totales. La flota chilena es la principal operadora en la ZEE de Desventuradas, siendo responsable de prácticamente la totalidad de las capturas (Fig. 67b). Las principales artes de pesca son la red de media agua y la red de cerco, que proporcionan más de la mitad de las capturas (Fig. 67c).

Aunque se han documentado actividades ocasionales de pesca comercial profunda en la cordillera de Nazca por barcos pesqueros chilenos y rusos, no existen registros precisos de la pesca en los montes submarinos dentro de la ZEE de las Desventuradas. En la cordillera de Nazca, la pesca se enfocó en la langosta enana (*Projasus bahamondei*), el alfonsino (*Beryx splendens*) y secundaria-

mente en el cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*), utilizando trampas y redes de arrastre [29].

La langosta de Juan Fernández (*Jaanus frontalis*) es la única especie pescada en la zona circundante a las islas Desventuradas, principalmente por pescadores de Juan Fernández, que se trasladan estacionalmente (entre diciembre y febrero). La langosta se captura entre 2 y 180 m de profundidad utilizando trampas rectangulares, aunque la mayor parte de las capturas se efectúan entre 84 y 137 m [30]. Como carnada los pescadores utilizan trozos de breca (*Cheilodactylus gayi*), jureles (*Caranx* spp.), jerguillas (*Girella feliciani*) y anguilas (*Lycodontis porphyreus*) [3]. La talla mínima legal de comercialización es de 115 mm de longitud cefalotorácica, y las hembras con huevos deben ser devueltas al agua [30]. De manera ocasional también se captura la langosta enana (*Projasus bahamondei*), que también se encuentra en la isla Robinsón Crusoe y la costa continental de Chile; la centolla (*Paramola rathbuni*); y la “jaiba blanca” (*Geryon* sp.) [3].

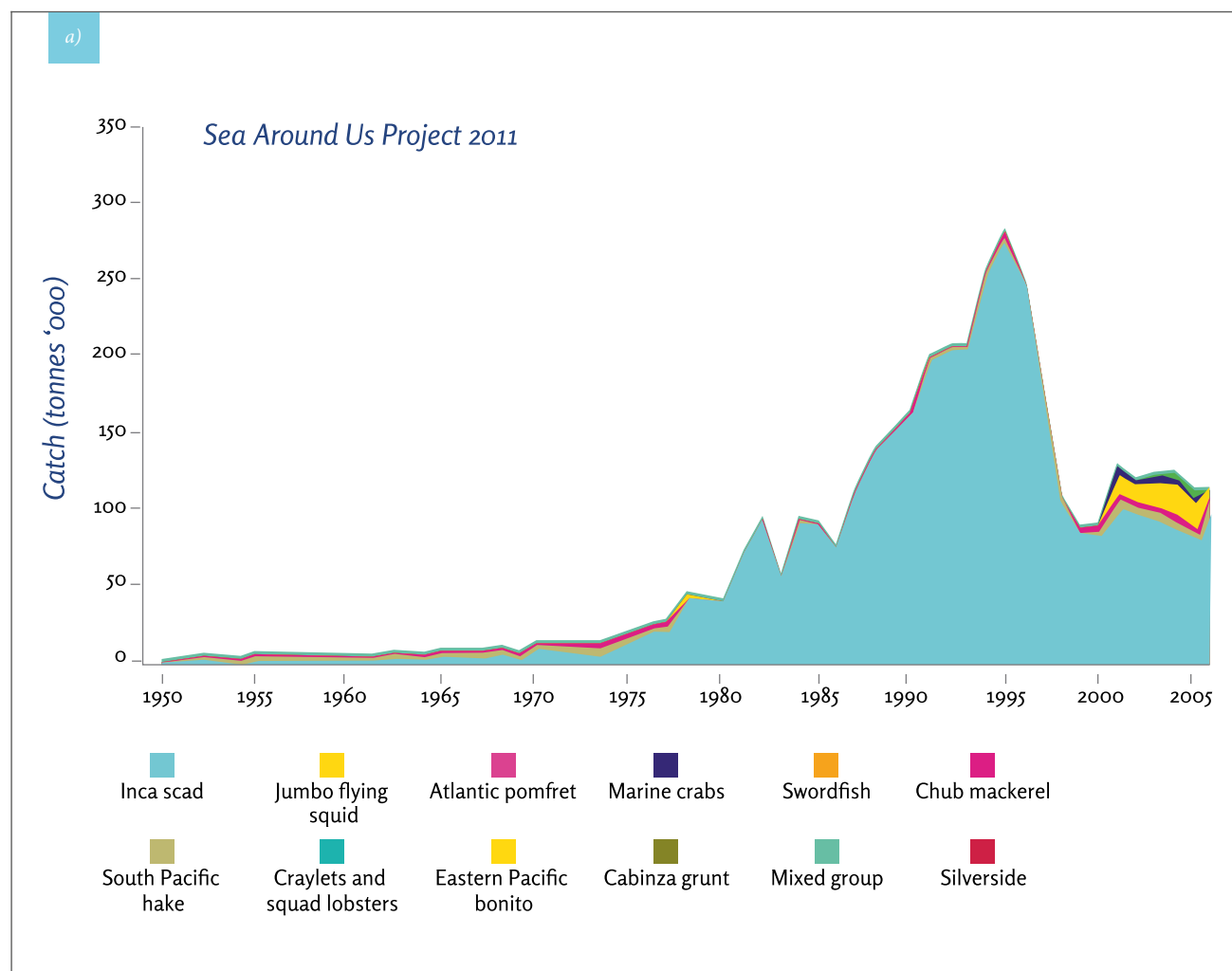


Fig. 67 Pesca en la Zona Económica Exclusiva de las Islas Desventuradas: a) Capturas por especie, b) capturas por país, c) capturas por métodos de pesca. (Froese & Pauly 2013; www.seaaroundus.org)

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La biodiversidad única de las Desventuradas

Los resultados de nuestra expedición demuestran que los fondos marinos de las Desventuradas albergan comunidades ecológicas prístinas y únicas a nivel global. En particular:

- Los fondos rocosos someros son un punto caliente (hotspot) de biodiversidad de peces arrecifales. El 72% de las especies de peces observadas se conocen sólo de las Desventuradas y/o Juan Fernández, y son consideradas especies endémicas regionales. Más del 99% de los individuos registrados, y el 84% de la biomasa corresponden a especies endémicas regionales. Estos son los porcentajes de endemismo más altos jamás registrados en el mar, por lo que la fauna de peces arrecifales es única e irremplazable a nivel global.
- La biomasa de peces costeros es muy alta (2.5 toneladas / ha). Esta biomasa es mayor que la de la mayoría de islas del Pacífico Este, e incluso 167% mayor que la del Parque Marino Motu Motiro Hiva (Fig. 32).
- Este es el primer registro de bosques del kelp *Eisenia cookeri* para Chile y esta región del Pacífico, los que se encuentran en un estado excelente. El 60% del fondo en San Ambrosio está ocupado por estos bosques, que proporcionan un hábitat crítico para otros peces e invertebrados.
- Los fondos profundos alrededor de San Félix y San Ambrosio se encuentran en un estado excepcional de conservación, y no observamos señales de impactos humanos.
- Los tiburones de profundidad son muy abundantes en las Desventuradas, en particular el cazón galludo (*Squalus mitsukuri*), observado en todas las inmersiones con el submarino.

- Gran abundancia de langostas. La langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) en San Ambrosio alcanza un peso de casi 8 kg, y una biomasa de 134 kg / ha. También existe una población prístina de langosta enana (*Projasus bahamondei*) entre 290-400 m de profundidad, con una abundancia extraordinaria de 75 individuos / ha.

- Los fondos profundos albergan una rica comunidad de peces, incluyendo al menos 10 especies nuevas para la ciencia.

Sin embargo, la población del lobo fino de Juan Fernández en las Desventuradas se encuentra en estado crítico. Sólo observamos cinco individuos en San Ambrosio. Con la información existente desconocemos si la población de las Desventuradas está en declive, aunque la extremadamente baja abundancia comparada con censos realizados en el pasado sugiere que la situación de la población es crítica. También desconocemos la causa de esta baja abundancia, aunque la caza en el pasado sería la explicación más adecuada.

El jurel chileno

El jurel *Trachurus murphyi* es la tercera pesquería industrial en Chile y representa más del 12% de las capturas nacionales [31]. También representa una importante pesca industrial en la ZEE de las Desventuradas (Fig. 67a). Sin embargo, la zona norte de Chile aporta muy poco a las capturas nacionales de jurel, y la ZEE de las Desventuradas incluso ni figura en las estadísticas nacionales (Fig. 68) [31]. La mayor parte de las capturas de jurel en Chile se realizan hoy en la zona central y sur (Fig. 69). La biomasa de jurel estimada para la zona norte de Chile se encuentra en mínimos históricos (Fig. 70), y no existen datos de estima de biomasa para la ZEE de Desventuradas. De todos modos, es claro que la ZEE de las Desventuradas representa una fracción poco significati-

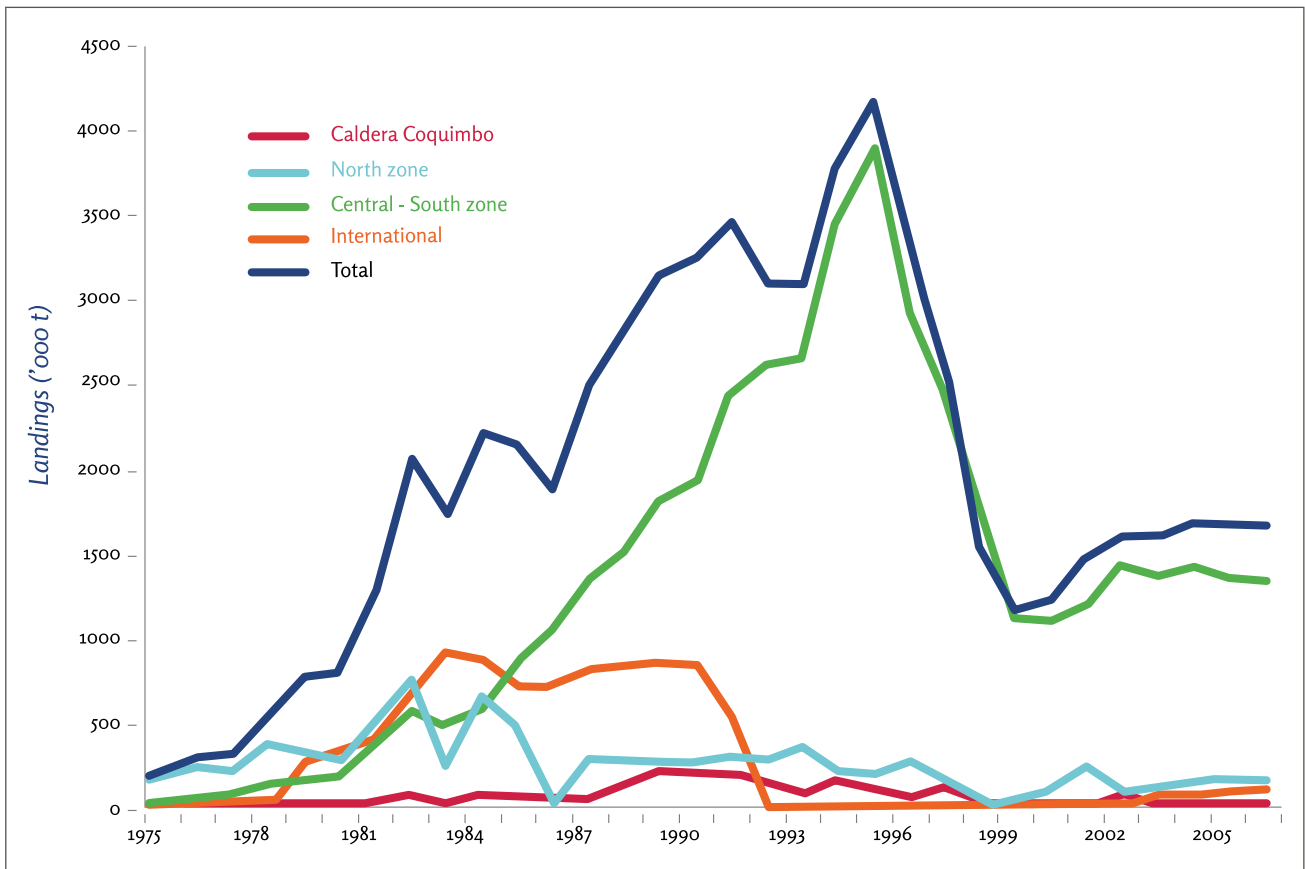


Fig. 68 Capturas del jurel *Trachurus murphyi* en diferentes regiones de Chile entre 1975-2006, en miles de toneladas (fuente: [31]).

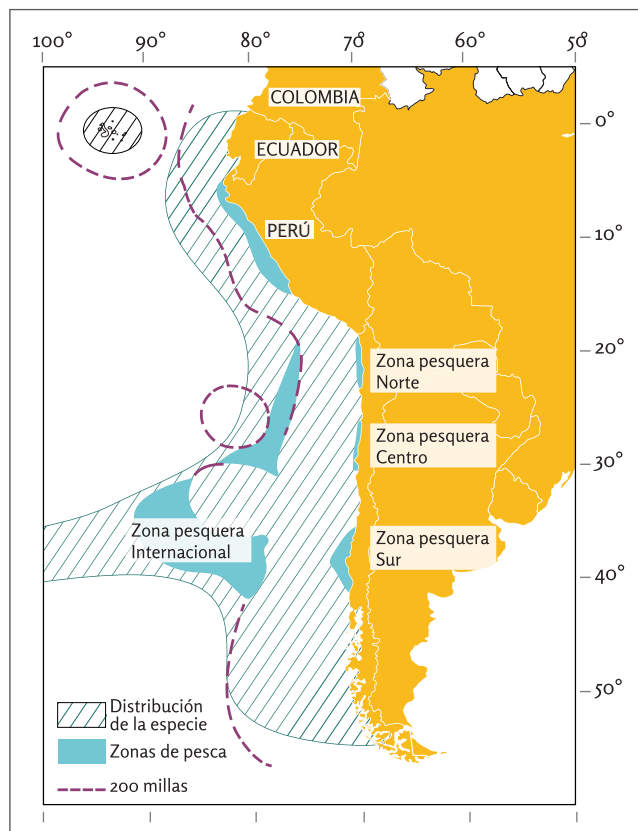


Fig. 69 Distribución espacial de la pesquería del jurel *Trachurus murphyi* en Chile (fuente: [31]).

va de las capturas de jurel en Chile, dado que las zonas donde se concentra la pesca de jurel se encuentran al sur de la ZEE de las Desventuradas (Fig. 71). En cambio, la zona norte de Chile es el área donde se encuentran la mayoría de juveniles de jurel (Fig. 72) [32], y la zona donde se encuentran las dorsales de Nazca y de Salas y Gómez, dentro de la ZEE de las Desventuradas, se considera como la principal zona de reclutamiento del jurel en Chile [33,34]. Nuestras propias observaciones confirman que la ZEE de las Desventuradas es una importante zona de reclutamiento de jurel.

Además de ser importantes para repoblar la pesquería de jurel en el sur de Chile, los juveniles de jurel y otros peces pelágicos son de gran importancia para alimentación de las aves nidificantes en las Desventuradas. Por ejemplo, los piqueros blancos se alimentan de “agujilla” (*Scomberosox saurus stolatus*), clupeidos, peces voladores (*Exocoetidae*) y calamares [18,35].

La langosta

En 1874 se podían pescar langostas abundantemente a 3-4 m de profundidad en el embarcadero de San Félix [16]. Durante nuestra expedición sólo observamos lan-

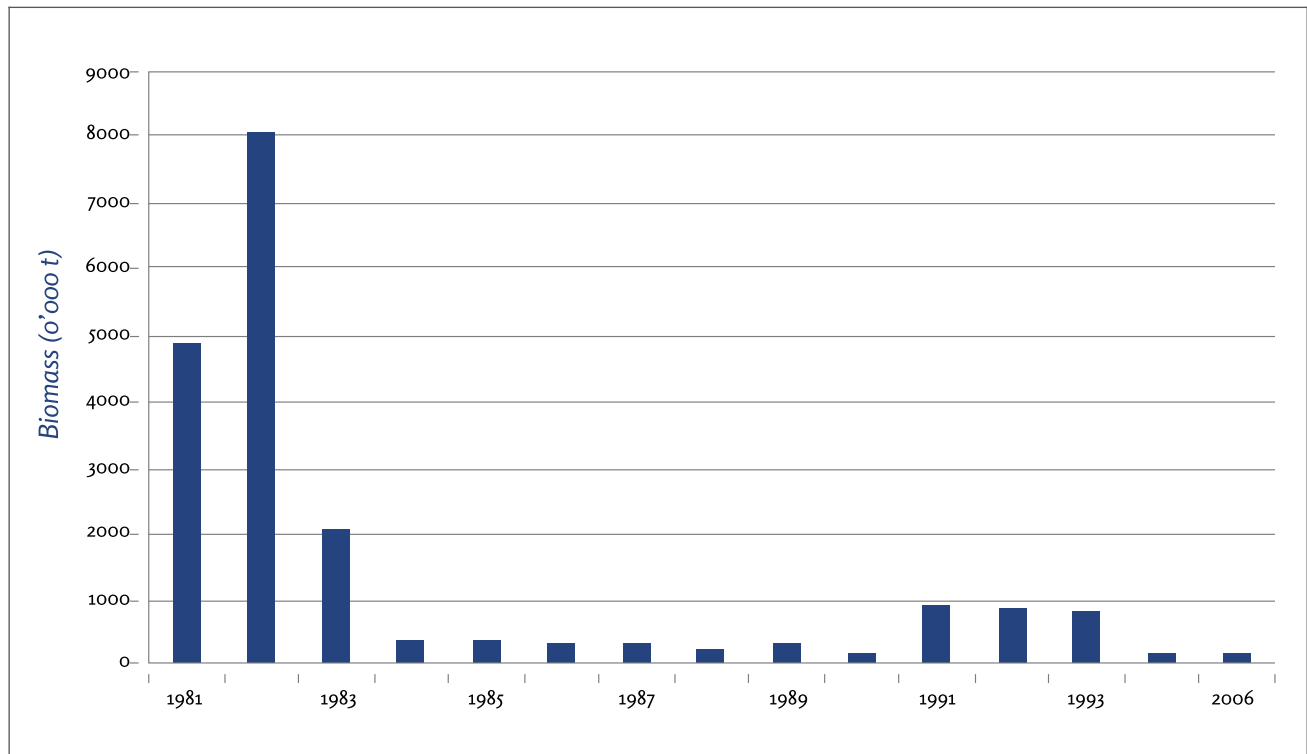
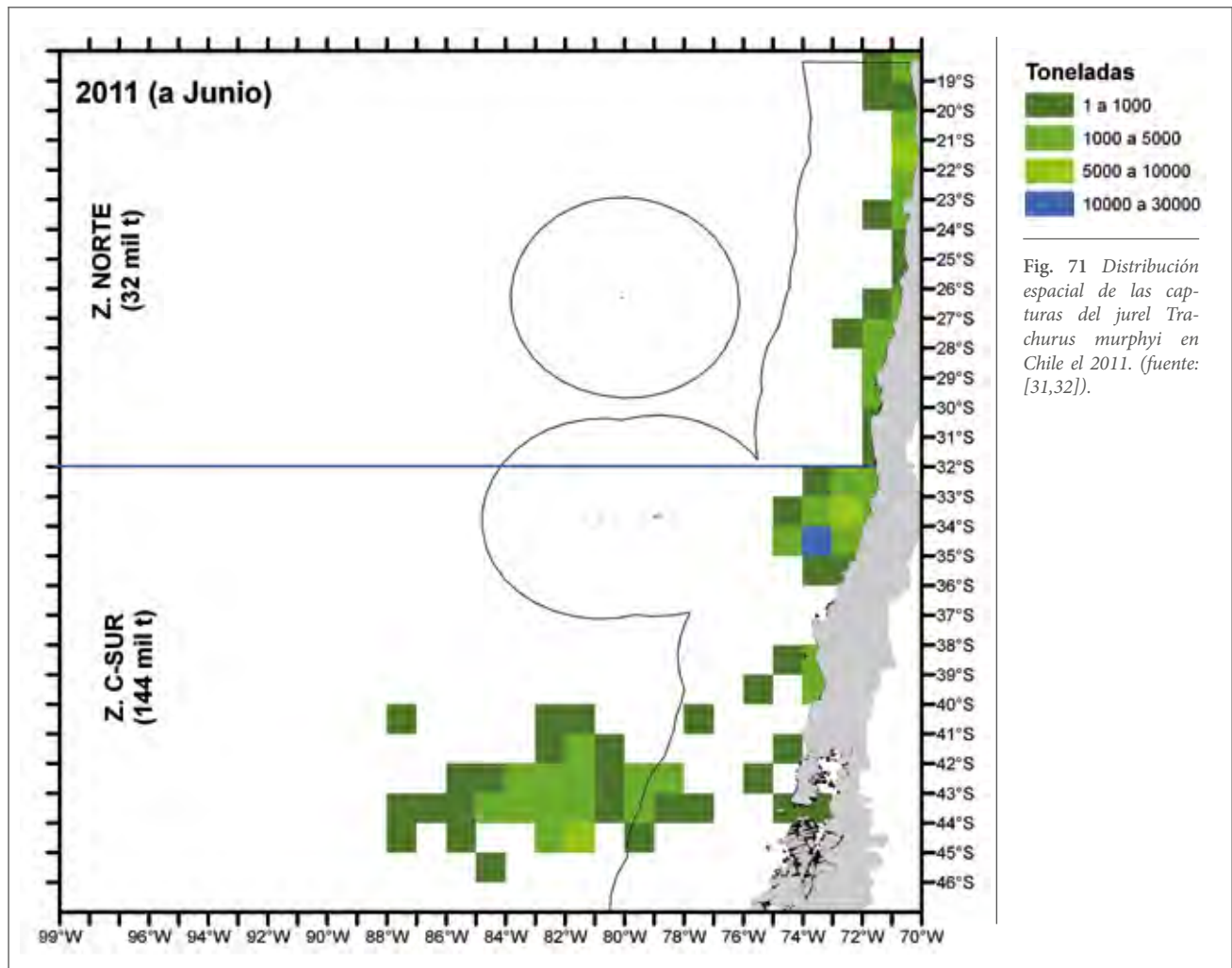


Fig. 70 Biomasa de jurel estimada para la zona norte de Chile entre 1981-2006 (miles de toneladas) (fuente: [31]).



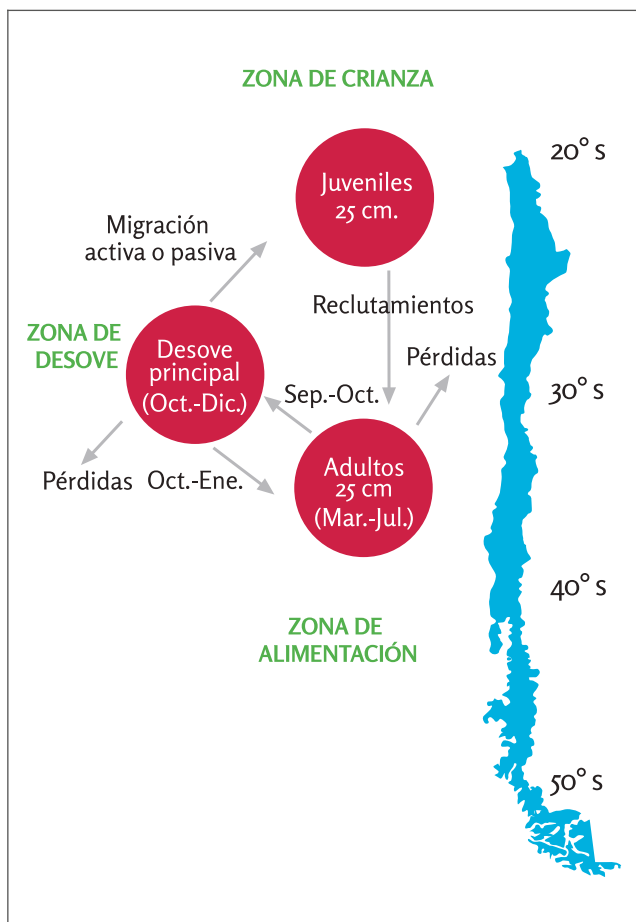


Fig. 72 Esquema de la dinámica espacial de la población del jurel *Trachurus murphyi* en Chile, con la zona de “guardería” y reclutamiento en la zona norte. (fuente: [32]).

gostas juveniles por encima de los 30 m de profundidad, y langostas adultas a partir de los 80 m de profundidad. En otras islas oceánicas la sobrepesca ha eliminado las poblaciones de langostas someras [19]. Pero los adultos de *Jasus frontalis* realizan migraciones en profundidad en verano [36,37] y eso explica por qué los individuos de gran talla no fueron observados en buceo, pero sí con el submarino.

Entre 1952 y 1964 se capturaron una media de 120 toneladas de langosta por año en Juan Fernández, pero la langosta se sobrepescó tras 1964 [38,39]. El declive de la pesquería fue debido a un excesivo aumento del esfuerzo pesquero, ya que una reducción del esfuerzo comportaría un aumento en las capturas por unidad de esfuerzo [30,38]. Sin embargo, en la actualidad la pesca de langosta en Juan Fernández se está recuperando, con una captura anual total de 108 y 84 toneladas los años 2011 y 2012 respectivamente [31]. Esto, sumado a la distancia entre ambos sistemas de islas, probablemente es la causa de que no haya necesidad de desplazarse a las Desventuradas para obtener capturas adicionales de langosta como an-

taño, por lo que la presión pesquera actual sobre la langosta de Juan Fernández en las Desventuradas es muy reducida.

Riesgos actuales

La situación actual donde no existe ninguna medida de protección especial en la ZEE de las Islas San Félix y San Ambrosio presenta los siguientes riesgos:

- Pesca ilegal de arrastre en los montes submarinos en el extremo NW de la ZEE de las Desventuradas (donde se unen las dorsales de Nazca y de Salas y Gómez).
- Pesca legal o ilegal de especies pelágicas (e.g., pez espada) por parte de la flota chilena o extranjeras.
- Explotación futura en la zona de reclutamiento de jureles, lo cual disminuiría la capacidad de repoblación de esas especies de interés pesquero.
- Drástica reducción de la población de lobo fino de Juan Fernández en San Félix y San Ambrosio.

Necesidades de conservación

Los fondos someros de las Desventuradas y los montes submarinos de la ZEE de las Desventuradas cumplen los criterios de las “Áreas Marinas Significativas Ecológica o Biológicamente” (EBSA) en necesidad de protección dentro de la Convención de Diversidad Biológica de las Naciones Unidas. Estos criterios incluyen:

- Tasa de endemismo de especies de peces costeros altísima (véase sección anterior), y de especies profundas muy alta (41% en peces y 46% en invertebrados) [12].
- Importancia como zona de reclutamiento de jureles. La protección de las aguas que rodean las islas contribuiría a la repoblación y productividad de esas especies de interés comercial para Chile. Ninguna de las pesquerías que hoy tienen lugar en esta zona – cuyos volúmenes de captura son bajos – se verían afectadas negativamente por este parque marino. Sólo se redistribuiría el área donde se realiza el esfuerzo pesquero, quedando una amplia zona autorizada para la pesca de especies como el pez espada, atún y jureles, dentro y fuera de la ZEE. De hecho, el parque marino favorecería significativamente el repoblamiento y recuperación de estas especies, incrementando su abundancia en las zonas aledañas a través del efecto rebase o “spill-over”.

- Vulnerabilidad, fragilidad y lenta recuperación. La productividad primaria de la ZEE de las Desventuradas es de las más bajas del Pacífico (Fig. 73). La baja productividad sugiere que las poblaciones de peces son vulnerables a la explotación, ya que su recuperación llevaría largo tiempo. Asimismo, las especies de aguas profundas como corales y esponjas son consideradas vulnerables y frágiles debido a su longevidad, lento crecimiento y baja tasa de reproducción [40].
- Buen estado de conservación. Nuestras observaciones indican un excelente estado de conservación de los fondos someros. Aunque existe evidencia de pesca profunda esporádica por buques rusos y chilenos, en la actualidad la pesca legal autorizada es reducida [10].
- Las Desventuradas podría ser un área de reproducción de ballena azul.

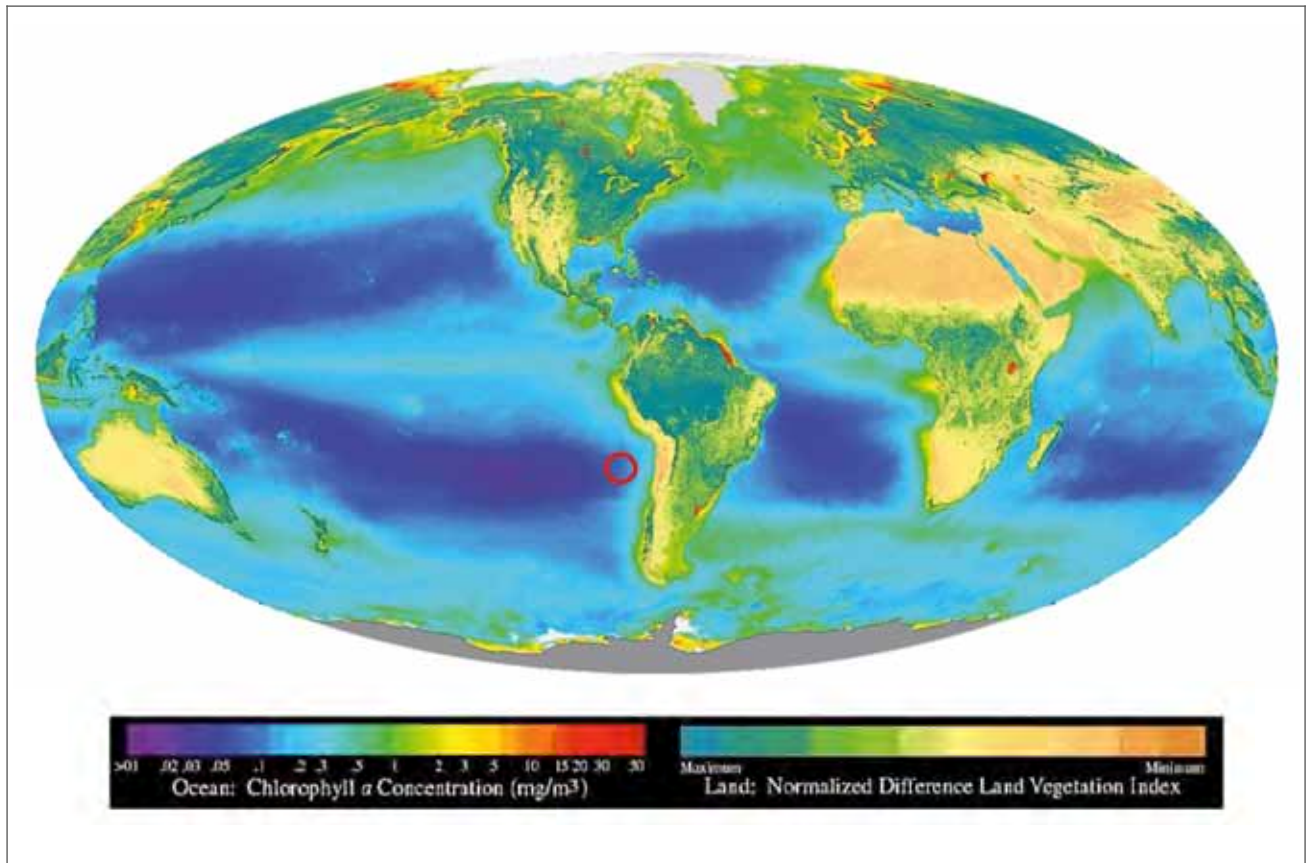


Fig. 73 Mapa de concentración de clorofila en el océano. El círculo rojo señala la región de las Islas Desventuradas, con una concentración relativamente baja pese a encontrarse en una zona de surgencia de agua profunda muy productiva en la costa continental chilena. Fuente: SeaWiFS Project, NASA (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWiFS>)

RECOMENDACIONES: PROPUESTA DE CONSERVACIÓN

1. Creación de un Parque Marino alrededor de las Islas Desventuradas que proteja los fondos arrecifales y montes submarinos prístinos, y fomente la repoblación de especies de interés pesquero.

El valor ecológico de la biodiversidad marina somera y profunda de Desventuradas es extraordinario a nivel global, y los impactos humanos actuales son insignificantes. Un parque marino de 300.000 km² centrado en las Islas de San Félix y San Ambrosio (Fig. 74), fuera de las zonas donde actualmente se realiza pesca artesanal de la langosta, permitiría la protección de un ecosistema único. Asimismo, la protección de los fondos profundos alrededor de las islas permitiría la conservación de recursos pesqueros. Por un lado, la protección de esa zona importante para el reclutamiento de jureles contribuiría a la repoblación de esas especies de gran interés comercial para Chile. Además, la protección aseguraría el futuro de las poblaciones de langosta de Juan Fernández y su pesca sostenible, bajo una regulación adecuada, protegiendo los derechos de los pescadores de langosta que tradicionalmente han operado en las Desventuradas.

2. El Parque Marino de Desventuradas debería convertirse en un lugar de referencia científica.

Los fondos marinos de Desventuradas no han sufrido los impactos de otros lugares explotados por actividades extractivas. Las Islas Desventuradas son uno de los lugares más intactos y puede ser de gran valor como punto de referencia científica, lo cual sería muy importante para la investigación científica nacional.

3. La Armada de Chile como garante de la integridad del Parque Marino de Desventuradas.

La presencia de la base de la Armada de Chile en San Félix es clave para la vigilancia del parque marino, contribuyendo a asegurar la soberanía chilena en las aguas alrededor de las islas (del mismo modo como la Armada es el garante de la seguridad y la protección del Parque Marino Motu Motiro Hiva)

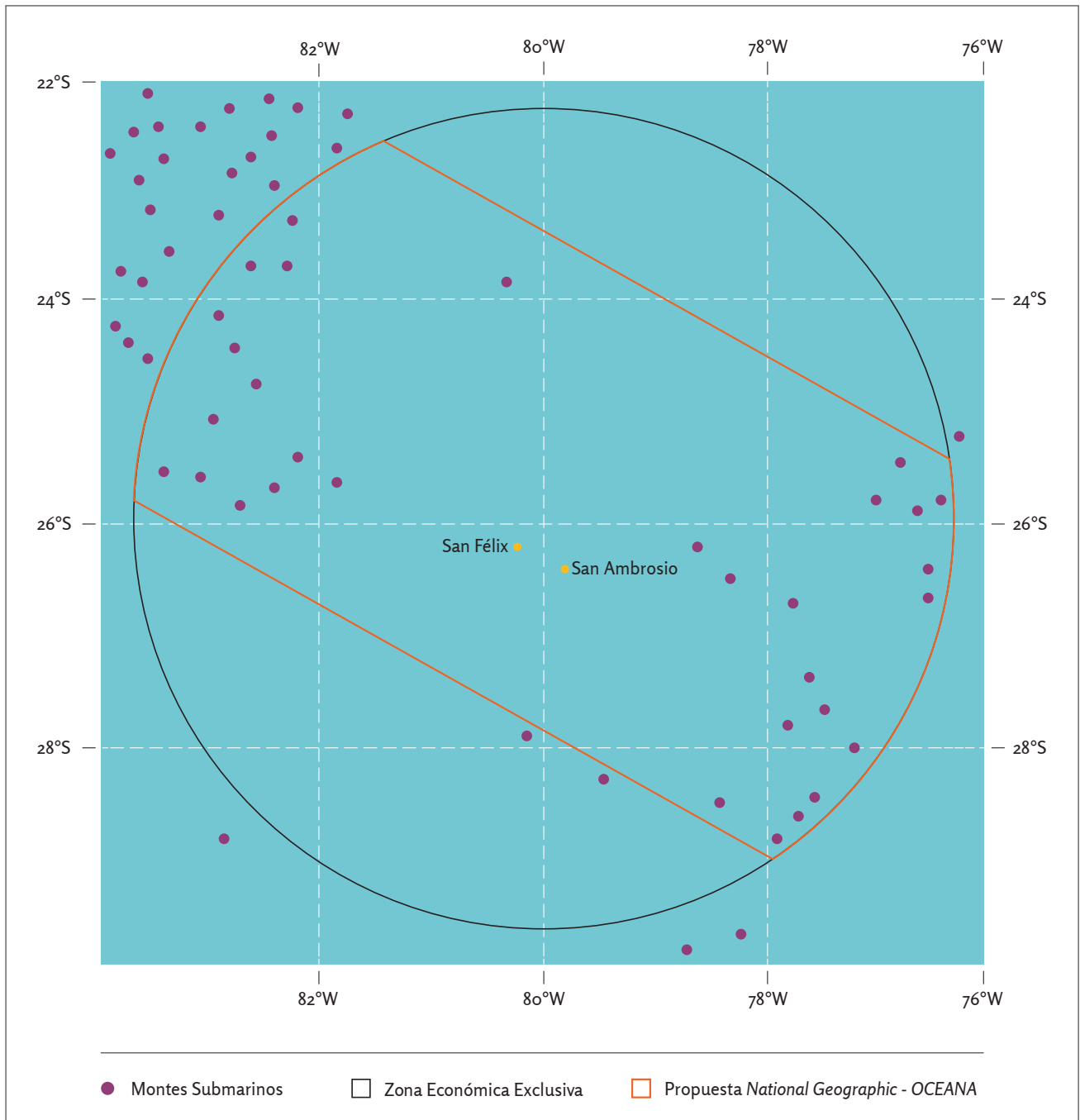


Fig. 74 Propuesta de Parque Marino de las Desventuradas. La línea roja marca los límites del Parque Marino propuesto, cubriendo una superficie de 300.000 km² y la mayoría de los montes submarinos de la ZEE.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Armada de Chile y la Subsecretaría de Pesca por los permisos de investigación, sin los cuales esta expedición no hubiera sido posible. Gracias al Comandante Andrés Rodrigo por los consejos sobre la navegación y la oceanografía de las Islas Desventuradas. Estamos endeudados con Avi Klapfer y toda la tripulación del MV Argo por su extraordinario trabajo antes y durante la expedición. Gracias a William Anderson, Carole Baldwin, John McCosker, y Douglas Long por su ayuda en la identificación de organismos.

La expedición fue financiada por Blancpain, Davidoff Cool Water, National Geographic Society y Oceana.

BIBLIOGRAFÍA

1. Glanvill Corney B (1920) *The Isles of San Felix and San Nabor*. The Geographical Journal 56: 196-200.
2. González-Ferrán O (1987) *Evolución geológica de las Islas Chilenas en el Océano Pacífico*. In: Castilla JC, editor. *Islas Oceánicas Chilenas: Conocimiento científico y necesidades de Investigaciones*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile. pp. 37-54.
3. Bahamonde N (1987) *San Félix y San Ambrosio, las islas llamadas Desventuradas*. In: Castilla JC, editor. *Islas Oceánicas Chilenas: Conocimiento científico y necesidades de Investigaciones*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile. pp. 85-99.
4. Santelices B (1987) *Flora marina bentónica de las Islas Oceánicas Chilenas*. In: Castilla JC, editor. *Islas Oceánicas Chilenas: Conocimiento científico y necesidades de Investigaciones*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile. pp. 101-126.
5. Ramírez ME, Juica C, Mora AM (1993) *Flora marina béntica de las islas San Félix y San Ambrosio*. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 44: 19-25.
6. Sepulveda JI (1987) *Peces de las Islas Oceánicas Chilenas*. In: Castilla JC, editor. *Islas Oceánicas Chilenas: Conocimiento científico y necesidades de Investigaciones*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile. pp. 225-246.
7. Dyer BS, Westneat MW (2010) *Taxonomy and biogeography of the coastal fishes of Juan Fernández Archipelago and Desventuradas Islands, Chile*. Rev Biol Mar Oceanogr 45(S1): 589-617.
8. Meneses I, Hoffmann A (1994) *Contribution to the marine algal flora of San Félix Island, Desventuradas Archipelago, Chile*. Pacific Science 48: 464-474.
9. Mironov AN, Molodtsova TN, Parin NV (2006) *Soviet and Russian studies on seamount biology*. <http://www.isa.org.jm/en/scientific/workshops/2006/Mar06>.
10. Gálvez-Larach M (2009) *Montes submarinos de Nazca y Salas y Gómez: una revisión para el manejo y conservación*. In: Arana P, Perez JAA, Pezzuto PR, editors. "Deep-sea fisheries of Latin America", Lat Am J Aquat Res, 37: 479-500.
11. Cairns SD, Häussermann V, Försterra G (2005) *A review of the Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) of Chile, with the description of two new species*. Zootaxa 1018: 15-46.
12. Parin NV, Mironov AN, Nesis KN (1997) *Biology of the Nazca and Salas y Gómez submarine ridges, an outpost of the Indo-West Pacific fauna in the eastern Pacific ocean: composition and distribution of the fauna, its communities and history*. Adv Mar Biol 32: 145-242.
13. Yáñez E, Silva C, R. Vega, Espíndola F, Álvarez L, et al. (2009) *Seamounts in the southeastern Pacific Ocean and biodiversity on Juan Fernandez seamounts, Chile*. In: Arana P, Perez JAA, Pezzuto PR, editors. "Deep-sea fisheries off Latin America", Lat Am J Aquat Res, 37(3): 555-570. pp. 555-570.
14. Hoffmann AJ, Marticorena C (1987) *La vegetación de las Islas Oceánicas Chilenas*. In: Castilla JC, editor. *Islas Oceánicas Chilenas: Conocimiento científico y necesidades de Investigaciones*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile. pp. 127-166.
15. Kuschel G (1962) *Zur Naturgeschichte der Insel San Ambrosio (Islas Desventuradas, Chile)*. I. Reisebericht, geographische Verhältnisse und Pflanzenverbreitung. Arkiv für Botanik 4(12): 413-419.
16. Vidal Gormaz R (1875) *Exploración de las islas San Felix i San Ambrosio por la Cañonera Covadonga al mando del Capitan Graduado de Fragata Don Ramon Vidal Gormaz*. Imprenta Nacional, Santiago de Chile, 24 pp.
17. Aguirre JE, Johow F, H. Seeger, Johow JC, Rubio M (2005) *Nuevos registros de aves nidificantes en las Islas Desventuradas, Chile Insular*. Boletín Chileno de Ornitología 15: 44-55.
18. Bahamonde N (1974) *El piquero blanco (Sula dactylatra grantii Rothschild) de las Islas Desventuradas*. Museo Nacional de Historia Natural, Chile Serie educativa 6: 3-15.
19. Friedlander AM, Ballesteros E, Beets J, Berkenpas E, Gaymer CF, et al. (2013) *Effects of isolation and fishing on the marine ecosystems of Easter Island and Salas y Gómez, Chile*. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 23: 515-531.

20. Frimodt C (1995) *Multilingual illustrated guide to the world's commercial coldwater fish*. Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, England. 215 p.
21. Osman LP (2007) *Population Status, Distribution and Foraging Ecology of Arctocephalus philippii (Peters 1866) at Juan Fernández Archipelago*. Tesis doctoral, Universidad Austral de Chile.
22. Reeves RR, Stewart BS, Clapham PJ, Powell JA (2002) *Guide to Marine Mammals of the World*. National Audubon Society, NY.
23. Torres D (1987) *Antecedentes sobre el lobo fino de Juan Fernández Arctocephalus philippii y proyecciones para su estudio*. In: Castilla JC, editor. *Islas Oceánicas Chilenas: Conocimiento científico y necesidades de Investigaciones*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile. pp. 287-317.
24. Gilmore R (1971) *Observations on marine mammals and birds off the coast of Southern and Central Chile, early winter (1970)*. *Antarctic Journal of the United States* 6: 10-11.
25. Gorny M, Retamal M (2001) *Análisis de biodiversidad del megabentos en la zona del Archipiélago de Juan Fernández y de las islas San Félix y San Ambrosio mediante un ROV*. Libro de Resúmenes. Taller sobre los resultados del Cruce Cimarrón 6 Islas Oceánicas. Valparaíso, 11-12 septiembre: 123-125.
26. Arana P (1987) *Perspectivas históricas y proyecciones de la actividad pesquera realizada en el Archipiélago de Juan Fernández, Chile*. In: Castilla JC, editor. *Islas Oceánicas Chilenas: Conocimiento científico y necesidades de Investigaciones*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile. pp. 319-353.
27. Dupré E, Guisado C (1996) *Identificación de los primeros estados de phyllosoma de la langosta de Juan Fernández (Jasus frontalis) mantenidos en laboratorio*. *Invest Mar, Valparaíso* 24: 39-50.
28. Froese R, Pauly D (2013) *FishBase*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org.
29. Arana P (2003) *Experiencia chilena en faenas de pesca en aguas profundas y distantes: evolución y perspectivas*. In: E. Yáñez (ed.). *Actividad pesquera y de acuicultura en Chile*. Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, pp. 57-79.
30. Arana PM, Vega R (2000) *Esfuerzo, captura y captura por unidad de esfuerzo en la pesquería de la langosta de Juan Fernández (Jasus frontalis), durante la temporada de pesca 1996-1997*. *Investigaciones Marinas, Valparaíso* 28: 117-133.
31. SERNAPESCA (2012) *Anuario Estadístico 2011*.
32. Arcos D, Cubillos L, Nuñez S (2001) *The jack mackerel fishery and El Niño 1997-1998 effects off Chile*. *Progress in Oceanography* 49, 597-617 49: 597-617.
33. Yáñez E, Silva C, Marabolí J, Gómez F, Silva N, et al. (2004) *Caracterización ecológica y pesquera de la Cordillera de Nazca como área de crianza del pez espada*. Informe Final Proyecto FIP N° 2002-04, Fondo de investigación Pesquera, Chile, 388 pp.
34. Yáñez E, Silva C, Silva N, Ordenes A, Leiva F, et al. (2006) *Caracterización ecológica y pesquera de Cordillera de Nazca como área de crianza del pez espada. Fase II*. Informe Final Proyecto FIP 2004-34, 236 pp.
35. Murphy R (1936) *Oceanic birds of South America*. American Museum of Natural History, Vols 1 and 2, 640 pp.
36. Arana P (1991-92) *Desplazamientos batimétricos en la langosta de Juan Fernández (Jasus frontalis), determinados a través de metodologías de marcaje*. *Cienc. Téc. Mar, CONA*, 15: 49-75.
37. Arana P, Toro C (1985) *Distribución del esfuerzo, rendimientos por trampa y composición de las capturas en la pesquería de la langosta de Juan Fernández (Jasus frontalis)*. En: "Investigaciones marinas en el archipiélago de Juan Fernández", P. Arana (ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 157-185.
38. Eddy TD, Gardner JPA, Pérez-Matus A (2010) *Applying Fishers' Ecological Knowledge to Construct Past and Future Lobster Stocks in the Juan Fernández Archipelago, Chile*. *PLoS ONE* 5: e13670.
39. SERNAPESCA (1998) *Anuario estadístico de pesca 1997*. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Valparaíso, 307 pp.
40. Koslow T (2007) *The silent deep: the discovery, ecology and conservation of the deep sea*. Chicago: The University of Chicago Press. 270 p.
41. Anderson M (2001) *A new method for non-parametric multivariate analysis of variance*. *Austral Ecology* 26: 32-46.
42. Clarke K, Gorley R (2006) *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E, Plymouth.
43. Ludwig JA, Reynolds JF (1988) *Statistical Ecology*. Hoboken, NY: John Wiley.
44. Levring T (1942) *Einige Meeresalgen von den Inseln San Ambrosio und San Felix*. *Botanica Notiser* 1942: 60-62.
45. Huckle-Gaete, R. & Mate, B. 2005. *Feeding season movements and fall migration to wintering areas for Chilean blue whales*. In 16th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, pp. 12-16. San Diego, California.
46. Huckle-Gaete, R. 2004. *Distribución, preferencia de hábitat y dinámica espacial de la ballena azul en Chile: 1997-2004*. Tesis Doctoral. Escuela de Graduados, Universidad Austral de Chile.

EQUIPO DE LA EXPEDICIÓN

~Enric Ballesteros Algas

~Eric Berkenpas Imagen remota

~Shmulik Blum Piloto de submarino

~Jennifer Caselle Peces

~Felipe Chacón Piloto de submarino

~Alan Friedlander Peces

~Carlos Gaymer Invertebrados

~Neil Gelinas Productor y director de cinematografía

~Matthias Gorny Fauna profunda

~Avi Klapfer Piloto de submarino

~Nathan Lefevre Ayudante de cinematografía submarina

~Dave McAloney Oficial de buceo

~Alex Muñoz Co-líder de la expedición, legislación

~Enric Sala Co-líder de la expedición, fotografía submarina

~Manu San Félix Cinematografía submarina

~Eduardo Sorensen Fotografía submarina

~Eli Tamime Piloto de submarino

~Lucas Zañartu Cinematografía

MÉTODOS

Estaciones de muestreo – Las estaciones de muestreo en San Ambrosio se seleccionaron con la intención de cubrir todas las situaciones de exposición al oleaje, hábitats y condiciones oceanográficas (Fig 1). En cada estación de muestreo se realizaron prospecciones a 10 y 20 metros de profundidad, muestreando un total de 19 estaciones, lo cual proporciona un total de 38 prospecciones. El viento y el oleaje prevalentes en San Ambrosio provienen del sudeste, lo cual determina la existencia de condiciones ambientales muy distintas entre las costas situadas en el norte (protegidas) y el sur (expuestas) de la isla. También se realizaron inspecciones visuales en la zona intermareal en distintos lugares de la isla.

Comunidades bentónicas – Se muestrearon diez transectos de 10 metros de longitud por estación, paralelos a la línea de costa, cinco de ellos a 10 metros y cinco a 20 metros. Para cada estación se realizó una descripción general del perfil batimétrico, las comunidades bentónicas presentes y sus límites de profundidad correspondientes, así como el tipo de substrato dominante, dibujando con todo ello un esquema gráfico para cada estación (Apéndice I). Para cuantificar las algas y los invertebrados sésiles se utilizó la metodología del transecto por puntos, anotando la especie encontrada a intervalos de 20 cm a lo largo del transecto marcado. La abundancia de invertebrados vágiles se estimó contando los individuos presentes en 5 cuadrados de 50x50 cm situados al azar a lo largo de cada transecto de 10 metros de longitud. Para cada cuadrado también se estimó el substrato dominante (arena, grava, piedras, bloques y roca continua).

Peces – Se contaron y estimaron las tallas de todos los peces que se hallaban a lo largo de 3 transectos de 25 metros de longitud para cada una de las profundidades escogidas (10 y 20 metros) dentro de una estación, utilizando buceo autónomo. El transecto se recorría dos veces, en ambos sentidos. La anchura del transecto dependía del sentido. A la “ida”, mientras se soltaba el cabo del transecto, la anchura era de 4 metros y se estimaban las tallas de los peces que se hallaban formando bancos en la columna de agua (por ejemplo, *Scorpius chilensis*, *Chromis meridian*, *Pseudocaranx chilensis*, *Caprodon longimanus*, *Callanthias platei*) (área prospectada de 100 m²). A la “vuelta”, mientras se recogía el cabo del transecto, se cuantificaban los peces habitualmente situados cerca del fondo y poco móviles (por ejemplo, todos los lábridos, *Scartichthys variolatus*, *Amphichaetodon melbae*, *Hypoplectrodes semicinctum*). En este caso la anchura era de 2 metros (área prospectada de 50 m²). Los buceadores procuraban no contar de nuevo los individuos que cruzaban el área prospectada viniendo de detrás del buceador para no contar repetidas veces los individuos de aquellas especies que acostumbran a seguir a los buceadores.

Los peces se identificaron a nivel de especie o con la mayor precisión taxonómica posible [7]. La longitud de los peces se estimó en centímetros. La biomasa se obtuvo a partir de la longitud total. La densidad numérica (abundancia) de los peces se expresa en número de individuos por m², mientras que la densidad de biomasa se expresa en toneladas por hectárea. La biomasa de cada individuo

se obtuvo mediante la conversión alométrica talla-peso: $W = aTL^b$, donde los parámetros a y b son constantes para cada especie, TL es la longitud total en cm, y W es el peso en gramos. Los parámetros a y b se obtuvieron a partir de FishBase [28] y de otras publicaciones. El producto de los pesos individuales y las densidades se utilizó para calcular la densidad de biomasa para cada especie. Los peces se categorizaron en cinco grupos tróficos (piscívoros, herbívoros, carnívoros bentónicos, carnívoros bentónicos/piscívoros, y planctívoros).

Análisis estadísticos – Los factores determinantes de la comunidad bentónica se investigaron a partir de un análisis de la varianza multidimensional basado en permutaciones (PERMANOVA, [41]). Los datos de recubrimiento bentónico fueron transformados con las funciones arco-seno y raíz cuadrada para reducir la influencia de las especies con mayor abundancia. La abundancia numérica de los invertebrados ágiles se transformó con la función raíz cuadrada. Los factores considerados en el PERMANOVA fueron la profundidad, la exposición al oleaje y la interacción entre ambos. La interpretación de los resultados del PERMANOVA fue complementada utilizando el análisis de similitud por porcentajes (SIMPER) para las especies responsables de los patrones encontrados [42]. La profundidad y la interacción resultaron no ser significativos y, por lo tanto, tests t de Student se utilizaron para comparar la abundancia de taxones individuales entre exposiciones al oleaje. Las diferencias existentes entre las

comunidades bentónicas se visualizaron utilizando los análisis denominados “non metrical multidimensional scaling” (NMDS) y “Pearson product moment vectors”.

La riqueza en especies de peces corresponde al número total de especies observadas en cada estación de muestreo. La diversidad específica se calculó mediante el índice de Shannon & Weaver [43]: $H' = -\sum_{i=1}^s (p_i \ln p_i)$, donde p_i es la proporción de todos los individuos contados que pertenecen a la especie “ i ”. Las comparaciones entre las características de la comunidad de peces entre profundidades y exposición al oleaje se testó utilizando un análisis de la varianza de dos factores (ANOVA). Todas las características de las comunidades de peces se transformaron mediante la función $\ln(x)$ como paso previo a los análisis estadísticos para cumplir las asunciones de normalidad y homogeneidad de varianzas. La normalidad se testó mediante un test W de Shapiro-Wilk ($P = 0,05$) y la homogeneidad de varianzas mediante un test de Bartlett ($P = 0,05$). No se encontraron diferencias en las estimas de las características de las comunidades de peces (riqueza específica, abundancia numérica, biomasa, diversidad) entre observadores (todas las comparaciones, $p > 0,05$). La comparación entre las características de las comunidades de peces en exposiciones al oleaje se compararon mediante el test de diferencias significativamente honestas (HSD) de Tukey-Kramer para análisis de la varianza (ANOVA) ($\alpha = 0,05$).

APÉNDICES

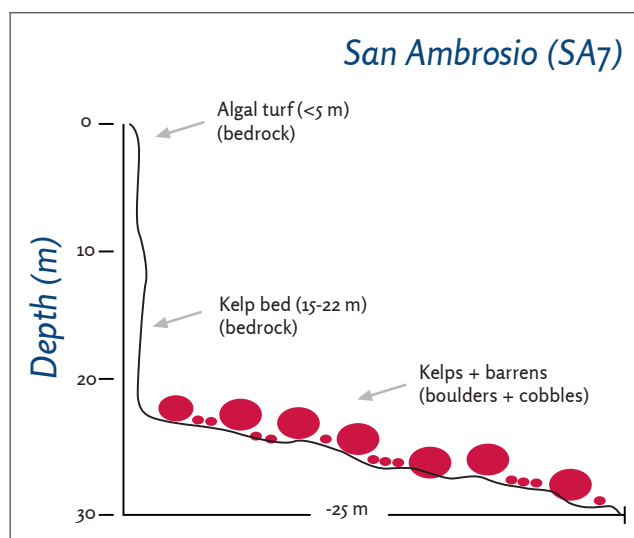
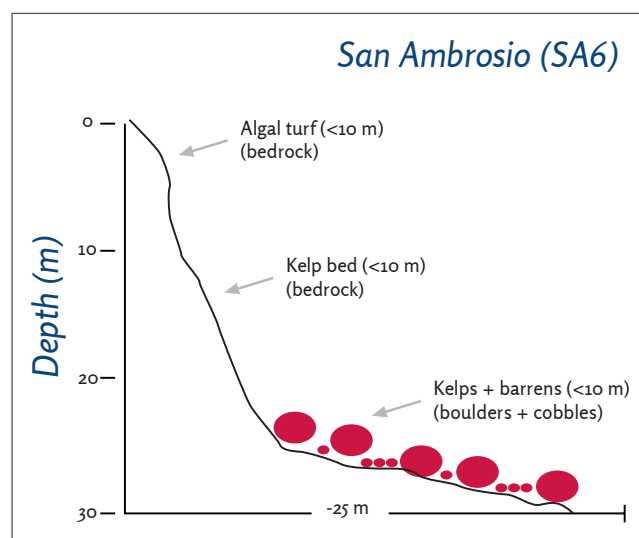
Apéndice 1. Visitas históricas a las Islas Desventuradas (Dalrymple 1874, Vidal Gormaz 1875)

- 1554 – Juan Fernández las descubre
- 1574 – Pedro Sarmiento de Gamboa pone nombre a las Islas Desventuradas.
- 1687 – El capitán Davis parece haber visto la Isla San Félix, aunque no se puede confirmar.
- 1789 – El buque San Pablo de 30 cañones, al mando del alférez de fragata Antonio Casulo, visitó San Félix y se nombró como González al islote al SE de la isla.
- 1791 – Mr. Ellis visitó las islas, aparentemente para la caza de lobo marino.
- 1793 – El capitán Santiago Colnett, de la marina real inglesa, andando a la pesca del cachalote, abordó y describió las Islas Desventuradas. Halló gran cantidad de huevos de aves marinas, y restos de lobos marinos.
- 1832 – La fragata Venus, al mando del almirante francés De-Petit Thouars, reconoció a San Félix y fijó sus coordenadas geográficas.
- 1841 – La goleta chilena Colocolo, al mando del capitán Leoncio Señoret, visitó San Félix para reconocer la posible existencia de un depósito de mercaderías de contrabando. No encontraron ningún depósito de contrabando ni de guano.
- Durante los siglos XVIII y XIX muchas otras embarcaciones visitaron las islas, principalmente para cazar lobos marinos y explotar los pequeños depósitos de guano.
- 1850 – El buque SMB Portland, al mando del teniente Parkin, exploró San Ambrosio, no encontrado guano en su cumbre.
- 1861 – La barca Juana Sánchez, al mando del capitán Heraclio Martínez, arribó a San Félix y desembarcaron en la playa de la punta NE de la isla.
- 1865 – El vapor Antonio Varas fondeó en San Félix y dió carbón a las fragatas de guerra peruanas Apurimac y Amazonas.
- 1868 – La tripulación de la corbeta de guerra Chacabuco, al mando del capitán Enrique Simpson, desembarcó en San Félix, colectando ejemplares de plantas.
- 1870 – El vapor de guerra Abtao cruzó entra San Félix y San Ambrosio, realizando sondeos.
- 1871 – La cañonera francesa Vaudreuil visitó las islas.
- 1873 – El buque Atalante visitó San Ambrosio y fijó las coordenadas para la cumbre de la isla.
- 1874 – La cañonera Covadonga, al mando del capitán graduado de fragata Ramón Vidal Gormaz exploró las Desventuradas, realizando la primera cartografía exhaustiva de las islas y fondos circundantes.
- 1882 – El buque Albert visita las islas, y su médico, el Dr. Coppinger, realiza colectas botánicas.
- 1896 – El buque Presidente Pinto arriba a las Desventuradas y se colectan muestras botánicas.
- 1966 - Campaña oceanográfica del buque Anton Bruun.

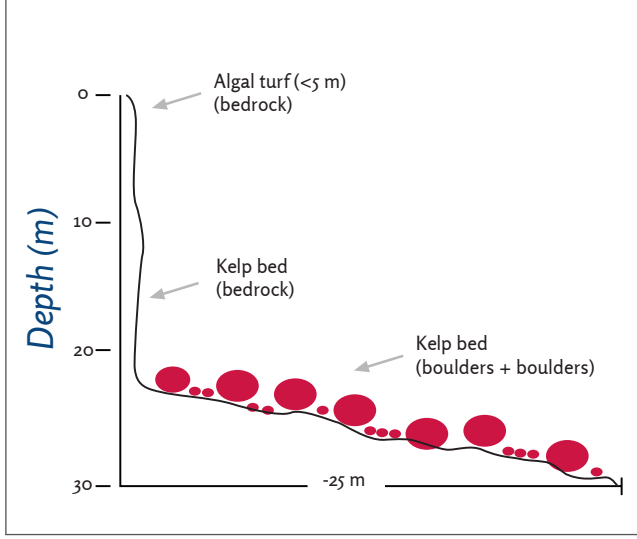
Apéndice 2. Aves nidificantes en las Islas Desventuradas (Aguirre et al. 2009).

Nombre común	Nombre científico	San Félix	San Ambrosio	Isote Gonzalo	Mar adyacente
Albatros de ceja negra	<i>Thalassarche melanophris</i>				X
Albatros de Salvin	<i>T. salvini</i>				X
Petrel gigante antártico	<i>Macronectes giganteus</i>				X
Petrel moteado	<i>Daption capense</i>				X
Fardela blanca de Mas a Tierra	<i>Pterodroma defilippiana</i>	N	N		X
Fardela Negra de Juan Fernández	<i>P. neglecta</i>	N	N		X
Fardela blanca de Juan Fernández	<i>P. externa</i>				X
Fardela de dorso gris	<i>Puffinus bulleri</i>				X
Golondrina de mar de vientre blanco	<i>Fregetta grallaria</i>	N	N		X
Piquero blanco	<i>Sula dactylatra</i>	N	N	N	X
Piquero de patas azules	<i>S. nebouxii</i>	N			X
Ave del trópico de cola roja	<i>Phaeton rubricauda</i>		N		X
Ave del trópico de cola blanca	<i>P. lepturus</i>	N			X
Ave fragata grande	<i>Fregata minor</i>			?	X
Garza boyera	<i>Bubulcus ibis</i>	X			
Cernícalo	<i>Falco sparverius</i>	X	N		
Queltehue	<i>Vanellus chilensis</i>	X	X		
Salteador polar	<i>Stercorarius maccormicki</i>				X
Gaviota de las Galápagos	<i>Creagus furcatus</i>				X
Gaviotín apizarrado	<i>Onychoprion fuscatus</i>		N		X
Gaviotín de San Félix	<i>Anous stolidus</i>		N		X
Gaviotín de San Ambrosio	<i>Procelsterna cerulea</i>	X		N	X

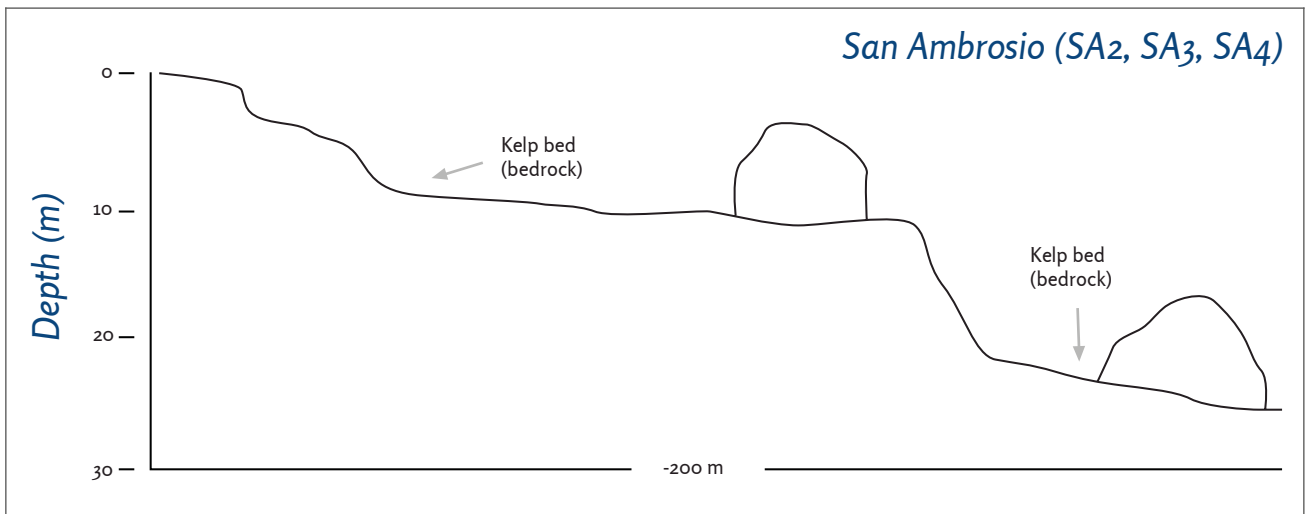
Apéndice 3. Perfiles de profundidad de las estaciones de muestreo en la Isla San Ambrosio



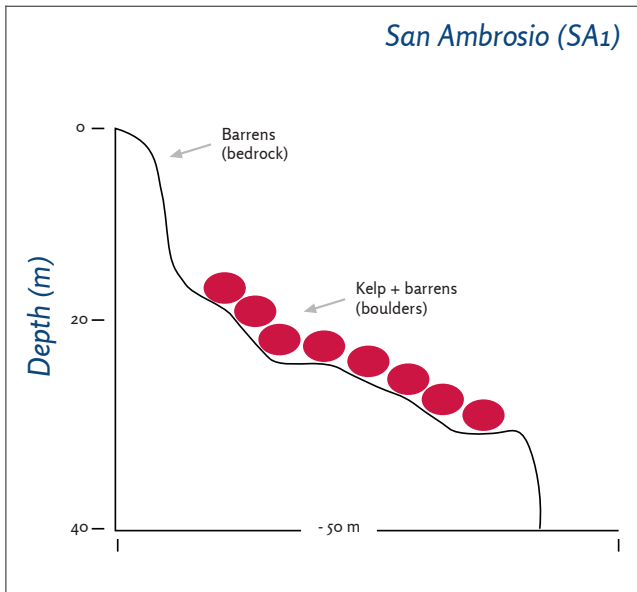
San Ambrosio (SA8)



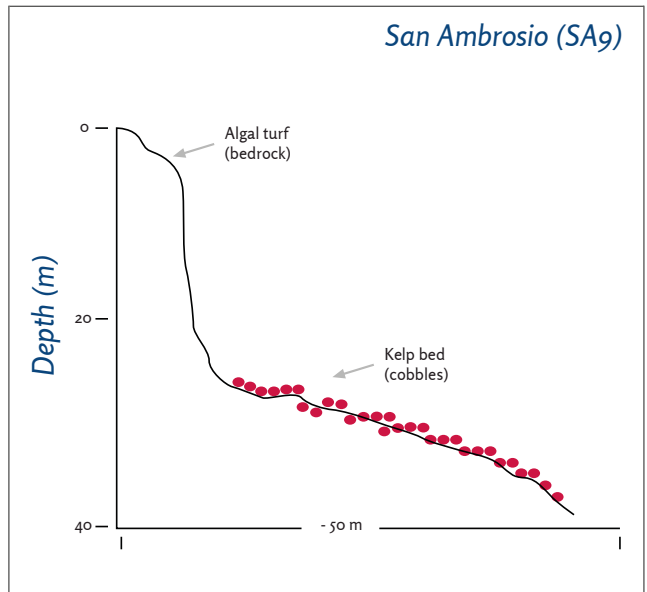
San Ambrosio (SA2, SA3, SA4)

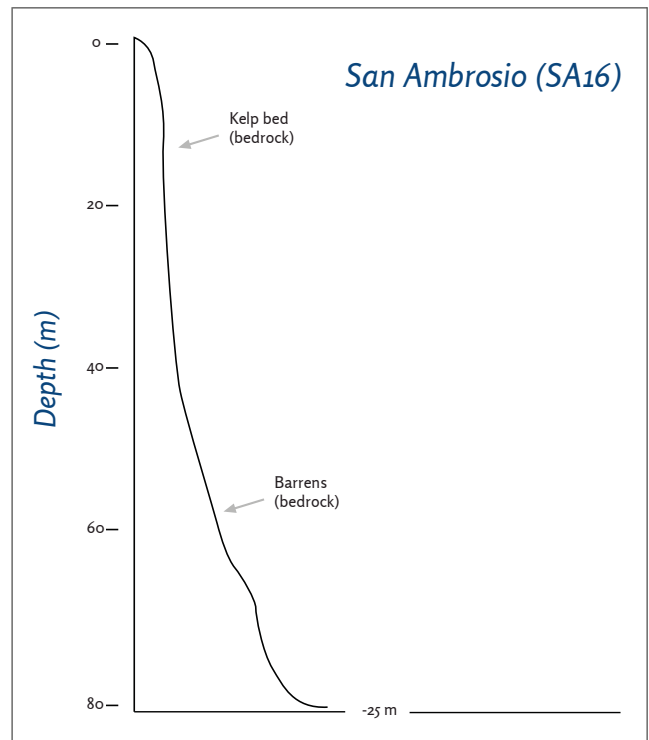
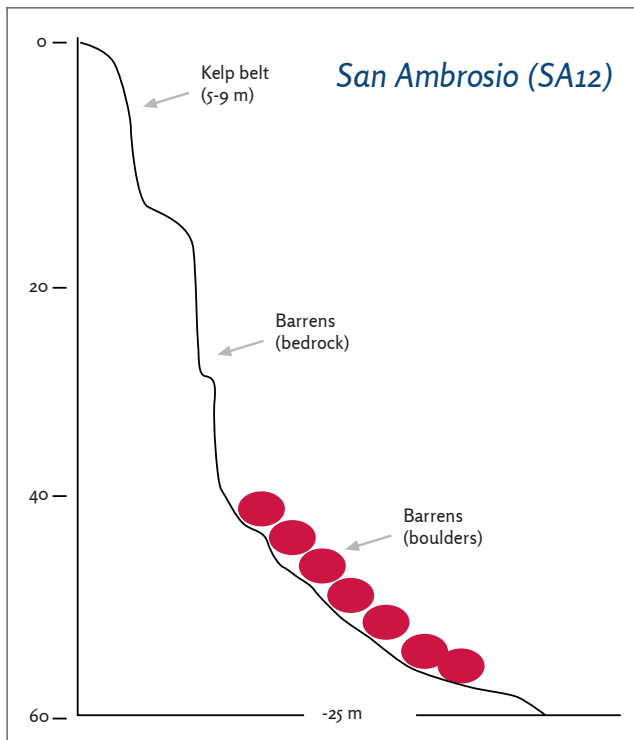
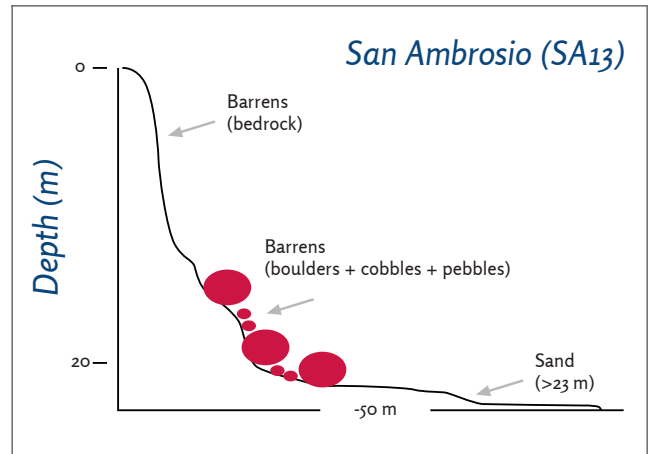
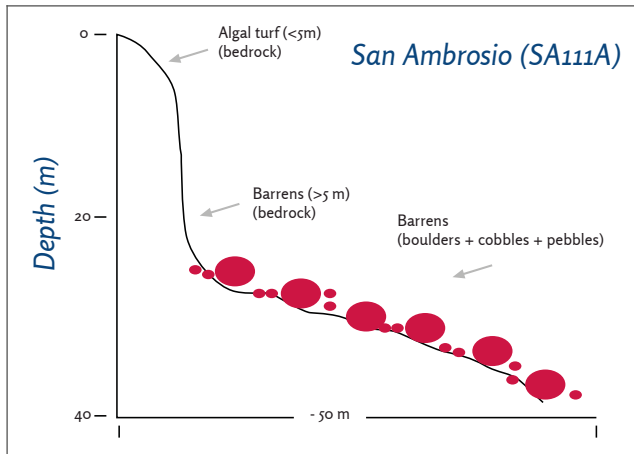
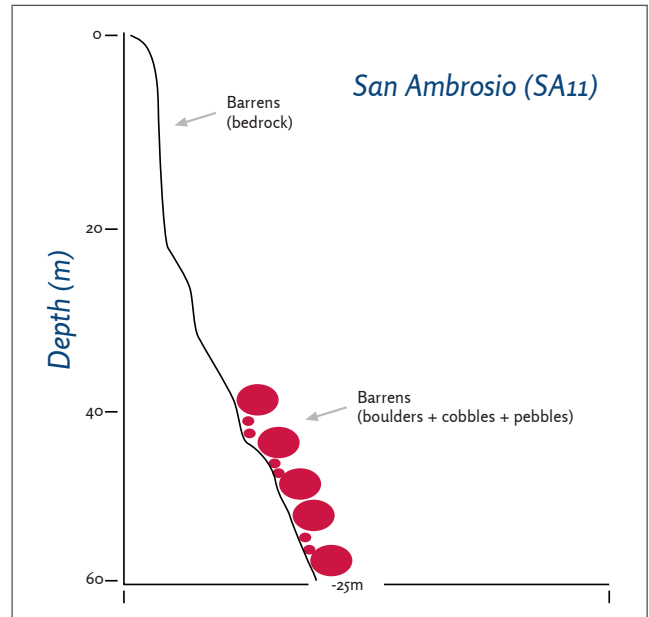
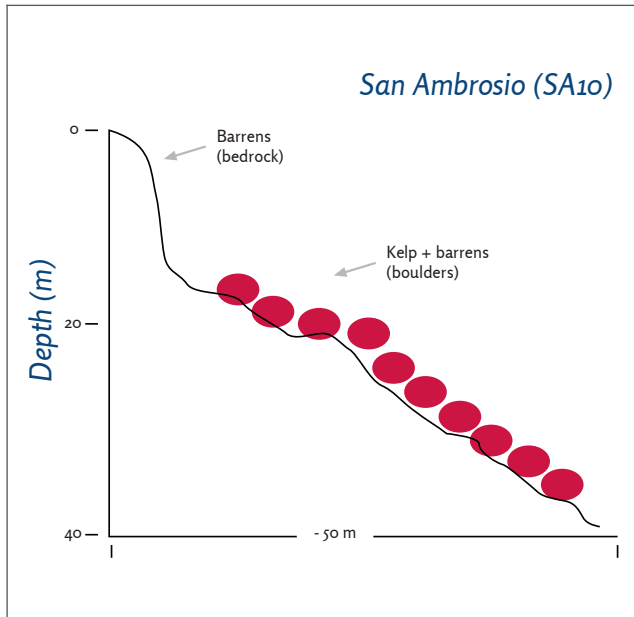


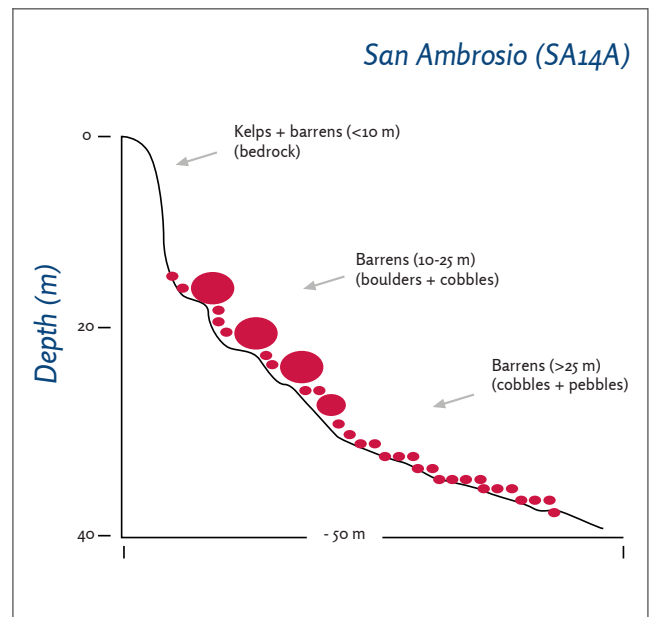
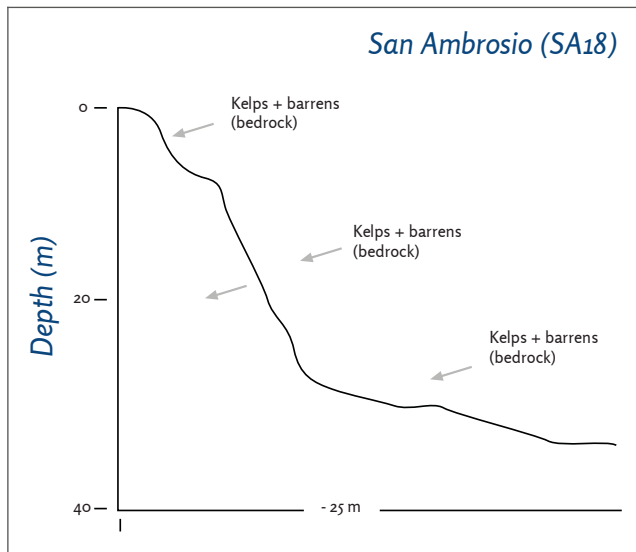
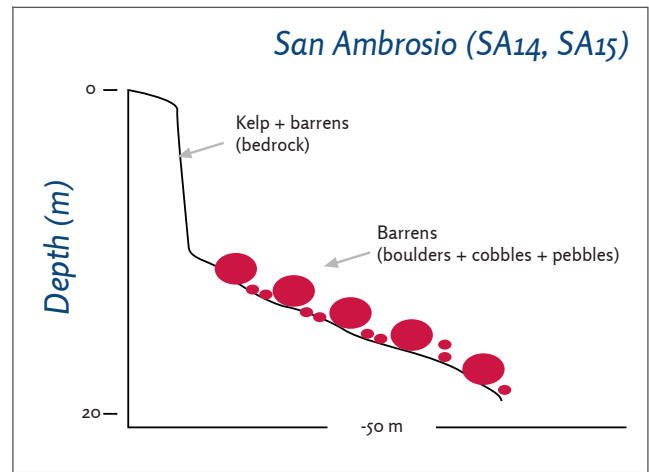
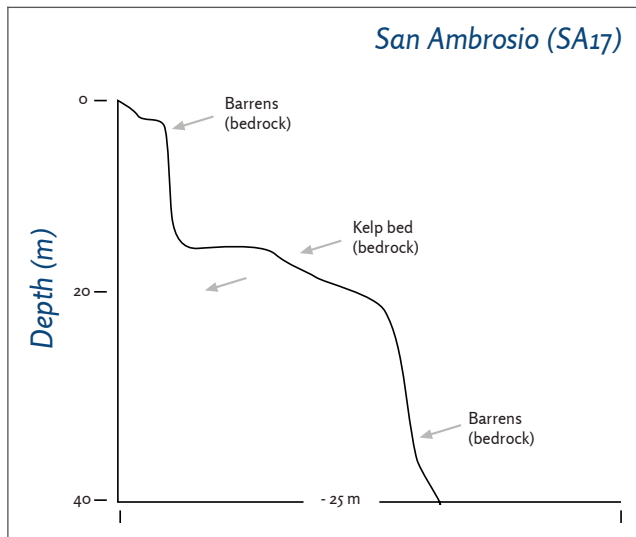
San Ambrosio (SA1)



San Ambrosio (SA9)







Apéndice 4. Relación preliminar de la flora macroalgal y de las comunidades de macroalgas en la isla de San Ambrosio (Desventuradas)

Las algas de las Desventuradas han sido escasamente estudiadas y son, por lo tanto, poco conocidas. Hasta ahora las únicas citas corresponden a Levring [44], Etcheverry [5], Ramírez et al. [5] y Meneses & Hoffmann [8], las cuales suman un total de 32 especies distintas.

En esta expedición la recolección de algas se ha efectuado principalmente en inmersión con escafandra autónoma en las 19 estaciones de muestreo visitadas situadas alrededor de la isla de San Ambrosio. El muestreo de la zona intermareal se ha limitado únicamente a las estaciones M11A y M16 puesto que el fuerte oleaje normalmente impedía la recolección en esta zona. Las muestras de la zona intermareal se recogieron sin ninguna metodología concreta, tratando de recolectar la mayoría de ejemplares posibles en los distintos microhábitats existentes. En las estaciones restantes, se efectuaron cinco transectos de

10 metros cada uno, tanto a 10 como a 20 metros de profundidad. El buceador anotaba las especies presentes a lo largo del transecto y recogía ejemplares de las especies no observadas en las inmersiones precedentes. También se realizaron muestreos ocasionales por encima de los 10 metros y hasta los 35 metros de profundidad. Las inmersiones profundas realizadas con el submarino DeepSee de UnderSea Hunter abarcaron entre 50 y 400 metros de profundidad en la vertiente septentrional de San Ambrosio y, aunque no se recogieron muestras, se anotaba la presencia de especies de algas durante las inmersiones.

El número total de especies de macroalgas recolectadas durante la expedición asciende a 49, e incluyen 6 algas verdes, 12 algas pardas y 31 algas rojas. No obstante, únicamente se han identificado a nivel específico 11 táxones puesto que la correcta identificación de muchas de las especies requiere de un estudio sistemático metódico y numerosas veces del criterio de un especialista o de estudios genéticos. Todavía no sabemos si hay alguna especie nueva, no descrita por la ciencia, en nuestras recolecciones. A la espera de una identi-

ficación precisa de todos los especímenes recolectados, aquí presentamos unas conclusiones preliminares en base a los datos actuales.

Los ambientes intermareales están dominados por algas rojas que crecen como céspedes, pertenecientes a los géneros *Laurencia*, *Gelidium*, *Jania*, *Halitilon*, *Dictyota* y otros. *Chaetomorpha firma* y *Asparagopsis armata* son también comunes.

Sin duda, la especie de macroalga más abundante en la isla es una coralina incrustante no identificada que recubre ampliamente el substrato en áreas fuertemente ramoneadas por el erizo *Aspidodiadema microtuberculatum*. Esta alga roja incrustante recubre no solo los fondos de roca continua sino que también está presente en elevada abundancia sobre los bloques rocosos y el cascajo. Las áreas con una gran densidad de erizos están desprovistas de una cobertura significativa de macroalgas erectas, las cuales se desarrollan únicamente en pequeñas grietas, allí donde las algas están fuera del alcance de los erizos. Entre las especies que recolectamos en este microhábitat cabe citar una *Peyssonnelia* no incrustante, *Lobophora variegata?*, pequeñas *Dictyota* sp. y algunas algas rojas filamentosas. La comunidad dominada por algas coralinales incrustantes y el erizo *Aspidodiadema microtuberculatum* es la más común en los fondos rocosos someros de San Ambrosio y se extiende entre los 4-5 metros de profundidad hasta algo más de 100 metros. El límite inferior donde hemos observado algas coralinales incrustantes en las inmersiones con el submarino ha sido alrededor de los 130 metros. Por debajo de esta profundidad los fondos rocosos estaban desprovistos de cualquier organismo fotosintético macroscópico.

La otra comunidad ampliamente presente y extendida en la zona submareal de San Ambrosio es la dominada por la gran alga parda *Eisenia cookerii*, la cual recubre grandes áreas entre los 3 y los 30 metros de profundidad. Una tercera parte de los fondos rocosos situados a esta profundidad en la isla están recubiertos por bosques de esta especie, siendo más abundantes en zonas someras (35% de recubrimiento a 10 metros de profundidad) que en zonas más profundas (31% a 20 metros). El movimiento continuo de las frondes de *Eisenia* a causa del oleaje impide la entrada de los erizos y el consiguiente ramoneo por parte de estos, lo cual favorece el crecimiento de otras algas en el substrato y aumenta la diversidad de estos bosques. Las especies más abundantes en el substrato son las algas coralinales (principalmente una especie no identificada perteneciente probablemente al género *Mesophyllum*), *Hildenbrandia* sp., *Verdigellas?* sp., *Halitilon roseum*, *Glossophora kunthii*, *Dictyota phlyctaenodes* y diversas algas rojas no identificadas.

Un tercer tipo de comunidad se desarrolla en la zona submareal más somera, en lugares donde el oleaje es demasiado fuerte para los erizos y para el desarrollo óptimo de *Eisenia*. Estas áreas muestran poblamientos muy ricos en pequeñas especies de algas, muchas de ellas presentes también en la zona intermareal, pero también hay algunas que están restringidas a estos ambientes, como *Padina* spp. y ejemplares juveniles de *Eisenia*, ambas en ambientes con mucha luz. En cambio, en los lugares menos iluminados de las paredes muy inclinadas y orientadas hacia el sudoeste la dominancia corresponde a las algas rojas.

Es difícil realizar un análisis biogeográfico de la flora de macroalgas de San Ambrosio con la información disponible aunque podemos ofrecer algunas conclusiones preliminares. Muchas de las algas recolectadas poseen una distribución ligada al Pacífico templado (por ejemplo, *Halitilon roseum*, *Chaetomorpha firma*) o son subcosmopolitas (como *Colpomenia sinuosa*), sin ninguna especie exclusiva de las zonas tropicales. No obstante, hay algunas especies de distribución subtropical y tropical como *Botryocladia* cf. *skottsbergii*, *Dasya* cf. *villosa* y *Lobophora variegata?*, las cuales están presentes también en la parte sudoriental del Pacífico a una latitud similar (Pitcairn, Isla de Pascua, Salas y Gómez; datos personales de los autores). Hay un elevado número de especies comunes con las islas del archipiélago de Juan Fernández (por ejemplo *Padina fernandeziana*, *Dictyota phlyctaenodes*, *Glossophora kunthii*). Hay también algunas especies como *Eisenia cookeri* cuya distribución incluye las costas continentales de Sudamérica central y occidental así como las Desventuradas, pero sin alcanzar el archipiélago de Juan Fernández. Hay una especie de alga introducida, *Asparagopsis armata*, de origen australiano y con una distribución de afinidades templadas. Levring [44] describió una especie de las islas Desventuradas que ha sido considerada hasta el momento endémica de estas islas: *Padina tristromatica*. En nuestra opinión son necesarios nuevos estudios morfológicos y genéticos para validar esta especie puesto que muchos ejemplares son indistinguibles de *Padina fernandeziana* en el campo.

A la espera de futuros estudios de los ejemplares recolectados en el laboratorio, nuestras conclusiones preliminares sobre el origen y distribución de la flora de San Ambrosio coincide con la dada por Meneses & Hoffmann [8]. La flora marina de San Ambrosio muestra grandes diferencias con la flora principalmente tropical y subtropical de las vecinas Isla de Pascua y Salas y Gómez ([4]; observaciones personales de los autores). Por el contrario es muy afín a la del archipiélago de Juan Fernández y a las costas sudamericanas centrales, de origen templado. Estas observaciones parecen concordar también con las proporcionadas por las especies de peces e invertebrados de San Ambrosio.

Apéndice 5. Macroalgas recolectadas en San Ambrosio
(lista realizada el 26/02/2013)

•Chlorophyta (Algas verdes)

Verdigellas o *Palmophyllum* sp.

Codium cf. *cerebriforme*

Chaetomorpha firma Levring

Cladophora sp. 1

Cladophora sp. 2

Struvea? sp.

•Ochrophyta (Algas pardas)

Ectocarpaceae

Myrionemataceae no identificada

Lobophora variegata?

Padina tristromatica Levring

Padina fernandeziana Skottsberg & Levring

Dictyota phlyctaenodes Montagne

Dictyota ? sp.

Canistrocarpus cervicornis?

Glossophora kunthii (C. Agardh) J. Agardh

Colpomenia sinuosa (Mertens ex Roth) Derbès & Solier

Halopteris filicina (Grateloup) Kützting

Eisenia cokerii Howe

•Rhodophyta (Algas rojas)

Asparagopsis armata Harvey

Liagora sp.

Trichogloea o *Ganonema* ? sp.

Gelidium pseudo intricatum?

Gelidium sp.

Caulacanthus ? sp.

Corallina sp.

Halptilon roseum (Lamarck) Garbary & Johansen

Jania rubens (Linnaeus) Lamouroux

Mesophyllum sp.

Neogonioliton? sp.

Peyssonnelia sp. 1

Peyssonnelia sp. 2

Hildenbrandia sp.

Gigartinales soni?

Predaea? sp.

Nemastoma? sp.

Kallymenia? sp.

Dendrymenia flabellifolia?

Rhodymenia cuneifolia?

Botryocladia cf. *skottsbergii*

Rhodophyllis? sp.

Ceramiaceae unidentified

Dasya cf. *villosa*

Delesseriaceae unidentified 1

Delesseriaceae unidentified 2

Polysiphonia sp.

Laurencia sp. (*decumbens*)

Laurencia sp. (*plana*)

Laurencia sp. (*turf*)

Laurencia sp. (*intermareal*)

Comentarios a la lista:

Identificación casi segura: nombre específico + autoridades

Identificación dudosa: nombre genérico + cf. + nombre específico

Identificación a nivel de género casi segura: nombre genérico + sp.

Resto de combinaciones: identificación totalmente dudosa. Requiere un estudio metuculoso

Apéndice 6. Distribución espacial de organismos alrededor de la Isla San Ambrosio, y resultados de los análisis estadísticos.

Figura A6.1. Distribución espacial de las comunidades de peces costeros en la Isla San Ambrosio, febrero 2013. a) Riqueza de especies (número de especies por transecto), b) densidad (individuos m^{-2}), c) biomasa (toneladas ha^{-1}), d) índice de diversidad.

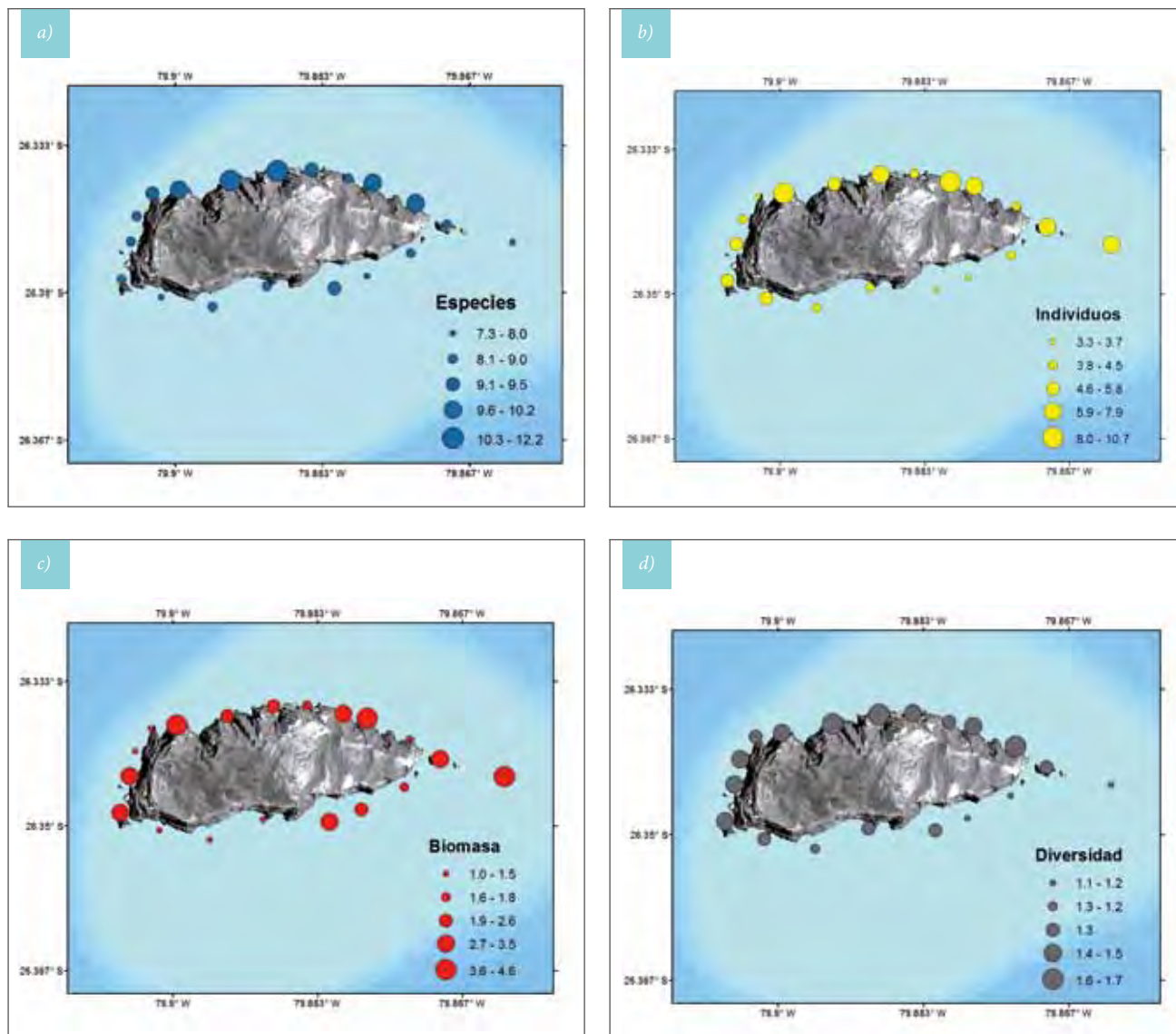


Figura A6.2. Resultados del análisis de 'Non-metric multidimensional scaling' de la comunidad bentónica por exposición al oleaje. Los vectores con un Pearson Product Moment vectors $\geq 0,8$ figuran en el gráfico.

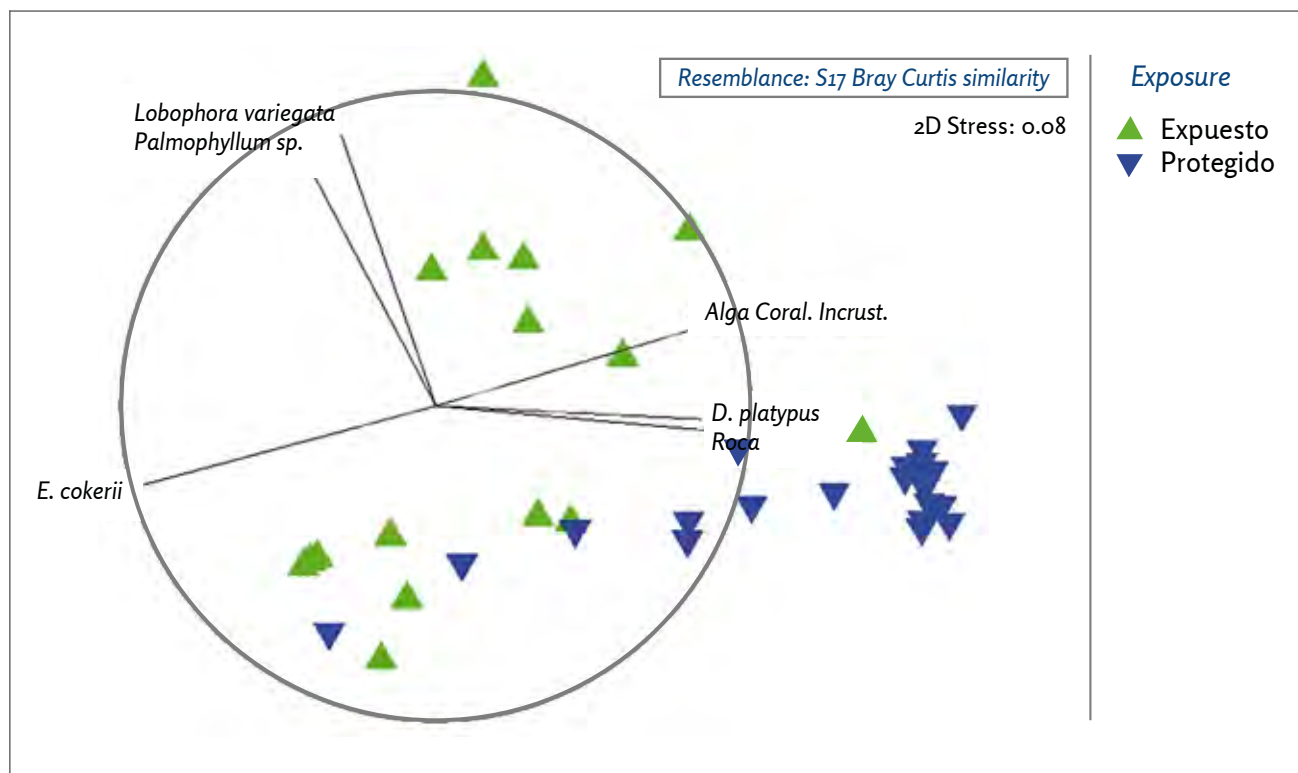


Tabla A6.1. PERMANOVA de los factores determinantes de la estructura de la comunidad bentónica en la Isla San Ambrosio.

Factor	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)
Profundidad	1	2232	2232	1.784	0.144
Exposición	1	20689	20689	16.535	0.001
P x E	1	857	857	0.685	0.530
Residuales	34	42541	1251		
Total	37	66353			

Tabla A6.2. Macro-invertebrados observados en los transectos San Ambrosio.

Taxa	Nombre común	Mean (\pm sd)	%
<i>Anthoche chilensis</i>	Anémona	0.09 (0.53)	1.12
<i>Aspidodiadema microtuberculatum</i>	Erizo de mar	1.92 (1.93)	25.21
<i>Astrotole platei</i>	Estrella de mar	0.01 (0.02)	0.10
<i>Dendropoma platypus</i>	Vermétido	5.24 (5.10)	68.78
<i>Jasus frontalis</i>	Langosta de Juan Fernández	<0.01 (0.02)	0.04
<i>Leptopsammia</i> sp.	Coral solitario	0.11 (0.20)	1.47
<i>Mertensiothuria platei</i>	Pepino de mar	0.20 (0.37)	2.65
<i>Octopus crusoë</i>	Pulpo	<0.01 (0.01)	0.01
<i>Patella</i> sp.	Lapa	<0.01 (<0.01)	0.00
<i>Patiriella calcarata</i>	Estrella de mar cojín	0.05 (0.25)	0.62

Tabla A6.3. PERMANOVA de los factores determinantes de la estructura de la comunidad de invertebrados en la Isla San Ambrosio.

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)
Profundidad	1	3502	3501.8	2.143	0.087
Exposición	1	14417	14417.0	8.822	0.002
P x E	1	756	755.6	0.462	0.750
Residuales	34	55565	1634.3		
Total	37	74147			

Tabla A6.4. SIMPER análisis del efecto de a) profundidad y b) exposición al oleaje en la similaridad de especies.

a) Profundidad	Abundancia media		Disimilaridad media = 58.39		
Especies	10 m	20 m	Av.Diss	Contrib%	Cum.%
<i>Dendropoma platypus</i>	5.7	4.77	33.06	56.63	56.63
<i>Aspidodiadema microtuberculatum</i>	1.41	2.42	12.47	21.36	77.99
<i>Mertensiothuria platei</i>	0.26	0.14	8.33	14.26	92.25

b) Exposición al oleaje	Abundancia media		Disimilaridad media= 72.16		
Especies	Exposed	Protected	Av.Diss	Contrib%	Cum.%
<i>Dendropoma platypus</i>	2.22	7.95	45.12	62.53	62.53
<i>Aspidodiadema microtuberculatum</i>	0.58	3.13	19.48	26.99	89.52
<i>Mertensiothuria platei</i>	0.27	0.14	4.85	6.72	96.24

Tabla A6.5. Afinidades de las especies de peces observadas en los transectos cuantitativos en la Isla San Ambrosio.

	Especies	% especies	Número de indiv. m ⁻²	% Número	Biomasa (t ha ⁻¹)	% biomasa
Desventuradas & Juan Fernandez	17	68.0%	4.55	4.55	1.84	74.3%
Desventuradas	1	4.0%	1.11	1.11	0.23	9.3%
Desventuradas & Easter Island	2	8.0%	0.03	0.03	0.01	0.5%
Circumtropical	1	4.0%	0.02	0.02	0.33	13.2%
South Pacific	2	8.0%	0.01	0.01	0.06	2.6%
Indo-Pacific	1	4.0%	<0.01	<0.01	0.00	0.1%
Coastal Chile	1	4.0%	<0.01	<0.01	0.01	<0.1%
Grand Total	25	100.0%	5.71	5.71	2.47	100.0%

Apéndice 7. Especies observadas en los transectos cuantitativos realizados en San Ambrosio. % Freq. – frecuencia porcentual de presencia (N = 38 combinaciones de estaciones x profundidad). Índice de dominancia relativa (IRD) = porcentaje en número x frecuencia porcentual de presencia. Grupos tróficos: Plank – planctívoros, BI – invertívoros bentónicos, BI/P – invertívoros/piscívoros bentónicos, Herb – herbívoros, Pisc – piscívoros. Afinidades: DES & JF – Desventuradas y Juan Fernández, DES – Desventuradas, DES & Easter – Desventuradas e Isla de Pascua.

Taxón	Nombre común (inglés)	Grupo trófico	Afinidad geográfica	Num. Indiv. (No.m-2)	% Num	Biomass (t ha-1)	% Biomass	% Freq.	IRD
<i>Scorpius chilensis</i>	Chilean Sweeper	Plank	DES&JF	2.06 (0.95)	36.1	0.79 (0.46)	31.9	100.0	3613
<i>Pseudolabrus gayi</i>	Gay's Wrasse	BI	DES&JF	1.01 (0.62)	17.8	0.06 (0.04)	2.4	100.0	1777
<i>Chromis meridiana</i>	Chromis	Plank	DES	1.11 (1.17)	19.4	0.23 (0.24)	9.3	81.6	1580
<i>Pseudocaranx chilensis</i>	Juan Fernandez trevally	BI/P	DES&JF	0.72 (0.62)	12.6	0.35 (0.34)	14.0	97.4	1227
<i>Scartichthys variolatus</i>	Spotted Rockskipper	Herb	DES&JF	0.20 (0.11)	3.6	0.05 (0.03)	2.0	100.0	357
<i>Malapterus reticulatus</i>	Reticulated Wrasse	BI	DES&JF	0.08 (0.04)	1.3	0.01 (0.01)	0.4	97.4	131
<i>Caprodon longimanus</i>	Pink maomao	Plank	DES&JF	0.21 (0.35)	3.7	0.21 (0.34)	8.5	34.2	127
<i>Girella albostrata</i>	Drummer	Herb	DES&JF	0.04 (0.03)	0.7	0.25 (0.22)	10.1	92.1	65
<i>Amphichaetodon melbae</i>	Narrow-barred butterflyfish	BI	DES&JF	0.04 (0.02)	0.7	0.02 (0.01)	0.9	92.1	63
<i>Callanthias platei</i>	Splendid Perch	Plank	DES&JF	0.11 (0.19)	2.0	0.08 (0.15)	3.3	31.6	62
<i>Hypoplectrodes semicinctum</i>	Sea Perch	Pisc	DES& Pascua	0.02 (0.03)	0.4	0.01 (0.01)	0.5	78.9	33
<i>Seriola lalandi</i>	Yellowtail Amberjack	Pisc	Circumtropical	0.02 (0.04)	0.3	0.33 (0.54)	13.2	52.6	15
<i>Scorpaena fernandeziana</i>	Fernandez Scorpionfish	BI	DES&JF	0.01 (0.01)	0.2	0.01 (0.01)	0.2	68.4	13
<i>Suezichthys</i> sp.	Slender Wrasse	BI	DES&JF	0.03 (0.07)	0.5	<0.01 (<0.01)	<0.1	21.1	12
<i>Gymnothorax porphyreus</i>	Lowfin Moray	BI/P	Pacífico Sur	0.01 (0.01)	0.1	0.06 (0.07)	2.6	57.9	7
<i>Monocentris reedi</i>	Pinecone Fish	BI	DES&JF	0.01 (0.02)	0.2	<0.01 (0.01)	0.1	21.1	3
<i>Paratrachichthys fernandezianus</i>	Chilean sandpaperfish	Pisc	DES&JF	0.02 (0.06)	0.3	0.01 (0.03)	0.3	10.5	3
<i>Nemadactylus gayi</i>	Gay's Morwong	Plank	DES&JF	<0.01 (0.01)	<0.1	<0.01 (0.01)	0.2	21.1	1
<i>Chironemus bicornis</i>	Two Horned Kelpfish	BI	DES&JF	<0.01 (<0.01)	<0.1	<0.01 (<0.01)	<0.1	21.1	1
<i>Entomacrodus chapmani</i>	Chapman's Blenny	Herb	DES& Pascua	<0.01 (<0.01)	<0.1	<0.01 (<0.01)	<0.1	10.5	0
<i>Aseraggodes bahamondei</i>	Blue Lefteye Flounder	BI	Pacífico Sur	<0.01 (<0.01)	<0.1	<0.01 (<0.01)	<0.1	15.8	0
<i>Lotella fernandeziana</i>	Morid Cod	BI/P	DES&JF	<0.01 (<0.01)	<0.1	<0.01 (<0.01)	<0.1	13.2	0
<i>Scorpaena thomsoni</i>	Thomson Scorpionfish	BI	DES&JF	<0.01 (<0.01)	<0.1	<0.01 (<0.01)	<0.1	5.3	0
<i>Kyphosus cinerascens</i>	Chub	Herb	Indo-Pacífico	<0.01 (<0.01)	<0.1	<0.01 (0.01)	0.1	2.6	0
<i>Paralabrax</i> sp.	Kelp bass	Pisc	Chile costero	<0.01 (<0.01)	<0.1	<0.01 (0.01)	0.1	2.6	0

Apéndice 8. Lista de especies de profundidad registradas hasta 2300 m de profundidad en la Zona Económica Exclusiva de las Islas Desventuradas.

Taxón	Profundidad mínima (m)	Profundidad máxima (m)	Arena	Roca	Rodolitos	Columna de agua	Otros
Algas							
Detritos de <i>Eisenia cookeri</i>	20	250	+	+			
Rodolitos	67	95	+				
Algas calcáreas incrustantes	5	138		+			
Esponjas							
Esponja blanca masiva	116	335		+			
Esponja de cristal blanca redonda		305					Sobre <i>Paramola</i> sp.
Esponja de cristal profunda		1714		+			
Esponja de cristal tubular	385	406		+			
Esponja gris		400		+			
Esponja incrustante amarilla		138		+			
Esponja incrustante azul		300		+			
Esponja incrustante blanca		212		+			
Esponja incrustante blanca fina		300		+			
Esponja incrustante parda		150		+			
Esponja parda masiva	212	300		+			
Cnidarios							
Actinia epibionte		290					Epibionte sobre gorgonias
Actinia naranja		406		+			
Anémone blanca	75	243	+		+		
<i>Anthomastus</i> sp.		225		+			
Antipatario blanco (coral negro)		1412	+	+			
Antipatario rojo (coral negro)		256		+			
Antipatario violeta (coral negro)		150		+			
<i>Branchiocerianthus urceolus</i>		350	+				
<i>Callogorgia</i> sp.	290	400		+			
Cerianthidae	67	270	+		+		Rodolitos
Coral negro delicado	138	240		+			
Coral solitario amarillo (<i>Leptosammia?</i>)	10	138		+			
Coral solitario naranja		290		+			
<i>Corallimorphus</i> sp.	134	243	+				
<i>Desmophyllum</i> sp.		256		+			
Gorgonia 'arpa'		1714		+			
Gorgonia amarilla	300	335		+			
Gorgonia blanca	290	400		+			
Gorgonia naranja	205	320		+			
Hidrarios		290		+			
<i>Marrus</i> sp. nov.		350				+	
Medusa azul no identificada		380				+	
<i>Metridium</i> sp.	100	200	+				
<i>Periphylla periphylla</i>		300				+	
Pluma de mar sp. 1 (<i>Virgularia?</i>)	80	217	+				
Pluma de mar sp. 2 (pennada)	133	148	+				
<i>Stichopathes</i> sp1	133	212		+			
<i>Stichopathes</i> sp2		1714	+				
<i>Stylaster marenzelleri</i>	10	406		+			
Poliquetos							
<i>Serpulidae</i>	205	400		+			
Gusanos de tubo arenoso	300	320		+			
<i>Braquiópodos</i>	147	400	+	+			
Crustáceos							
Anfípodos	500	2216	+	+			
<i>Chaceon chilensis</i>	365	928	+				
Euphasiacea	928	1714		+			
<i>Hemisquilla ensigera</i>	105	217	+				
<i>Jasus frontalis</i>	85	138	+	+			Juveniles a 15-20m de profundidad
<i>Lepas</i> sp.		217					Sobre <i>Paramola</i> sp. y <i>Projasus bahamondei</i>
<i>Lithodes</i> sp.		1000	+				
Majidae	215	270	+				
<i>Moloha faxoni</i>		167	+				
<i>Munida propinqua</i>		300		+			
<i>Munida</i> sp.	100	300		+			
<i>Paramola rathbuni</i>	202	305	+	+			
<i>Projasus bahamondei</i>	286	400	+	+			
Moluscos							
Bivalvo blanco con manto naranja		290		+			
<i>Conus</i> sp		270		+			
Muricidae		240		+			
Nudibranquio naranja		305		+			
<i>Octopus</i> sp 1 (guyot)		303	+				

Taxón	Profundidad mínima (m)	Profundidad máxima (m)	Arena	Roca	Rodolitos	Columna de agua	Otros
<i>Octopus</i> sp 2		134		+			
<i>Equinodermos</i>							
<i>Anseropoda</i> sp.	138	320	+				
<i>Aspidodiadema microtuberculatum</i>	10	138		+			
<i>Brissus obesus</i> cf.		135	+		+		
<i>Clypeaster isolatus</i>	67	147	+				
Echinidae		147	+				
Erizo negro con espinas medio tamaño	134	315	+	+	+		
Erizo rojo/pardo		135	+				
Estrella de mar blanca sp. 1		92		+			
Estrella de mar blanca sp. 2	377	400		+			
Estrella de mar naranja		92		+			
Estrella de mar no identificada (colectada)		134	+				
Estrella de mar profunda		500	+				
Holoturia parda	67	120	+		+		
Holoturia parda y blanca	67	115	+		+		
<i>Stereocardis</i> sp.	215	320	+				
<i>Tunicados</i>							
<i>Pyrosoma</i> sp.	60	340				+	
<i>Peces</i>							
<i>Amphichaetodon melbae</i>	20	138		+			
<i>Antimora rostrata</i>		1714		+			
Apogonidae sp1	250	320		+			
Apogonidae sp2	400	406		+			
<i>Arnoglossus coeruleostictus</i>	134	240	+				
<i>Bathypterois</i> sp.		2216	+				
<i>Callanthias</i> sp.	133	290		+			
Conger-like fish		400		+			
<i>Coris</i> sp 1	92	138		+			
<i>Coris</i> sp 2		92		+			
<i>Echinorhinus cookei</i>		928	+				
<i>Etelis carbunculus</i>	273	309		+			
Flagtail	244	320		+		+	
Gobiidae purple	92	134		+			
<i>Gymnothorax bathyphyllus</i>	92	212	+	+			
<i>Gymnothorax porphyreus</i>	20	85		+			
<i>Helicolenus</i> cf sp. (<i>Maxilocosta</i> ?)	240	406	+	+			
<i>Hydrolagus</i> sp1		1714	+				
<i>Hydrolagus</i> sp2		1424	+				
<i>Hypoplectroides semicinctus</i>	130	138	+	+			
<i>Lotella fernandeziana</i>	10	138		+			
<i>Macroramphosus</i> cf sp	138	290		+			
Macrouridae sp.		394		+			
<i>Malatremus reticulatus</i>	10	92		+			
<i>Mola mola</i>	67	114		+		+	
<i>Monocentris reedi</i>	25	150	+	+			
Moridae unid.		205		+			
<i>Nemadactylus gayi</i>	10	315		+		+	
<i>Odontaspis ferox</i>		350	+				
<i>Pagellus</i> cf sp.		134	+				
<i>Paralichthys fernandezianus</i>	20	290	+	+			
<i>Parapercis dockinsi</i>	20	270	+	+			
<i>Pentaceros</i> cf sp.	80	320		+			
<i>Plectranthias nazcaae</i>	138	240		+			
<i>Pseudocaranx chilensis</i>	2	134		+		+	
<i>Pseudolabrus gayi</i>	10	102		+			
Rattail		167	+	+			
Raya sp 1 (Dive #1794)		126	+				
Raya sp 2 (Dive #1794)		107	+				
<i>Scarthichtys variolatus</i>	10	64		+			
Sciaenidae	10	90		+			
<i>Scorpaena fernandeziana</i>	10	250	+	+			
<i>Scorpaena thomsoni</i>	10	213	+	+			
<i>Seriola lalandi</i>	10	138	+	+		+	
Shark (deep, unidentified)	92	350	+				
<i>Spectrunculus</i> sp.		2216	+				
<i>Squalus mitsukurii</i> cf.	66	500	+				
<i>Suezichthys</i> sp.	96	102		+			
<i>Symodus capricornis</i>		100	+				
<i>Trachurus muprhyi</i>	30	400				+	Fondo de cantos
Triglidae		91		+			
<i>Umbrina reedi</i>	75			+			
Zeidae	250	360	+	+			





DISEÑO EDITORIAL
Marcelo Uribe Lamour
Daniela Pinilla Gallardo
Valentina Corral Silva

42lineas@gmail.com

