



# BOLETÍN DE DIFUSIÓN

Programa de Seguimiento de las Principales  
Pesquerías Nacionales, año 2021

---

## Recursos Altamente Migratorios Enfoque Ecosistémico

---

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Febrero 2023





## BOLETÍN DE DIFUSIÓN

Convenio Desempeño 2021  
Seguimiento Pesquerías Recursos Altamente Migratorios 2021. Enfoque Ecosistémico.

### REQUIRENTE

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y  
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO

Subsecretaria de Economía y  
Empresas de Menor Tamaño  
*Javiera Petersen Muga*

### EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

#### Director Ejecutivo

*Gonzalo Pereira Puchy*

#### Jefe División Investigación Pesquera

*Carlos Montenegro Silva*

#### JEFA DE PROYECTO

*Patricia Zárate Bustamante*

#### AUTORES

*Patricia Zárate Bustamante*

*Ilía Cari Leal*

*Ljubitzá Clavijo Gorostiaga*

*Daniel Devia Cortés*

#### Diseño Gráfico:

División de Investigación Pesquera  
*Carolina Irrázabal Robles*

#### Imágenes:

*Archivo fotográfico IFOP*

*Portada: Ilía Cari, IFOP*

## Índice

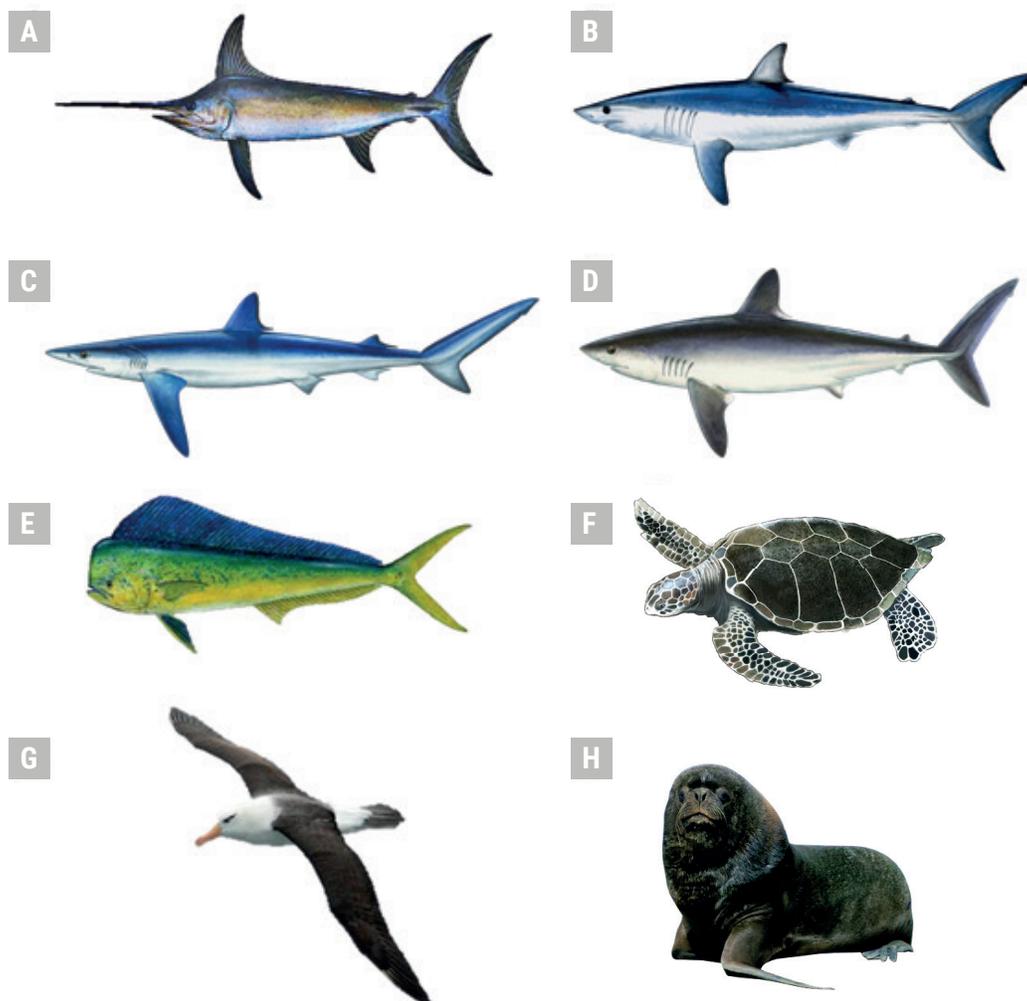
1. Introducción.	1
2. Metodología y Resultados.	2
Programa de marcaje y recaptura de recursos altamente migratorios	4
Captura incidental de tortugas, aves y mamíferos marinos.	10
Experimentación de medidas de mitigación en la flota de red de enmalle de pez espada en Chile .	18
Fauna acompañante de las pesquerías de recursos altamente migratorios	27
Cetáceos dentro de la ZEE de Chile.	30
Diagnóstico del recurso dorado de altura ( <i>C. hippurus</i> ).	35
3. Referencias.	39



## 1. INTRODUCCIÓN

El Proyecto Seguimiento de Pesquerías de Recursos Altamente Migratorios, Enfoque Ecosistémico (SRAM ECO) presenta metas acordes con los requerimientos de conservación y ordenamiento integral establecidos bajo La Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) de Chile en los Artículos 1°B y Artículo 1°C, y con el Código de Conducta para la Pesca Responsable (FAO 1995). Este proyecto se enfoca en la información biológica, pesquera y ecológica de las pesquerías de especies

altamente migratorias de pez espada, tiburón azulejo, marrajo y dorado de altura (**Figura 1 A-E**), además del ambiente en que ellos habitan, el ecosistema pelágico. Adicionalmente, este proyecto considera las especies que conforman la fauna acompañante de las pesquerías, como lo son peces, tiburones y rayas, además de la captura incidental de tortugas, aves y mamíferos marinos (**Figura 1 F-G**).



**Figura 1.** Ejemplares de las especies objetivo y de la captura incidental en las pesquerías de recursos altamente migratorios de Chile. A) Pez espada (*Xiphias gladius*). B) Marrajo (*Isurus oxyrinchus*). C) Tiburón azulejo (*Prionace glauca*). D) Marrajo sardinero (*Lamna nasus*). E) Dorado de altura (*Coryphaena hippurus*). Ilustraciones de Diane Rome Peebles. F) Tortuga verde (*Chelonia mydas*; ilustración IFOP). G) Albatros de ceja negra (*Thalassarche melanophris*; [www.birdsoftheworld.org](http://www.birdsoftheworld.org)). H) Lobo marino común (*Otaria byronia*; [www.ardeaprints.com](http://www.ardeaprints.com)).

La definición de “pesca incidental” utilizada en este documento corresponde a la Ley N° 20.625 art 2 núm. 21 bis vigente en Chile, la cual señala que la pesca incidental esta “conformada por especies que no son parte de la fauna acompañante y que están constituidas por reptiles, aves y mamíferos marinos”. Esto quiere decir, que la Ley General de Pesca y Acuicultura, reconoce que existe una captura de estas especies en artes y aparejos de pesca y que al tratarse de especies amenazadas (ej. tortugas marinas) y/o protegidas (ej. lobos marinos) se debe realizar el procedimiento de liberación y devolución al mar de estos animales vivos con el menor daño posible.

Las flotas pesqueras que estudia este proyecto son la de red de enmalle que captura pez espada como especie objetivo, la flota de espinel artesanal que opera sobre tiburón, (particularmente sobre marrajo y azulejo) y la flota de espinel artesanal que se enfoca en el dorado de altura, también conocido por los pescadores del norte de Chile como “palometa”.

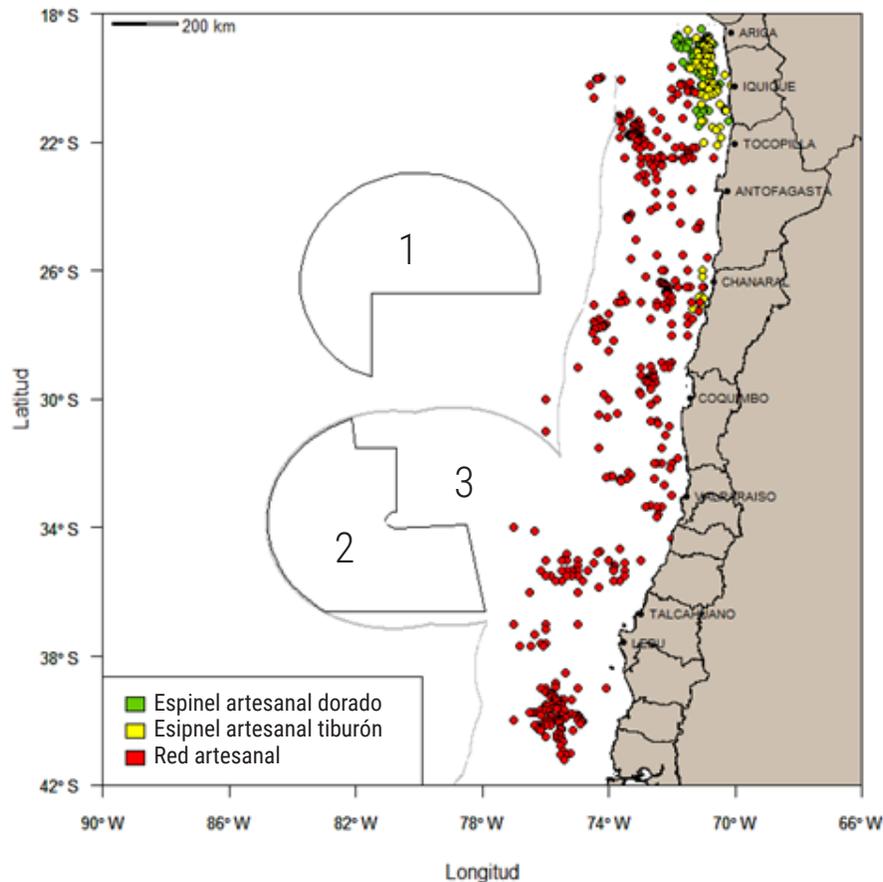
El presente documento de difusión sintetiza los principales resultados obtenidos en el proyecto durante el año 2021 (Zárate *et al.* 2022).

## 2. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

El área de estudio estuvo representada por la zona geográfica que cubrieron los viajes de pesca observados por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) en la flota de red de enmalle que capturó peces espada (en adelante flota redera artesanal = RA), y en la flota espinera artesanal que capturó tiburones (en adelante flota espinera de tiburón = EAT) y dorado de altura (en adelante flota espinera de dorado de altura = EAD). El año 2021, la flota RA se distribuyó entre los 19°40' S y los 41°14' S, abarcando aguas costeras y oceánicas (entre los 70°40' – 77°00' W) entre febrero y noviembre. La flota EAD registró la operación principalmente entre los 18°28' S hasta los 21°30' S y abarcó desde los 70° 12' W a los 71° 54' W. La flota EAT operó desde aproximadamente la misma zona de operación en el norte (18°30' W) que la flota EAD, pero el límite de los viajes monitoreados por IFOP estuvo más al sur llegando hasta los 28° 00' W y su distribución longitudinal fue mayor que la EAD abarcando desde los 70° 09' W a los 72° 00' W (**Figura 2**).

Las áreas de operación de las flotas en seguimiento se encuentran en las cercanías de dos parques marinos, los cuales están representados en las figuras de este documento como polígonos. El primero corresponde al Parque Marino “Nazca - Desventuradas” (PMND) que comprende la columna de agua y fondo de mar contenida en el área resultante de todas las coordenadas geográficas que conforman la proyección de las doscientas millas náuticas medidas desde las líneas de base normales de las Islas e Islotes Oceánicos de San Ambrosio y San Félix (**Figura 2**; polígono 1), con una superficie total de 300.035 km<sup>2</sup> (Ministerio del Medio Ambiente, Decreto N°5 2016). El segundo corresponde al Parque Marino “Mar de Juan Fernández” (PMMJF) (**Figura 2**; polígono 2) con una superficie aproximada de 262.000 km<sup>2</sup> (Ministerio del Medio Ambiente, Decreto N°12, 2018). En estas figuras también se encuentra representada la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Chile, mar patrimonial, que es una franja que se extiende desde el límite exterior del mar territorial hasta una distancia de 200 millas (**Figura 2**; línea continua 3).





**Figura 2.** Área de operación de las flotas pesqueras de recursos altamente migratorias y representación espacial del Parque Marino Nazca – Desventuradas (PMND, Polígono 1), del Parque Marino Mar de Juan Fernández (PMMJF, Polígono 2) límite de la Zona Económica Exclusiva (ZEE, línea continua 3).

La mayor parte de la información presentada en este informe fue colectada por los observadores científicos (OC) del Departamento de Gestión y Muestreo (DGM) del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) en:

1. Viajes de pesca realizados por las flotas de redera que capturan pez espada y de espinel artesanal que operan sobre tiburones y dorado de altura.
2. Muelles de desembarque de las flotas anteriormente mencionadas.
3. Cruceros hidroacústicos y bio oceanográficos realizados por la División de Investigación Pesquera de IFOP a bordo del B/I Abate Molina.

La metodología en detalle para los resultados presentados aquí se puede encontrar en el informe Final Seguimiento Pesquerías Recursos Altamente Migratorios, año 2021. Enfoque Ecosistémico (Zárate *et al.* 2022).

## 2.1 Programa de marcaje y recaptura de recursos altamente migratorios

La técnica de marcaje y recaptura como indica su nombre consiste en la captura y marcaje de una serie de individuos de la población, los cuales son liberados posteriormente en su medio natural. Cuando el animal es recapturado es posible conocer información particular del individuo como, por ejemplo, cuanto creció o se desplazó desde el momento del marcaje hasta su recaptura.

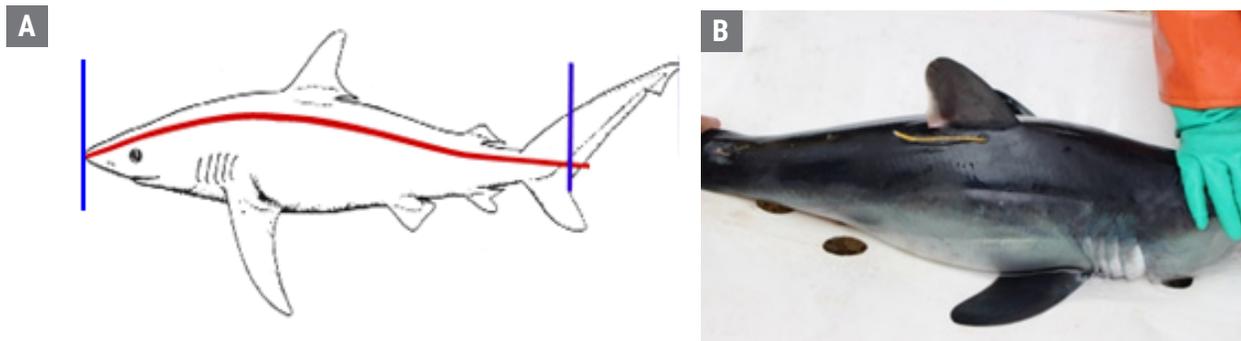
La selección de los ejemplares a marcar, sean estos peces, tiburones, tortugas o cualquier otro animal, se realiza mediante una minuciosa inspección por parte del OC encargado, quien debe procurar que los ejemplares presenten una condición excelente – buena, es decir, una buena condición corporal y un comportamiento considerado como normal para su especie. El lugar de enganche de los anzuelos o el enredo de la red también es un factor importante considerado al momento de seleccionar los ejemplares, dado que un exceso de manipulación o la presencia de heridas corto-punzantes pueden repercutir en las funciones normales del individuo post liberación.



### Peces cartilagosos (tiburones y rayas)

El marcaje en tiburones se realizó utilizando marcas externas tipo espagueti modelo FIM-96 y FH-69 (Floy Tag y Mfg. Inc.), las que se aplicaron manualmente con la ayuda de un punzón en la musculatura dorsal (**Figura**

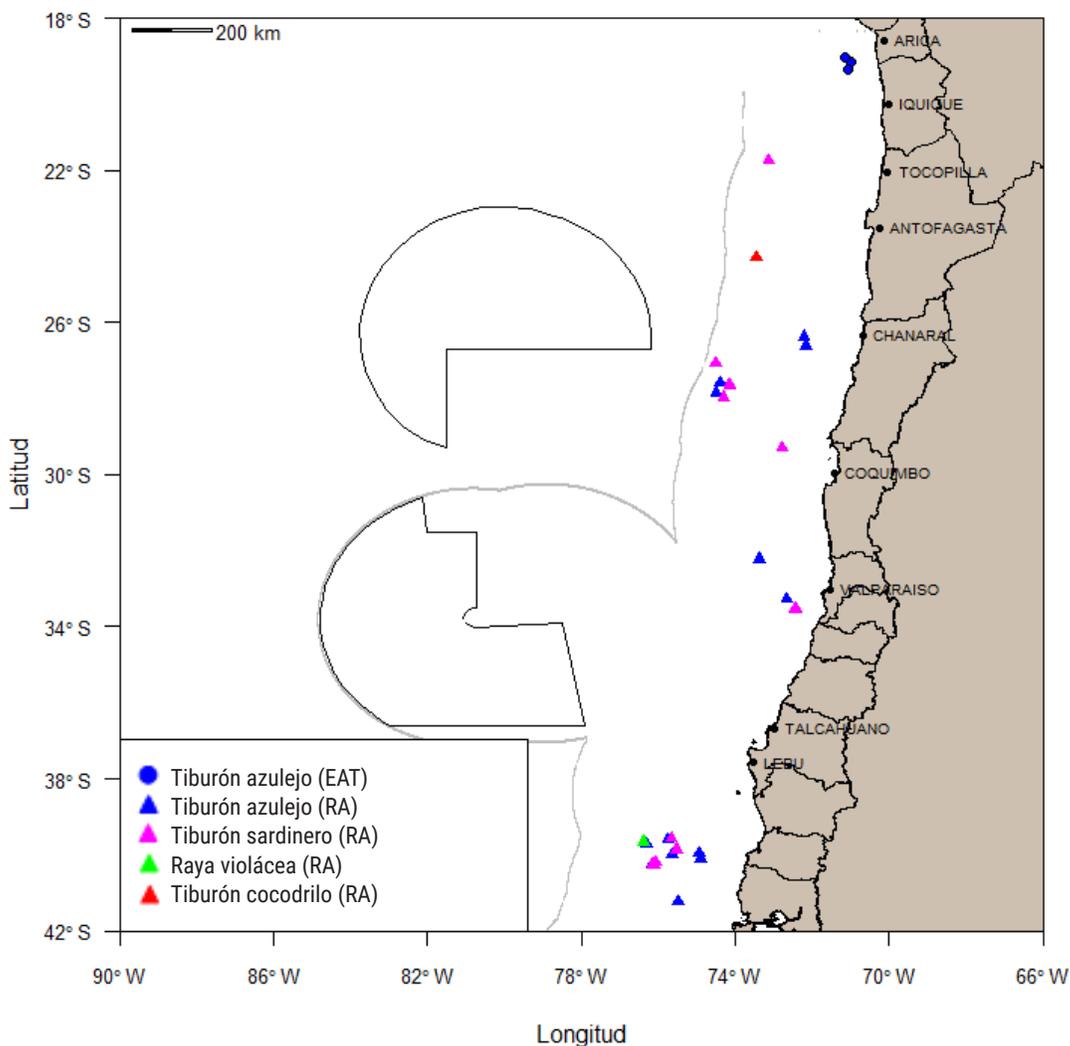
**3**). De cada ejemplar marcado, se registró la longitud horquilla (LH; cm) siguiendo la curvatura del cuerpo, desde la punta del rostro hasta la horquilla de la aleta caudal y se colectaron muestras biológicas.



**Figura 3.** A) Longitud horquilla (izquierda). B) Tiburón con marca espagueti marcado por observador científico durante las faenas de la flota pesquera (derecha).

Durante el 2021, se marcaron 39 tiburones y una raya durante los viajes observados, donde la mayor parte del marcaje (36 individuos) se realizó en la flota RA y el resto en la flota EAT. Del total de tiburones, un 55,3 % (n = 21) correspondió a tiburones azulejos, un 42,1 % (n = 16) a

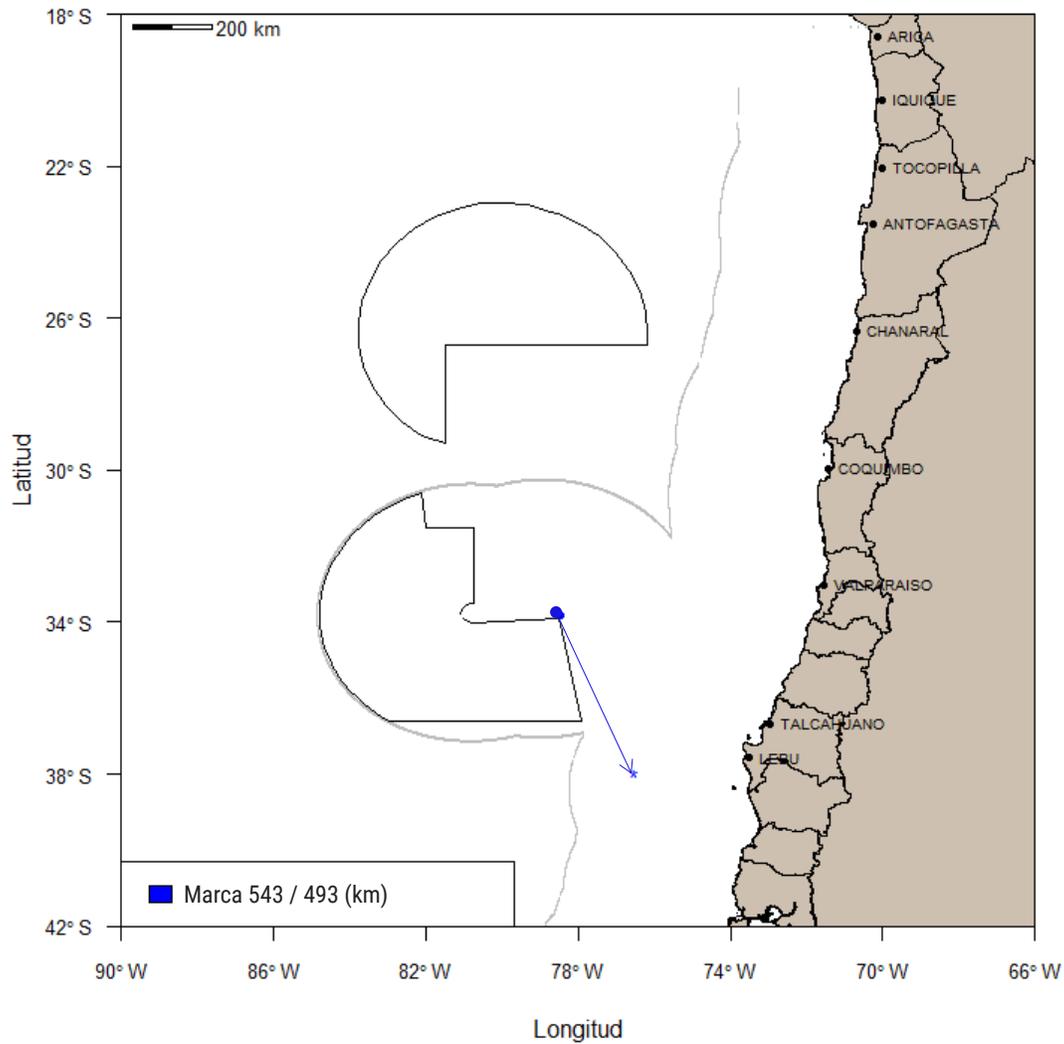
marrajo sardinero y un 2,6 % a tiburón cocodrilo (n = 1; *Pseudocarcharias kamoharai*) con una tasa de marcaje anual de un 3,4 % para el azulejo y de 3,6 % para el marrajo sardinero, del total de ejemplares monitoreados con observador científico (**Figura 4**).



**Figura 4.** Posición geográfica de liberación de los tiburones marcados en EAT, EAD y RA durante el año 2021.

Los tiburones azulejos marcados medían entre 75 y 220 cm LH, mientras que los ejemplares de marrajo sardinero fueron más pequeños, midiendo entre los 71 y 156 cm LH. La mayoría de los ejemplares marcados de tiburón azulejo (85,7 %; n = 18) y de marrajos sardineros (93,7 %; n = 15), respectivamente, eran juveniles. Por el tamaño

que tenía la raya violácea hembra marcada (52 cm de largo del disco) y el tiburón cocodrilo hembra (98 cm LH), ambos podrían considerarse como ejemplares adultos. La mayoría de los azulejos (81,0 %) y de los marrajos sardineros (62,5 %) marcados fueron hembras.



**Figura 5.** Localización geográfica de liberación (marcaje) y recaptura del tiburón marrajo registrado con marca espagueti durante las faenas de pesca 2020 y su respectiva distancia de desplazamiento en kilómetros.

### Recaptura de tiburones con marcas espaguetis

Durante el 2021, se obtuvo la recaptura de 1 tiburón marrajo hembra que había sido marcado por un observador científico a bordo del palangrero industrial Vama II en el año 2018. El marrajo identificado con la marca 12 M, fue marcado en el límite oeste del Parque Marino Mar de Juan Fernández frente a la Región de Valparaíso y recapturado durante las faenas de pesca del barco redero Juan Claudio I, frente a la costa de la Región del Biobío dentro de la ZEE, a los 1067 días después (**Figura 5**). La distancia lineal recorrida por este marrajo fue de 493 km en sentido sureste.



## Tortugas marinas

Cuando los ejemplares pudieron ser subidos a bordo se realizó el marcaje de tortugas vivas y con buena condición corporal utilizando marcas de titanio de numeración única (ver recuadro en **Figura 6**; Inconel Modelo 681, National Band y Tag Company, Newport, KY 41071, USA), colocadas en ambas aletas delanteras por medio de

un aplicador (**Figura 6A**). Si la tortuga traía marcas de identificación, se registró toda la información contenida en la marca. De cada ejemplar se registró el largo curvo de caparazón (LCC, **Figura 6B**) y el ancho curvo máximo de caparazón (ACC, **Figura 6C**) en centímetros.



**Figura 6.** Marcaje y medidas de tortugas marinas, A) identificación con marcas externas. B) Largo curvo de caparazón (LCC). C) Ancho curvo máximo de caparazón (ACC).

Durante el año 2021, se marcaron 10 ejemplares de tortugas marinas, correspondientes a tortugas cabezonas, tortugas verdes y una tortuga olivácea (**Figura 7**), todas fueron registradas entre la Región de Arica y Parinacota y el norte de la Región de Tarapacá durante las faenas de pesca de las flotas espinelera de dorado y tiburón y en la redera artesanal. No se reportaron tortugas con marcas durante el 2021.



**Figura 7.** Tortugas marinas marcadas en las flotas pesqueras de recursos altamente migratorios durante el 2021.

### Difusión del programa de marcaje y recaptura

A nivel nacional, el programa de marcaje convencional de recursos altamente migratorios fue difundido por medio de la distribución del Calendario Lunar 2021 (Figura 8A). En el calendario se informó la importancia del proceso de marcaje, se indicaron los datos que se deben registrar, como también el procedimiento que se debe seguir en el caso de encontrar a un tiburón, pez espada o tortuga marina con una marca, además la dirección de entrega de la información y de la marca para recibir el reconocimiento. Adicionalmente, el Calendario Lunar 2021 presentó información con respecto a la correcta

manipulación y liberación de tortugas marinas, las cuáles mejorarán sus probabilidades de supervivencia.

Se entregaron en total 2.500 calendarios a lo largo del país, de los cuales un 80 % fue entregado al sector pequero (industrial y artesanal, Figura 8B) y un 20 % repartido entre instituciones públicas (ej. SUBPESCA, SERNAPESCA, Ministerios, museos) y privadas (ej. ONGs), centros de educación superior (públicos y privados) e investigadores, entre otros.

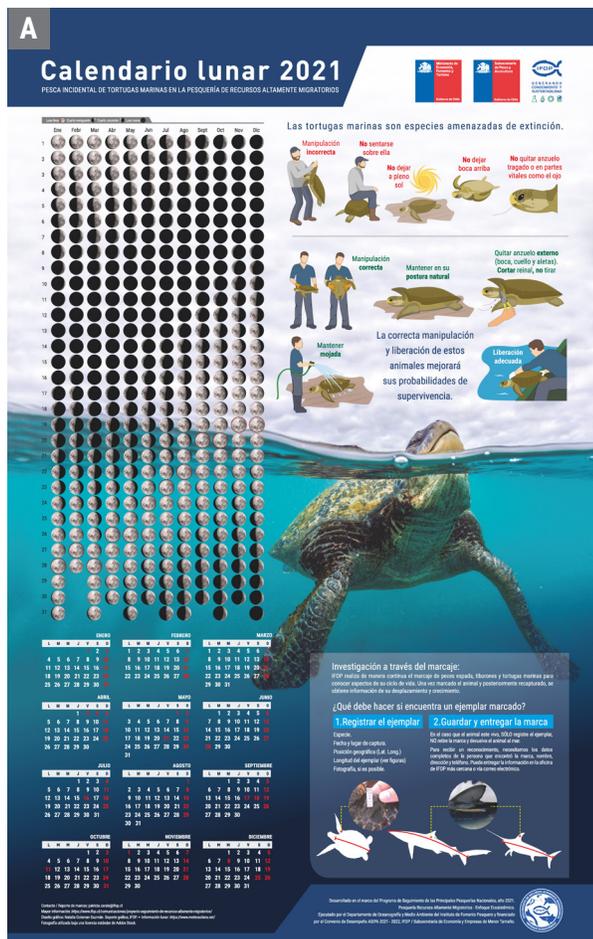


Figura 8. A) Calendario lunar 2021. B) Pescador de Iquique recibiendo el Calendario lunar 2021.

En reconocimiento a los pescadores que colaboran y retornan las marcas con la información solicitada se les hace entrega de sets compuestos por una polera, un tazón y una bandana y/o gorra con los logos del programa de marcaje de este proyecto.

A la tripulación del Juan Claudio I, con puerto de base Lebu, se le hizo llegar el reconocimiento por su colaboración para reportar el tiburón marcado y entregar los datos solicitados (**Figura 9**).



**Figura 9.** Tripulante de embarcación redera de Lebu mostrando los reconocimientos recibidos por reportar el ejemplar marcado.

## 2.2 Captura incidental de tortugas, aves y mamíferos marinos

Los resultados presentados a continuación corresponden a la información colectada en viajes de pesca con observador científico embarcado durante el 2021. Al respecto, la cobertura de viajes con OC a bordo fue levemente mayor en el EAT (3,56 %) en comparación con el EAD (3,08 %) y la RA (1,70 %). En dichos viajes se capturó un total de 28 ejemplares, de los cuales 19 fueron tortugas marinas, 1 ave marina y 8 a mamíferos marinos.



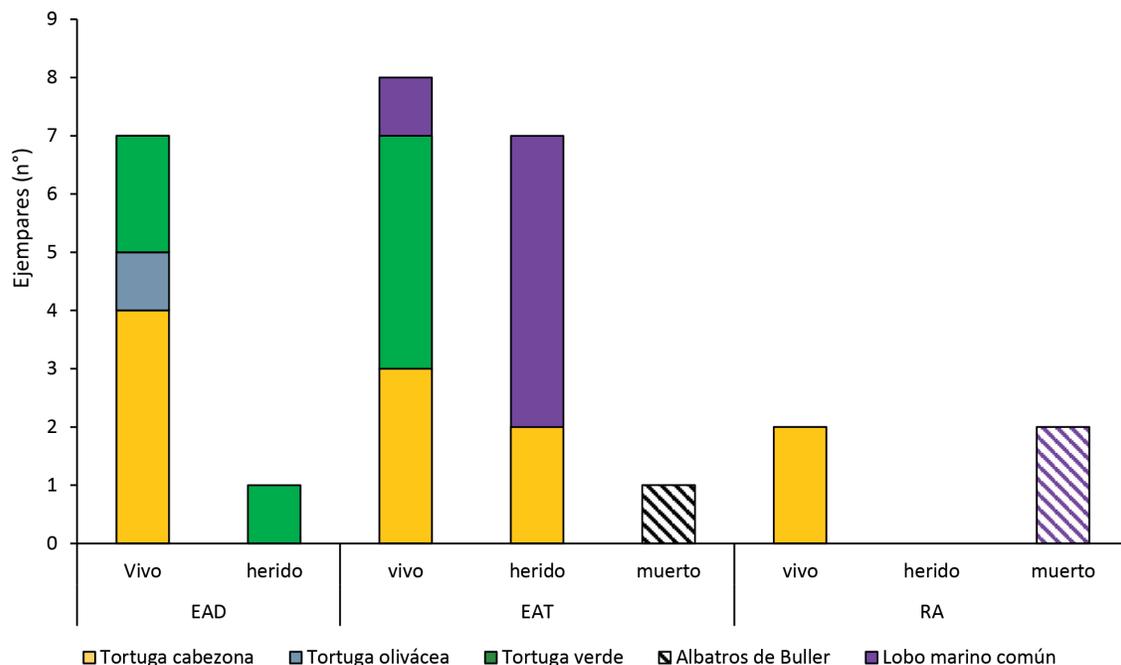
### Composición específica

En los viajes observados en la EAT se capturaron cinco tortugas cabezonas y cuatro tortugas verdes, un albatros de Buller y seis lobos marinos comunes. Todos los ejemplares fueron liberados vivos a excepción del albatros de Buller, el cual ya se encontraba muerto al momento del virado.

En la EAD se capturaron de manera incidental solo tortugas marinas, de las cuáles cuatro correspondieron

a tortugas cabezonas, tres a tortugas verdes y una a tortuga olivácea. Todas las tortugas fueron liberadas vivas.

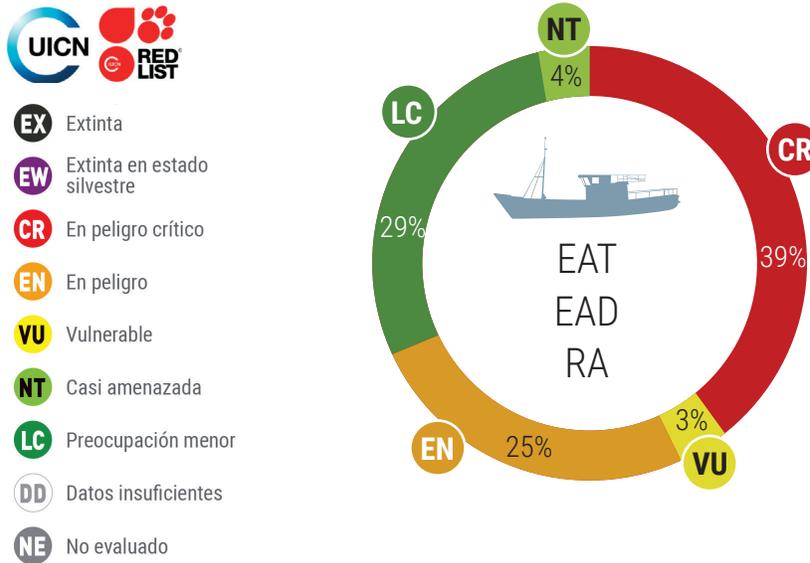
En la RA se registró la captura incidental de dos tortugas cabezonas y dos lobos marinos comunes. Las dos tortugas marinas fueron liberadas vivas al mar, mientras que los dos lobos marinos fueron descartados al encontrarse muertos al momento del virado (**Figura 10**).



**Figura 10.** Número de ejemplares capturados incidentalmente de acuerdo a su condición final y por flotas durante el año 2021.

De las especies de la captura incidental registradas en el 2021, el 67 % corresponde a especies amenazadas de extinción como la tortuga cabezona que está En Peligro Crítico (CR), la tortuga verde En Peligro (EN) y la tortuga olivácea Vulnerable (VU) (UICN 2022), el

porcentaje restante comprende especies en categorías Casi Amenaza (NT) y de Baja Preocupación (LC) como lo son el albatros de Buller y el lobo marino común, respectivamente (**Figura 11**).



**Figura 11.** Especies de la captura incidental registradas durante el 2021, clasificadas según su nivel de amenaza.



### Tamaño de las tortugas marinas capturadas incidentalmente

El tamaño del caparazón se registró en todos los ejemplares marcados y también en un ejemplar donde no fue posible realizar el marcaje. En promedio, el largo curvo del caparazón (LCC) de las tortugas verdes midió en promedio  $64 \pm 5,8$  cm y el ancho curvo del caparazón (ACC) promedio midió  $64 \pm 6$  cm. En el caso de las tortugas cabezonas, el LCC promedió  $61,8 \pm 42,7$  cm, el ACC promedió  $53,8 \pm 13,3$  cm. Finalmente, en el caso de la tortuga olivácea, el LCC midió 65 cm y el ACC midió 70 cm.

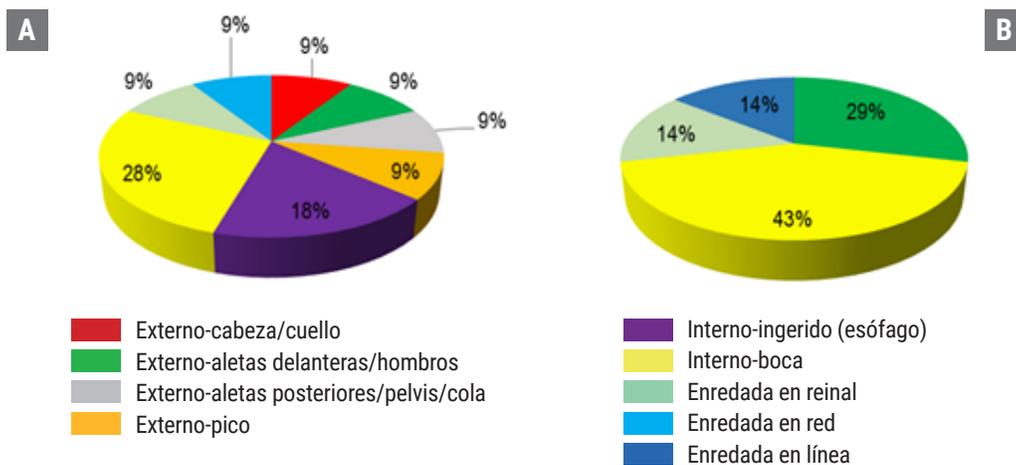
En base al LCC, todas las tortugas verdes fueron clasificadas como juveniles, al igual que la mayoría de las tortugas cabezonas, exceptuando sólo dos ejemplares que midieron 72 cm y 96 cm de LCC. En el caso del único ejemplar de tortuga olivácea, este también fue un juvenil (LCC = 65 cm).



### Enganches y enredos

Las tortugas marinas presentaron enredos con materiales de pesca y enganches de anzuelos de tipo externo e interno, este último corresponde a un anzuelo que tiene la punta enganchada dentro de la boca pudiendo estar en el borde de la boca, en el paladar, en la lengua o detrás de ella o ingerido (tragado) (Figura 12).

Los enganches externos de los anzuelos en las tortugas estuvieron ubicados en distintas partes del cuerpo tales como, boca (pico), cabeza, aletas delanteras y hombro. Los anzuelos internos se registraron dentro de la boca y uno solo estaba tragado en una tortuga cabezona, probablemente por morder la carnada. Los enredos



**Figura 12.** Ubicación del enganche y/o enredo para cada una de las especies de tortugas marinas capturadas incidentalmente durante el 2021. A) Tortuga cabezona. B) Tortuga verde.

correspondieron al enmallamiento con la red de pez espada y con el reinal y línea madre en el espinel (**Figura 12**). El único ejemplar de tortuga olivácea registró un

enganche interno en la boca y fue liberado vivo sin el anzuelo. Ejemplos del tipo de enganches y enredos se pueden observar en la **Figura 13**.



**Figura 13.** Ejemplos de enganches con anzuelos y enredo en tortugas marinas.

En el caso de los lobos marinos, estos presentaron enganches con anzuelo por la boca en la flota EAT, aunque no es posible confirmar si todos corresponderían a anzuelos tragados o no debido a que si el lobo está vivo es liberado en el agua dificultando la evaluación

del enganche, otros capturados en la flota RA estaban enmallados y muertos al momento del virado. El único ejemplar de albatros de Buller presentó un anzuelo ingerido, encontrándose muerto al momento del virado (**Figura 14**).



**Figura 14.** Ejemplos de enganches con anzuelos y enredo en aves y mamíferos marinos.

Es una actividad regular para los pescadores que operan equipos de pesca con anzuelos (ej. espinel) remover los anzuelos de cada ejemplar que es capturado, sin embargo, existen ocasiones cuando la extracción del anzuelo es segura (**Figura 15A y B**), pero en otros caso puede provocar daños más serios de los que ocasionaría dejar el anzuelo en el ejemplar. Este es el caso de

las tortugas marinas y particularmente cuando estos animales se han tragado el anzuelo o estos se encuentran en partes del cuerpo de importancia para ellos. En las siguientes situaciones NO se debe remover el anzuelo bajo ninguna ya que ocasionaría más daño e incluso la muerte (sangramiento) que si se lo deja:

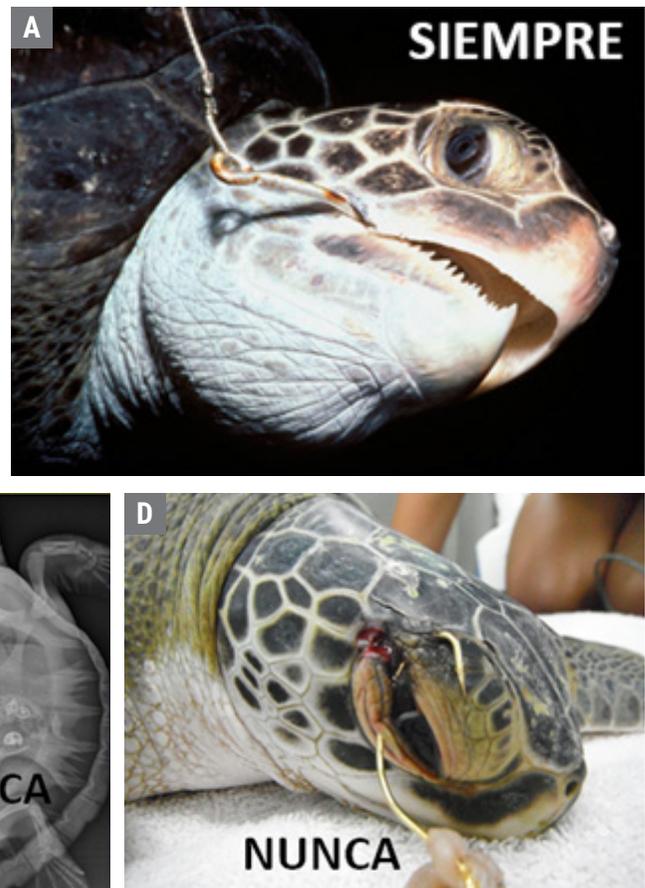
#### EN LAS SIGUIENTES SITUACIONES NO SE DEBE REMOVER EL ANZUELO

- La punta del anzuelo no es claramente visible.
- El anzuelo está enganchado en la glotis (el orificio que está detrás de la lengua y que conduce a la tráquea).
- El anzuelo está enganchado en el paladar.
- El anzuelo está enganchado en lo que sería la garganta (esófago) (**Figura 15C**).
- El anzuelo está atravesando el ojo (**Figura 15D**).

En estas situaciones, use cortadores de línea para cortar el reinal lo MÁS cerca que sea posible del anzuelo, el exceso de línea podría enredarse alrededor del intestino de la tortuga apretándola y provocando daños fatales para el animal.

Cuando en el anzuelo insertado se vea la punta, entonces se puede proceder con un cortador de metal (napoleón) a cortar la punta del anzuelo y removerlo.

Se debe recordar que el desenredar lo antes posible una tortuga aumentará sus probabilidades de supervivencia.

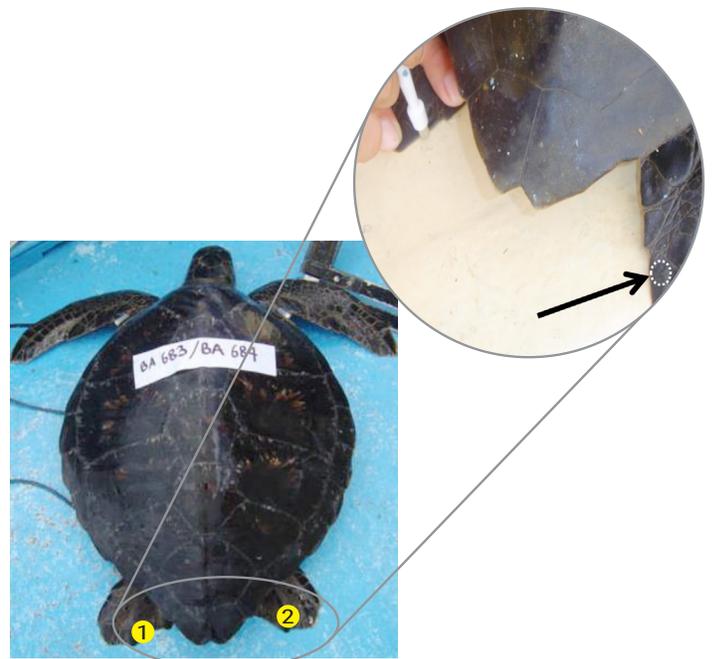


**Figura 15.** Anzuelos enganchados en tortugas marinas. A) Enganchado al interior de la boca en la mandíbula inferior. B) Atravesando mandíbula inferior. C) Tragado a nivel de esófago. D) Atravesando el ojo.

### Muestras de tejido de tortugas marinas

Además del monitoreo de cada tortuga marina, se colectó una muestra de piel de cada una de las aletas traseras mediante un sacabocado esterilizado, las que fueron posteriormente almacenadas en un frasco con alcohol y en otro con sal para futuros estudios genéticos y de ecología trófica (**Figura 16**).

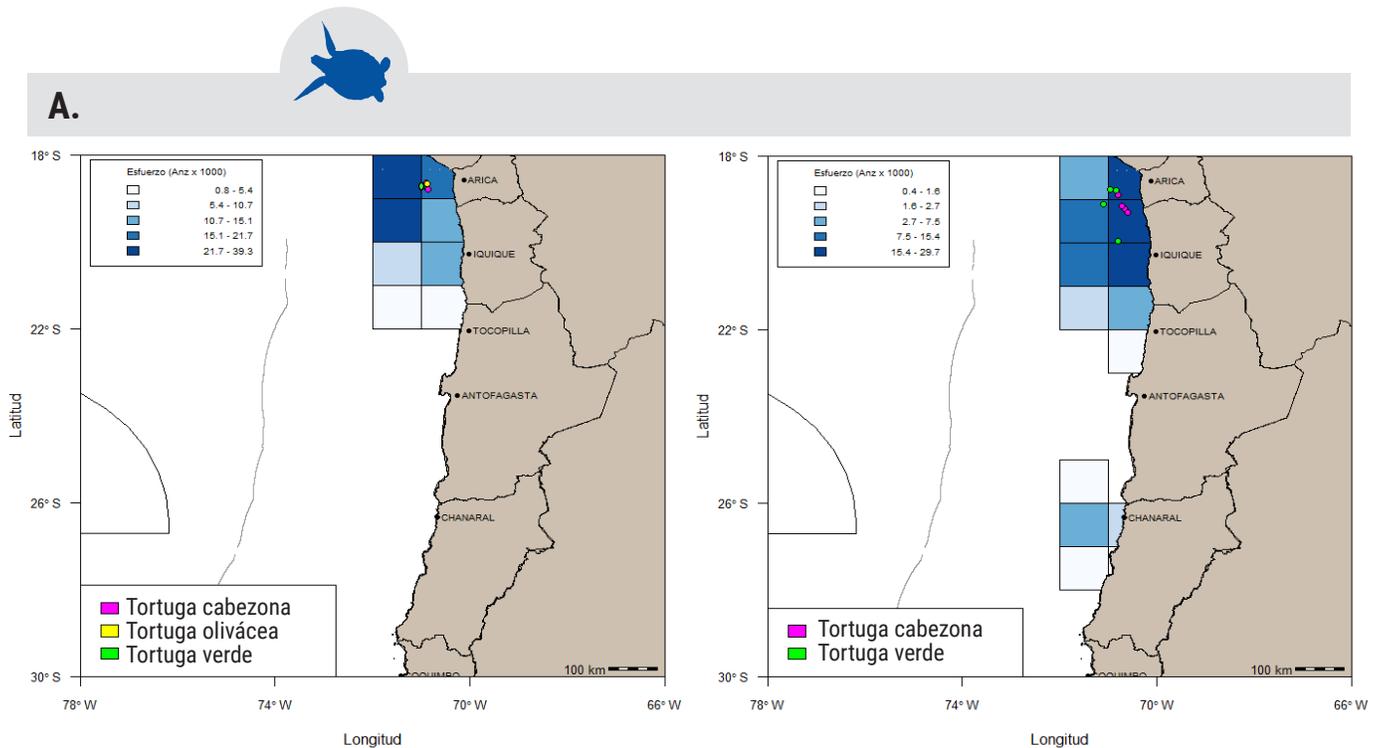
Durante el año 2021, los OC colectaron tejido epitelial de 11 tortugas marinas ( $n = 22$  muestras) a bordo de las flotas EAD, EAT y RA, correspondientes a 5 tortugas verdes, 5 tortugas cabezonas y a una tortuga olivácea, respectivamente. Estas muestras serán analizadas para determinar la estructura genética poblacional de estas especies en el laboratorio de Biología Molecular del Southwest Fisheries Science Center (NOAA-NMFS), La Jolla, California, Estados Unidos.



## Representación espacial del esfuerzo de pesca de la captura incidental

En cuanto a la distribución espacial de la captura incidental de tortugas, aves y mamíferos marinos, la flota EAD capturó ejemplares de tortuga verde, cabezazona y olivácea entre los 18° 38' y 18° 47' S y entre los 70° 51' W

y 70° 53' W asociados a esfuerzos de pesca de 15.100 – 21.700 anzuelos frente a las costas de la Región de Arica y Parinacota (**Figura 17A**).



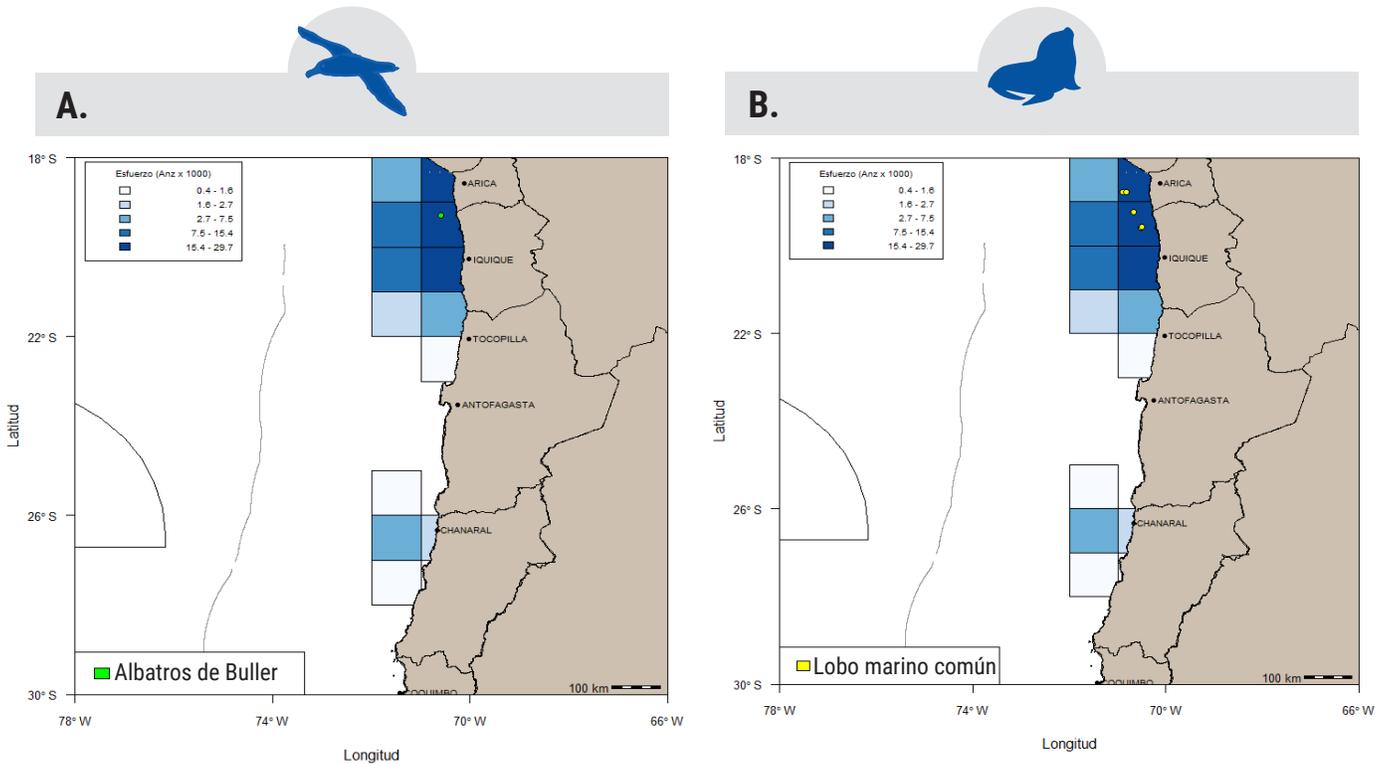
**Figura 17.** Distribución espacial de los registros de captura incidental de tortugas marinas con relación al esfuerzo de pesca en el año 2021. A. Flota EAD. B. Flota EAT.

La flota EAT registró capturas incidentales de tortugas cabezazonas y verdes en la zona norte y costera del país entre la Región de Arica y Parinacota y la Región de Tarapacá entre los 18°46' S y los 19° 57' S y longitudinalmente entre los 70° 35' W y 71° 06' W, asociadas a esfuerzos de pesca intermedios y altos (2.700 – 29.700 anzuelos; **Figura 17B**).

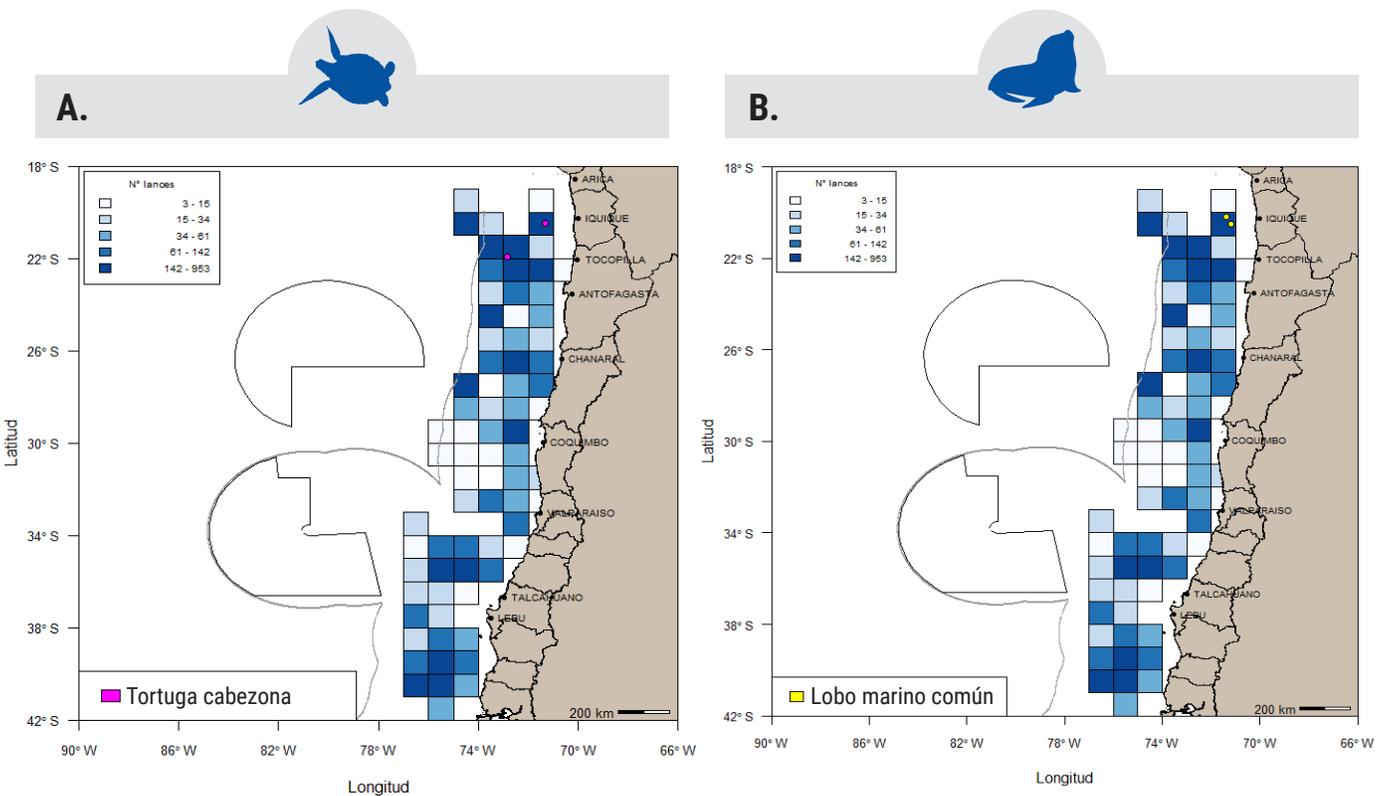
La flota EAT fue la única en registrar captura incidental de aves marinas, la cual correspondió a un albatros de Buller capturado frente las costas de Arica en la latitud 19° 17' S y la longitud 70° 35' W asociado a un esfuerzo de pesca de 15.400 a 29.700 anzuelos (**Figura 18A**). Por otro lado, esta flota capturó seis ejemplares de lobo marino común frente la costa de la Región de Arica y Parinacota y la Región de Tarapacá (18° 45' S - 19° 34' S y 70° 30' W – 70°

53' W) asociados a esfuerzos de pesca entre los 15.400 – 29.700 anzuelos; **Figura 18B**).

La RA capturó dos ejemplares de tortuga cabezazona durante el 2021. Estas capturas se registraron frente las costas de la Región de Tarapacá a la cuadra de Iquique (20° 28' S y 71° 20' W) y a la cuadra norte de Región de Antofagasta cerca de Tocopilla (21° 55' S y 72° 50' W) asociadas a esfuerzos de pesca altos (142 – 953 lances; **Figura 19A**). A su vez, esta flota capturó dos ejemplares de lobos marinos comunes, capturados frente la Región de Tarapacá cerca de Iquique (20° 10' S – 20° 29' S y 71° 12' W – 71° 23' W) asociado a esfuerzos de pesca alto (142 – 953 lances de pesca; **Figura 19B**).



**Figura 18.** Distribución espacial de los registros de captura incidental con relación al esfuerzo de pesca de la flota EAT en el año 2021. A. Aves marinas. B. Mamíferos marinos.



**Figura 19.** Distribución espacial de los registros de captura incidental con relación al esfuerzo de pesca de la flota RA en el año 2021. A) Tortugas marinas. B) Mamíferos marinos.

### 2.3 Experimentación de medidas de mitigación en la flota de red de enmalle de pez espada en Chile

La medida de mitigación a ser experimentada en la flota de red de enmalle durante el año 2021 correspondió al uso de dispositivos acústicos, más conocidos como “pingers”. Dichos dispositivos emiten un sonido en una frecuencia de 10kHz y 132 db que solo puede ser percibido por cetáceos menores (delfines), que son uno de los grupos de mamíferos marinos registrados históricamente en las capturas de dicha flota (Zárate *et al.* 2019, 2020). El pinger utilizado correspondió al tipo Netguard de Future Oceans (Australia) que viene en una carcasa de plástico flexible y con un cabo para su amarre a la red (**Figura 20**).



**Figura 20.** Pinger utilizado en los viajes experimentales realizados a bordo de una embarcación de la flota de red de enmalle de pez espada durante el 2021.

En enero del 2021, IFOP en conjunto con la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA) realizó una reunión virtual con un grupo reducido de armadores y capitanes pertenecientes al Sindicato de Armadores de Lebu (**Figura 21A**), quienes en una reunión previa realizada el 2020 habían manifestado su intención de participar en el experimento. Como resultado de esta reunión, se concretó la embarcación experimental y se elaboró un calendario de capacitaciones y actividades a realizar previas al zarpe. En febrero, se sostuvo una reunión (virtual) con el armador/capitán de la embarcación experimental para tratar temas específicos sobre la operación de pesca, los procedimientos de instalación de los pingers, uso y mantención de los mismos y muestreo de los lances. Durante todo el periodo de duración del experimento, el equipo de investigadores de este proyecto se mantuvo en continua comunicación por vía telefónica con el capitán para conocer las fechas de zarpe y recalada, el desarrollo de los viajes y los volúmenes de captura.

Entre enero y diciembre del 2021, se realizó un total de 9 reuniones entre los investigadores y los OC asignados para embarcarse en la nave experimental. Las reuniones previas a cada viaje correspondieron a capacitaciones y reforzamiento de las metodologías del experimento y las reuniones posteriores a la recalada tuvieron como objetivo principal evaluar el desarrollo del experimento y buscar soluciones a los problemas que se presentaron (**Figura 21B**). En total, se capacitó a 6 OC, de los cuales 3 participaron activamente en los viajes realizados durante la temporada. Todas las reuniones y capacitaciones se realizaron de manera virtual.

Se realizaron también 2 reuniones previas entre IFOP y SSPA para coordinar las reuniones con los armadores y otras 2 de tipo informativas respecto al desarrollo del experimento.

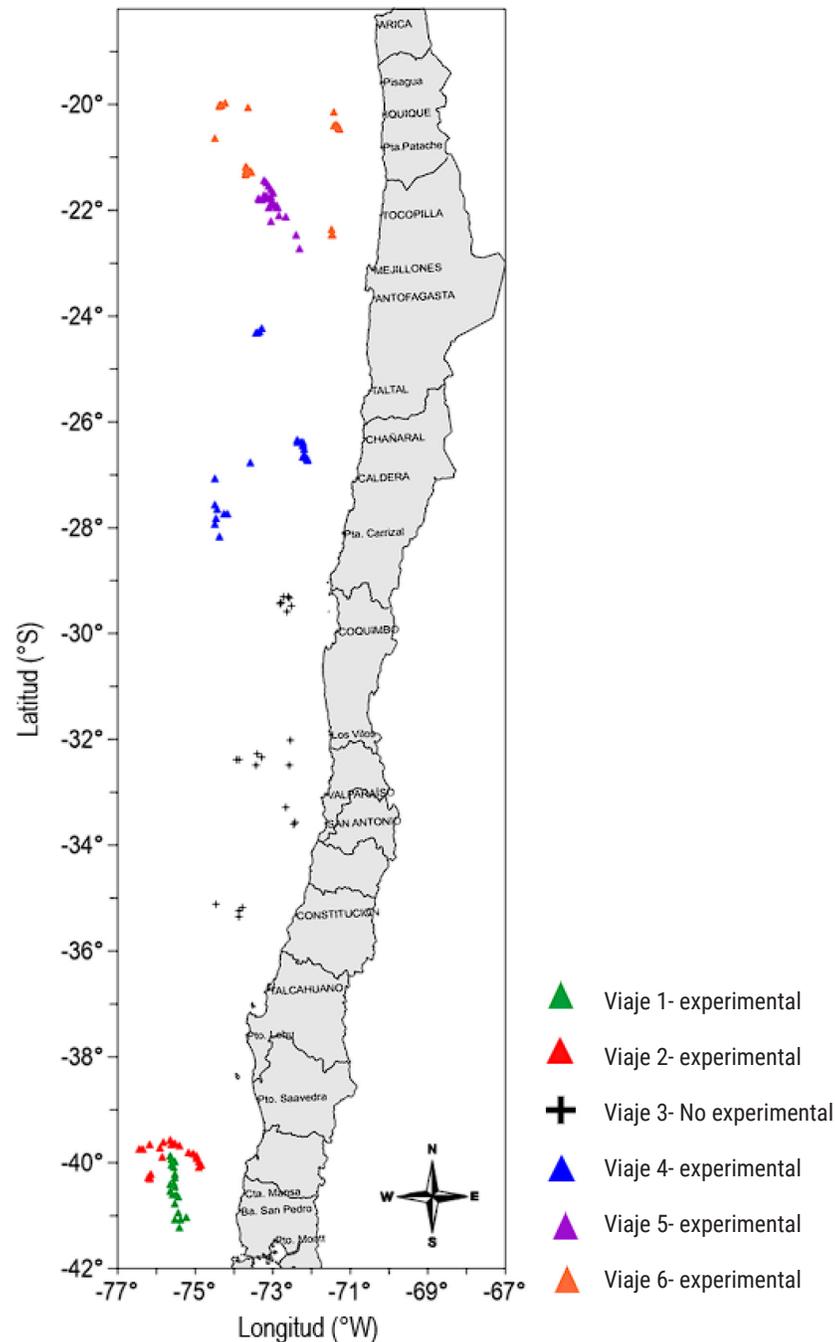


**Figura 21.** A) Reunión con armadores y capitanes de la flota de red de enmalle de Lebu interesados en participar del experimento. B) Reunión de capacitación para los OC que se embarcaron en la nave experimental.

### Viajes experimentales

Durante la temporada de pesca 2021, la embarcación experimental realizó 6 viajes, pero sólo 5 forman parte del experimento. Durante el viaje 1 y viaje 2 se registraron pingers perdidos y destruidos por diversas causas lo que ocasionó preocupación por la continuidad del

experimento. El viaje donde no se probaron los pingers correspondió al viaje 3 (**Figura 22**), la decisión de no incluirlo como parte del experimento tuvo relación con evaluar las causas de las pérdidas de pingers y buscar soluciones.



**Figura 22.** Posición de los lances de pesca realizados por la embarcación experimental durante la temporada de pesca 2021. Cada color representa un viaje diferente.

Los 5 viajes experimentales realizados (viajes 1, 2, 4, 5 y 6) correspondieron a un total de 122 lances de pesca con un promedio de 24,4 lances por viaje. La embarcación zarpó al viaje 1 desde el puerto de Lebu (Región de Los Ríos) para terminar con el viaje 6 en el norte de Chile frente a Iquique (Región de Tarapacá) (**Figura 22**).

La duración de cada viaje, desde el zarpe hasta su

recalada, fue alrededor de un mes (en promedio 29,9 días). La **Tabla 1** muestra el detalle de la duración y cantidad de lances realizados en cada uno de los 5 viajes y la época del año en que se realizaron dichos viajes. Se puede apreciar como el primer viaje fue el más corto, y por ende con menos lances, y cabe destacar también que el último viaje, si bien es el más extenso, no por eso se realizaron más lances.

**Tabla 1.** Duración y número de lances realizados en cada viaje.

	Viaje 1	Viaje 2	Viaje 4	Viaje 5	Viaje 6	Promedio
Numero de Lances	20	22	27	27	26	24,4
Duración del Viaje (en días)	22,8	26,5	31,9	32,5	36,0	29,9
Mes Zarpe	Marzo	Abril	Junio	Agosto	Septiembre	
Mes Recalada	Marzo	Mayo	Julio	Septiembre	Octubre	

Según el diseño experimental, se seleccionaba al azar si el lance a realizar tendría o no pingers, es decir, dentro de un mismo viaje algunos lances contenían pingers y otros no, de este modo en total se realizaron 66 lances

c/pingers y 56 s/pingers. La proporción de lances c/ y s/pingers por viaje fue similar, excepto el último viaje que tiene un pequeño desbalance favoreciendo aquellos lances c/ pingers (**Tabla 2**).

**Tabla 2.** Número de lances con y s/ pingers dentro de cada viaje y en total.

Lances	Viaje 1	Viaje 2	Viaje 4	Viaje 5	Viaje 6	Total
c/ pingers	10	11	14	15	16	66
s/ pingers	10	11	13	12	10	56
Proporción	0,5	0,5	0,52	0,56	0,62	0,54

### Instalación de los pingers en la red y problemas asociados

El diseño experimental de la medida de mitigación de los dispositivos disuasivos pingers requería tener lances c/ y s/pingers, alternando de manera aleatoria según lo que indicara un sorteo realizado previamente a la maniobra de calado de la red. Como requerimiento se solicitó que los pingers se colocaran a una distancia entre sí de 100 m en la línea de plomo, de manera horizontal y que todas las luces de los dispositivos quedaran posicionadas hacia el mismo lado. Cada pinger venía de fábrica dentro de una carcasa de protección y con un cabo delgado de color blanco.

Al tener que colocar y sacar los pingers en cada lance los OC enfrentaron diferentes dificultades no previstas por el fabricante. La primera dificultad tuvo relación con el material del cabo blanco atado a la carcasa (**Figura 23A**), el cual se enredaba fácilmente con la red y se cortaba, derivando en la pérdida del dispositivo. Otro aspecto relevante y que influía en la instalación de los pingers y en el estado final de los mismos tuvo relación con el clima y el efecto de la condición del mar durante la cual se realizaba la maniobra de pesca (principalmente durante los primeros viajes donde se probaron los pingers con los

cabos blanco), toda vez que un exceso de fricción generó la pérdida de los dispositivos, ya sea por la ruptura del cabo o porque la carcasa no reunía las condiciones para operar frente al mal tiempo (**Figura 23A**). Debido a esto se fabricó un saco de malla y se colocó el cabo en un solo extremo del pingers para evitar el corte del cabo (**Figura 23B**). No obstante, esta solución no evitó que los dispositivos siguieran enredándose en la red, originando demoras al momento del virado. Además, al atar el dispositivo por un solo extremo, este no cumplía con las especificaciones técnicas del fabricante (horizontal al arte). No obstante que este inconveniente fue corregido posteriormente (atando los pingers por ambos extremos y dejándolos en posición horizontal) (**Figura 23C**); el movimiento del dispositivo en el agua en relación con el arte generó la pérdida de estos, al producirse un efecto látigo.

La solución definitiva consistió en reemplazar el cabo original (blanco) por uno cabo trenzado de polipropileno de 5 mm (**Figura 23D**), el cual, al ser más grueso, evitó enredos y que el dispositivo girase demasiado (manteniendo la posición de las luces) y disminuyéndose así los desprendimientos y en consecuencia reduciendo los tiempos de virado.

Los pingers desde un inicio fueron instalados y removidos de la red por un tripulante de la embarcación, esto debido a lo riesgoso de la maniobra. En una ocasión, el tripulante a cargo de la maniobra sufrió un enredo y fue lanzado violentamente al mar, afortunadamente sin consecuencias graves o fatales que lamentar.



**Figura 23.** A) Cabo blanco de fábrica y carcasa de protección del pinger. B) Pinger en saco de malla y con cabo atado en un extremo. C) Pinger en saco de malla y con cabo amarrado en ambos extremos para mantener la posición horizontal. D) Pinger con cabo trenzado de propileno.

Durante el desarrollo del experimento se evidenció que ciertas complicaciones con los pingers que podrían influir en el resultado, dado que estos podrían resultar dañados, perdidos o bien venir fallados. Los pingers sufrieron

daños productos de golpes y filtración de agua de mar (Figura 24), los pingers fallados fueron aquellos en que no se evidenciaba funcionamiento a pesar de tener batería.



**Figura 24.** Pingers destruidos por golpes y por filtración de agua.

La **Tabla 3** muestra la distribución del estado de los pingers según el viaje en que se realizó, como se puede apreciar el número de pingers total aumentó en el tiempo ya que en cada viaje se va aumentando la cantidad de lances c/ pingers. También se puede apreciar que en el primer viaje fue donde más pingers perdidos hubo, y como esta cantidad disminuye a través de los viajes. Es

así como, de los 2050 pingers totales colocados, el 1,4 % de ellos se perdió. Con respecto a pingers destruidos o fallados no existe una tendencia clara a medida que transcurren los viajes y tampoco la proporción de ellos es muy alta, alcanzando solo el 0,34 % y 0,10 % del total para destruidos y fallados, respectivamente.

**Tabla 3.** Distribución del estado (perdidos, destruidos o fallados) de los pingers durante el experimento, separados por viaje.

Viaje	Pingers Perdidos	Pingers Destruídos	Pingers Fallados	Total Pingers
1	11	2	0	335
2	9	3	1	365
4	6	1	0	420
5	1	0	1	450
6	1	1	0	480
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>2050</b>
Porcentaje	1,37 %	0,34 %	0,10 %	

### Capturas durante viajes experimentales

Un total de 17 especies se capturaron durante el experimento de los cuales hubo 8 especies de peces óseos (incluyendo a la pesca objetivo), 7 especies de peces cartilagosos, mientras que hubo 1 especie de tortuga marina y 1 de mamífero marino. La proporción de captura más alta alcanzando un 60,6 % del total de captura fue pez espada, la segunda especie más capturada fue el marrajo sardinero con un 15 % de las

capturas. Adicionalmente, las especies de la captura incidental, el lobo marino común y la tortuga cabezona tuvieron una muy baja proporción de captura, alcanzando solo el 0,12 %. Cabe destacar también que solo en el último viaje de pesca se obtuvo la captura de 2 lobos marinos comunes, mientras que en el quinto y sexto viaje se capturó una tortuga en cada uno (**Tabla 4**).

**Tabla 4.** Número de ejemplares capturados según especie y viaje realizado.

Nombre común	Viaje 1	Viaje 2	Viaje 4	Viaje 5	Viaje 6	Total	Porcentaje (%)
Pez espada	138	205	251	276	119	989	60,60
Marrajo sardinero	89	92	59	2	2	244	14,95
Atún aleta larga	109	38	0	0	0	147	9,01
Tiburón azulejo	20	18	28	29	11	106	6,50
Tiburón marrajo	6	8	17	2	12	45	2,75
Pez sol	4	2	23	6	3	38	2,33
Pez luna	17	5	0	1	3	26	1,59
Emperador	1	6	0	1	3	11	0,67
Tiburón martillo	0	0	0	0	10	10	0,61
Atún chauchera	4	2	0	0	0	6	0,37
Lobo marino común	0	0	0	0	2	2	0,12
Atún ojo grande	1	0	1	0	0	2	0,12
Tortuga cabezona	0	0	0	1	1	2	0,12
Tiburón pejezorro	0	0	0	0	1	1	0,06
Dorado de altura	0	0	0	0	1	1	0,06
Raya violeta	0	1	0	0	0	1	0,06
Tiburón cocodrilo	0	0	1	0	0	1	0,06
<b>Total</b>	<b>389</b>	<b>377</b>	<b>380</b>	<b>318</b>	<b>168</b>	<b>1632</b>	<b>100,0</b>

Con respecto a la composición y número de ejemplares por especie capturados en los lances experimentales y controles de cada viaje, el primer viaje, el cual tiene 50 % de lances c/pingers, presentó una mayor captura de todas las especies salvo de marrajo sardinero, atún aleta larga y emperador. El segundo viaje fue el único donde la captura

de la especie objetivo fue mayor en lances s/pingers que c/pingers. Con respecto a la captura incidental, la tortuga cabezona se capturó en un lance c/pingers y en un lance s/pingers. Mientras que los dos ejemplares del lobo marino común fueron capturados en el quinto viaje en lances c/pingers (**Tabla 5**).

**Tabla 5.** Cantidad de ejemplares capturados según especie y viajes, separando entre los lances c/ pingers y s/ pingers.

Nombre común	Viaje 1		Viaje 2		Viaje 4		Viaje 5		Viaje 6	
	C/Ping	S/Ping	C/Ping	S/Ping	C/Ping	S/Ping	C/Ping	S/Ping	C/Ping	S/Ping
Pez espada	74	64	87	118	142	109	151	125	70	49
Marrajo sardinero	41	48	47	45	29	30	1	1	1	1
Atún aleta larga	52	57	27	11	0	0	0	0	0	0
Tiburón azulejo	12	8	11	7	14	14	18	11	7	4
Tiburón marrajo	2	4	3	5	7	10	1	1	9	3
Pez sol	4	0	2	0	12	11	3	3	3	0
Pez luna	14	3	5	0	0	0	0	1	1	2
Emperador	0	1	4	2	0	0	1	0	1	2
Tiburón martillo	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2
Atún chauchera	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0
Lobo marino común	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Atún ojo grande	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Tortuga cabezazona	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Tiburón pejezorro	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Dorado de altura	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Raya violeta	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Tiburón cocodrilo	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>202</b>	<b>187</b>	<b>188</b>	<b>189</b>	<b>206</b>	<b>174</b>	<b>176</b>	<b>142</b>	<b>104</b>	<b>64</b>
Porcentaje	51,93%	48,07%	49,87%	50,13%	54,21%	45,79%	55,35%	44,65%	61,90%	38,10%

C/Ping = CON Pingers S/Ping = SIN Pingers



### Caracterización de la biomasa de pez espada y su fauna acompañante

Dado que no solo importa la cantidad capturada de una especie en particular, sino que también importa la masa, en kilogramos, obtenida en cada viaje, la **Tabla 6** muestra la distribución de biomasa capturada en cada viaje según la especie y el tipo de lance (c/ y s/pingers). Podemos

apreciar como a nivel global los porcentajes de captura no difieren mucho de los porcentajes de cantidad de ejemplares y nuevamente en el único viaje donde se capturó más en los lances s/pingers fue el segundo viaje.

**Tabla 6.** Biomasa de ejemplares capturados según especie y viajes, separando entre los lances c/ pingers y s/ pingers.

Nombre común	Viaje 1		Viaje 2		Viaje 4		Viaje 5		Viaje 6	
	C/Ping	S/Ping	C/Ping	S/Ping	C/Ping	S/Ping	C/Ping	S/Ping	C/Ping	S/Ping
Pez espada	9210,6	6927,2	8320	12240	12274	8650	15402	12750	6760	4420
Marrajo sardinero	605	820	820	1034	325	693	23,5	23,5	50	50
Atún aleta larga	380,4	426,9	247	100	0	0	0	0	0	0
Tiburón azulejo	186,9	120	140	90	190	150	175,5	114,2	69	70
Tiburón marrajo	60	115	105	155	70	95	10,5	24	109	26
Pez luna	59	9	41	0	0	0	0	16	20	30
Pez sol	100	0	45	0	390	335	100,2	100,2	50	0
Emperador	0	10	38	20	0	0	12,3	0	10	15
Tiburón martillo	0	0	0	0	0	0	0	0	96	17
Atún chauchera	45	95	60	15	0	0	0	0	0	0
Atún ojo grande	120	0	0	0	30	0	0	0	0	0
Tiburón pejezorro	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0
Dorado de altura	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
Raya violeta	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
Tiburón cocodrilo	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>10766,9</b>	<b>8523,1</b>	<b>9821</b>	<b>13654</b>	<b>13287</b>	<b>9923</b>	<b>15724</b>	<b>13027,9</b>	<b>7224</b>	<b>4628</b>
Porcentaje	55,82 %	44,18 %	41,84 %	58,16 %	57,25 %	42,75 %	54,69 %	45,31 %	60,95 %	39,05 %

C/Ping = CON Pingers S/Ping = SIN Pingers

Las distintas pruebas estadísticas realizadas demostraron que no existe suficiente evidencia para asumir que el número promedio de peces espada en lances s/ y c/pingers no son diferentes, es decir, el uso de pingers no causa ningún efecto (ni positivo ni negativo) en la captura de la especie objetivo. Lo mismo se obtuvo para tiburones y peces de la fauna acompañante.

Con respecto a la captura incidental de 2 tortugas cabezonas y 2 lobos marinos comunes, esto era esperable ya que los pingers utilizados no tienen efectos ni en las tortugas marinas ni en otros mamíferos que no sean cetáceos menores, es decir, que el sonido que emite ese tipo de pinger no es escuchado por ese tipo de animales. Se requiere de otro tipo de medida de mitigación para reducir la captura de tortugas marinas y lobos marinos.

## 2.4 Fauna acompañante de las pesquerías de recursos altamente migratorios

### Flota espinelera de tiburón (EAT)

Durante el 2021, la composición de especies de la captura de la flota EAT estuvo conformada en su mayoría por las especies objetivo, el tiburón azulejo y el tiburón marrajo, seguido por 7 especies de peces cartilaginosos (1 s/identificar) y de 2 especies de peces óseos que representaron un 88,5 %, 6,5 % y 5,0 % del número total de ejemplares capturados, respectivamente (**Tabla 7**).

De las especies capturadas en los viajes de pesca de la flota EAT para el año 2021, se retuvieron en un 100 % los ejemplares de tiburón marrajo, tiburón cazón y dorado de altura. El tiburón azulejo fue en su mayoría retenido (95,2 %) y un porcentaje menor fue liberado y descartado (4,2 % y 0,5 %, respectivamente). El tiburón martillo también fue en su mayoría retenido (92,9 %) y un porcentaje bajo fue liberado (7,1 %). Por otra parte, la raya violeta fue principalmente liberada (72,2 %) y en menor cantidad descartada (27,8 %).



**Tabla 7.** Número y porcentaje de ejemplares por especie que componen la captura de la flota EAT durante el 2021.

Nombre común	Ejemplares (N°)	Captura		
		Embarcado	Muelle	N° (%)
Azulejo	377	2343	2720	60,9
Marrajo	22	1208	1230	27,6
Dorado	1	222	223	5,0
Cazón	101	71	172	3,9
Tiburones s/i	0	50	50	1,1
Tiburón martillo	28	15	43	1,0
Raya violeta	18	0	18	0,4
Tiburón pejezorro	0	3	3	0,1
Pez espada	0	2	2	0,04
Marrajo sardinero	0	1	1	0,02
Tollo pinto	0	1	1	0,02
<b>Total</b>	<b>547</b>	<b>3916</b>	<b>4463</b>	<b>100,0</b>

s/i = sin identificar

### Flota espinelera de dorado (EAD)

En relación con la composición de especies que registra históricamente la flota espinelera del dorado de altura (EAD), considerando los datos que los OC colectan tanto a bordo de las embarcaciones durante los viajes de pesca como la que registran en muelle, se reportó un total de 16 especies, las cuales variaron entre 5 y 11 dependiendo

del año, representadas por 10 especies de peces óseos, 5 especies de condriictios y 1 especie de molusco (**Tabla 8**). De este listado de especies, es posible encontrar una de ellas amenazada de extinción, el tiburón marrajo (En Peligro) y tres en categoría de Casi Amenazada (tiburón azulejo, atún aleta amarilla y marlín rayado).

**Tabla 8.** Porcentaje (%) de captura de las especies de la fauna acompañante y captura objetivo de la flota EAD respecto de la captura total para cada año del periodo 2011 – 2021. s/i = sin identificar.

Especies	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Dorado de altura	97,05	96,63	97,49	97,04	94,39	93,16	89,30	79,41	93,64	92,10	81,84
Tiburón azulejo	1,84	2,43	1,89	1,93	3,19	4,35	9,32	12,42	4,47	4,29	14,44
Marrajo	1,08	0,89	0,58	0,92	2,36	2,24	0,86	7,63	1,79	3,12	3,57
Tiburón martillo	0,01	0,03	0,02	0,02	0,06	0,22	0,47	0,50	0,07	0,41	0,04
Pez espada	0,02	0,005	0,01	0,01	0,001	0,03	0,03	0,05	0,01	0,01	0,01
Raya violeta					0,001				0,01	0,06	0,09
Bonito			0,001	0,09							
Marlín rayado			0,001				0,01		0,002		
Jibia		0,003	0,01	0,001							
Atún listado							0,01				
Atún s/i	0,01										
Pez luna			0,002	0,002	0,003						
Atún peto						0,004					
Atún aleta amarilla		0,003									
Vidriola									0,002		
Pejezorro									0,002		

Con respecto al destino de la captura, que solo se registra en los viajes con observador científico, durante el 2021, la flota EAD retuvo el 87,8 % del dorado de altura, mientras que el resto de la captura fue descartada (11,3 %) y liberada (0,9 %). El descarte se realizó en ejemplares de bajo valor comercial. Con respecto a las otras especies capturadas, se retuvo un 100 % los ejemplares de marrajo, el tiburón azulejo en su mayoría fue descartado (93,5 %) y en menor porcentaje fue retenido (6,5 %) y el 100 % de las rayas violetas fueron descartadas.



### Flota de red de enmalle de pez espada (RA)

Durante el 2021, la composición de especies de la captura de la flota RA estuvo conformada en su mayoría por la especie objetivo, el pez espada, seguido por 8 especies

de peces cartilaginosos y de 10 especies de peces óseos que representaron un 79,8 %, 14,4 % y 5,8 % del número total de ejemplares capturados, respectivamente (**Tabla 9**).

**Tabla 9.** Número y porcentaje de ejemplares por especie que componen la captura de la flota RA durante el 2021.

Nombre común	Ejemplares (N°)	Captura		
		Embarcado	Muelle	N° (%)
Pez espada	1345	19594	20939	79,8
Marrajo sardinero	438	1762	2200	8,4
Marrajo	60	1144	1204	4,6
Pez sol	117	617	734	2,8
Atún aleta larga	213	359	572	2,2
Azulejo	190	16	206	0,8
Tiburón pejezorro	9	134	143	0,5
Atún chauchera	6	75	81	0,3
Marlín rayado	1	42	43	0,2
Pez luna	26	0	26	0,1
Emperador	13	12	25	0,1
Tiburón pejezorro ojudo	0	18	18	0,1
Atún aleta amarilla	0	15	15	0,1
Tiburón martillo	10	4	14	0,1
Atún ojo grande	4	8	12	0,05
Tiburón cocodrilo	1	3	4	0,02
Dorado	2	0	2	0,01
Raya violeta	1	0	1	0,004
Atún listado	0	1	1	0,004
<b>Total</b>	<b>2436</b>	<b>23804</b>	<b>26240</b>	<b>100,0</b>

### Destino de la captura

Durante el 2021, la flota RA retuvo el 100 % de la captura del pez espada. De las especies de la fauna acompañante, la de mayor captura fue el marrajo sardinero, cuyo porcentaje de retención alcanzó un 79,7 % (16,7 % se descartó y 3,7 % fue liberado). La segunda especie con mayor captura fue el atún aleta larga con un 78,9 % de retención (21,1 % descartado). En tercer lugar, se capturó el tiburón azulejo que principalmente fue descartado en

un 79,5 % (1,1 % retenido y 19,5 % liberado). El tiburón martillo y el tiburón pejezorro tuvieron un 90,0 % y 44,4 %, respectivamente, de sus ejemplares descartados. Los ejemplares de pez luna, raya violeta y tiburón cocodrilo presentaron un porcentaje de liberación superior al 96 %. El resto de la fauna acompañante registró la totalidad de sus ejemplares retenidos (100 %).

## 2.5 Cetáceos dentro de la Zona Económica Exclusiva y Mar Territorial de Chile

El avistamiento de cetáceos fue realizado utilizando el método de muestreo a distancia (Buckland *et al.* 1993) en modo pasivo (passing mode) en el cual la embarcación no altera el rumbo ni de velocidad ante la presencia de un ejemplar avistado.

El equipo de observadores científicos destinados al levantamiento de información recibió un entrenamiento especial y dedicado, en la identificación de cetáceos, muestreo a distancia y recuento de ejemplares, como refuerzo fueron realizadas reuniones periódicas de la revisión metodológica. Además, la rotación de los observadores fue mínima, tratando de mantener siempre a un observador senior, como jefe del equipo.

El equipo de observadores, se ubicó en el lugar más alto y seguro posible de la embarcación, con una altura mayor a 7 m, donde podían tener una visión despejada y de 180° de la proa, cada uno de los observadores se apostó por cada banda de la embarcación (**Figura 25**), desde donde se realizó la detección de ejemplares utilizando como apoyo binoculares portátiles 7x50, los cuales contaba con una retícula interior, la que junto con el ángulo entre la embarcación fueron utilizadas en la estimación de la distancia perpendicular, la posición y hora de observación fueron registradas en un GPS portátil Garmin, las condiciones ambientales fueron reportadas cada 30 minutos (velocidad del viento, cobertura de nubes y altura de la ola).



**Figura 25.** Observadores científicos a bordo del B/I Abate Molina realizando la actividad de avistamiento de cetáceos.

La observación activa, se realizó durante el día, cuando la actividad del crucero estaba dedicada a la prospección por transecta, la cual era interrumpida por la realización de estaciones oceanográficas y lances de pesca, por lo que en promedio los observadores tuvieron periodos de avistamientos de dos hora y media, sin llegar a acumular más de 6 hora diarias de actividad. Otro factor que determinaba el tiempo de avistamiento fue el estado del

mar, ya que se realizaron con Beaufort no mayor a 5 y visibilidad no menor a 1 km.

Las especies avistadas fueron identificadas hasta el menor nivel taxonómico posible. El registro visual de los avistamientos se realizó con una cámara DSLR Réflex Canon EOS 5D Mark IV y un teleobjetivo EF 200-400 mm f 4/I USM, con el cual también se realizó la

corroboración de la especie identificada y se revisó el número de individuos de las agrupaciones. Toda esta información fue ingresada en los Formularios de Registro de Avistamiento de Cetáceos y Esfuerzo de Observación y almacenada en una base de datos Access.

Todos los cruceros se realizaron a bordo del buque de investigación Abate Molina. El primer crucero correspondió al proyecto de Evaluación Hidroacústica del Reclutamiento de Anchoqueta llevado a cabo entre la Región de Atacama y la Región de Coquimbo (RECLAN III y IV; CRC\_23) durante los meses de febrero - marzo y donde se realizaron transectas de 20 M cada una. El segundo crucero de tipo hidroacústico fue el de prospección del Jurel llevado a cabo entre la Región

de Antofagasta hasta la Región de Valparaíso durante los meses de marzo - mayo (JUREL NORTE; CRC\_24), utilizando transectas que en ocasiones llegaban hasta 100 M. El tercer crucero correspondió al proyecto Evaluación Hidroacústica de los Stocks de Anchoqueta y Sardina Común entre la Región de Valparaíso y la Región de Los Ríos llevados a cabo entre mayo - junio (RECLAS V-X; CRC\_25), los que utilizaron transectas entre 5 - 40 M. El último crucero del año correspondió al Monitoreo Bio-oceanográfico (MOBIO MPH; CRC\_26) realizado entre septiembre - octubre entre la zona norte del país y el norte de Chañaral con transectas que variaban entre las 80 y 100 M como máximo (**Tabla 10**). Las millas náuticas no observadas corresponden generalmente a factores climáticos como por ejemplo viento y neblina

**Tabla 10.** Esfuerzo de observación expresado en kilómetros y horas observadas y número de avistamientos correspondientes a cada uno de los cruceros realizados durante el 2021.

	CRC_23	CRC_24	CRC_25	CRC_26
Fecha zarpe	24-feb	30-mar	08-may	22-sept
Fecha recalada	11-mar	02-may	09-jun	25-oct
Zona estudio	27°50 - 30°50 S	23°25 - 39°30 S	32°10 - 39°30 S	18°25 - 26°00 S
M totales	454,6	1111,5	754,6	997,3
M observados	433,7	881,9	582,8	692,3
Horas observadas	54,1	111,8	74,4	88,9
N° de avistamientos	3	39	44	26



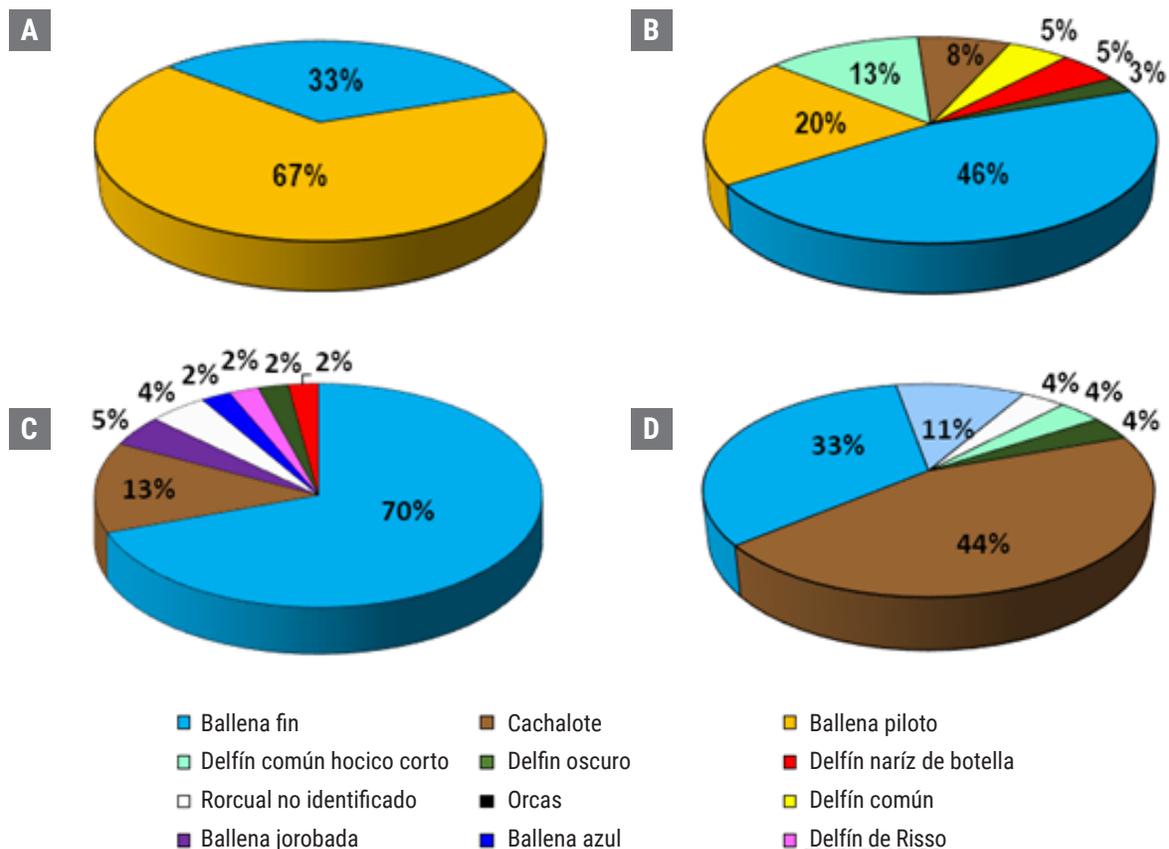
### Esfuerzo de observación

El crucero CRC\_23 registró 3 avistamientos del total de avistamientos registrados en la mayoría estuvo conformado por la ballena fin (*Balaenoptera physalus*; 66,7 %), seguido por la ballena piloto (*Globicephala sp.*; 33,3 %; **Figura 26A**). La mayor agrupación avistada correspondió a ballena piloto, un grupo de entre 6 a 8 individuos en el cual se registró la presencia de crías.

En crucero CRC\_24, la especie más predominante fue ballena fin (46,2 %) seguida de la ballena piloto (13,0 %). En menor frecuencia se registró el delfín común hocico corto (*Delphinus delphis*), cachalote (*Physeter macrocephalus*), delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), delfín común (*Delphinus sp.*) y delfín oscuro (*Lagenorhynchus obscurus*; **Figura 26B**). En tres avistamientos se registró la presencia de crías correspondientes a la especie delfín común hocico corto y ballena piloto, las mayores agrupaciones

correspondieron a los defines, se destacaron dos grupos de delfín común hocico corto (180 - 200 ejemplares) y otro de delfines oscuro (150 - 200 ejemplares).

El crucero CRC\_25 (**Figura 26C**) registró el más alto número de avistamientos y tuvo una mayor diversidad de especies avistadas en comparación a los otros cruceros, donde la especie más predominante fue la ballena fin (69,6 %), seguida de la ballena piloto (13,0 %). En menor proporción se registraron rorcuales no identificado (*Balaenoptera sp.*), ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), delfín nariz de botella, delfín oscuro, ballena azul (*Balaenoptera musculus*) y delfín Risso (*Grampus griseus*). En los dos avistamientos de la ballena jorobada se registró la presencia de crías y la mayor agrupación correspondió al delfín oscuro (45 - 60 ejemplares).



**Figura 26.** Porcentaje de especies de cetáceos o grupos taxonómicos avistados durante cruceros realizados en el año 2021. A) CRC\_23. B) CRC\_24. C) CRC\_25. D) CRC\_26.

En el crucero CRC\_26, los avistamientos más frecuentes fueron de cachalote (32,4 %), seguidos por la ballena fin (24,3 %; **Figura 26D**). En menor proporción se registraron orcas (*Orcinus orca*), rorcuales no identificados, delfín oscuro y delfín común hocico corto. En este crucero se observaron dos avistamientos con crías entre ellas encontramos a ballena fin y delfín común hocico corto. Los delfines presentaron las agregaciones más grandes destacándose un grupo de delfín común hocico corto de 40 a 60 individuos y delfín oscuro con un grupo de 20 a 30 ejemplares.

### Distribución de cetáceos

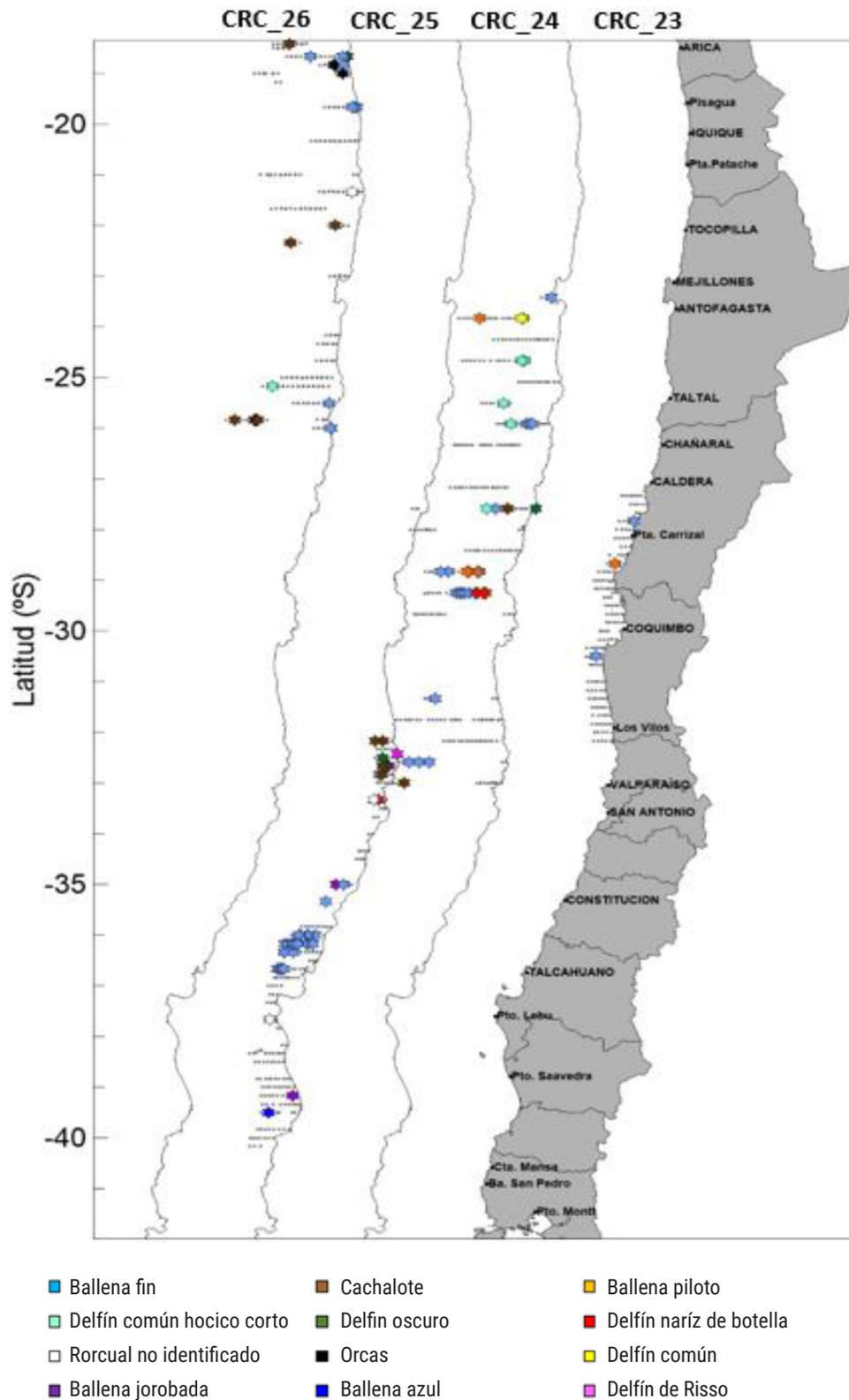
En el CRC\_23, las transectas fueron costeras y los 3 avistamientos estuvieron registrados entre los 27°50'S y los 30°30'S.

En el CRC\_24 la especie más avistada correspondió a la ballena fin, en este crucero abarcó una mayor cobertura latitudinal (23°25' - 32°35'S) con transectas cercanas y alejadas de la costa. Otras especies avistadas durante la realización de este crucero fueron ballenas piloto (23°35' - 29°15'S) y cachalote (27°35' - 32°59'S), además del avistamiento el delfín común hocico corto los que registraron distribuciones entre los 24°39'S y 27°34'S y los otros delfines presentaron distribución latitudinal acotada como delfín común, delfín oscuro y delfín nariz de botella en los 23°49'S, 27°34'S y 29,15°S, respectivamente.

El crucero CRC\_25, presentó un área de prospección al sur del paralelo 32°S, nuevamente la especie más avistada correspondió a la ballena fin registrando su presencia desde el extremo norte de la distribución de los cruceros hasta los 36°39'S, la segunda especie con más avistamiento correspondió al cachalote que presentó una distribución más acotada y se sobrepone al avistamiento sur del crucero CRC\_24 de esta misma especie, es decir entorno de los 32°S. Por otro lado, encontramos al delfín nariz de botella, delfín oscuro y delfín Risso con una distribución más acotada entre los 32°43' - 33°19'S. a diferencia la especie ballena jorobada y rorcual no identificado que presentan 2 avistamientos cada uno, pero su distribución es más amplia entre los 35°0' - 39°9'S para la primera y 33°19' - 37°39'S para la segunda. Por último, la ballena azul presentó el registro más al sur de este crucero (39°30'S)

El CRC\_26, que cubrió el área norte de la zona de estudio, registró como las especies de mayor avistamiento el cachalote (entre los 18°24'S - 25°49'S) y a la ballena fin (entre los 18°39'S - 26°0'S), seguido por orcas distribuida entorno a los 18°S. Por último, se registraron avistamientos puntuales de delfín oscuro (18° 36' S), rorcual no identificado (21°19'S) y delfín común hocico corto (25°9'S; **Figura 27**).





**Figura 27.** Distribución de los avistamientos de cetáceos registrados durante el crucero CRC\_23, CRC\_24, CRC\_25 y CRC\_26. Las líneas punteadas plomas representan las transectas observada y cada punto de color corresponde a un avistamiento.

## 2.6 Diagnóstico del recurso dorado de altura (*Coryphaena hippurus*)

Los datos de dorado de altura en la pesquería de recursos altamente migratorios en Chile, durante sus primeros años han sido incompletos, debido a la confusión del nombre común de esta especie en los anuarios Estadísticos de Pesca, la mayoría de la información asociada a este recurso procede de los informes técnicos elaborados por el Instituto de Fomento Pesquero. A continuación, se sintetiza el estado de conocimiento de la pesquería de dorado de altura basado en la aplicación de una administración con enfoque ecosistémico, y cómo impacta al ecosistema, a modo de identificar las brechas de conocimiento existentes.

Si bien en este objetivo se enfocó en el dorado de altura, se debe tener en cuenta que esta es una especie altamente migratoria lo que conlleva a interrelacionar tanto las normativas generales como particulares y evaluar de manera transversal distintas pesquerías para obtener un contexto ampliado, a modo de recopilar la mayor información e identificar las brechas del conocimiento relacionadas a esta especie.

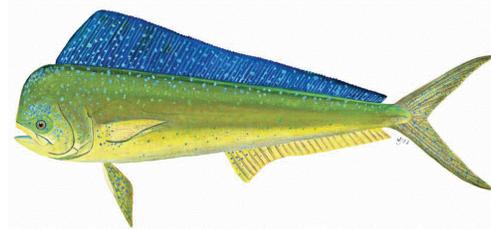
El análisis bibliográfico se centró en artículos científicos, informes, anuarios estadísticos, leyes y decretos, además de la revisión de la base de datos histórica de IFOP y matrices de datos SERNAPESCA.



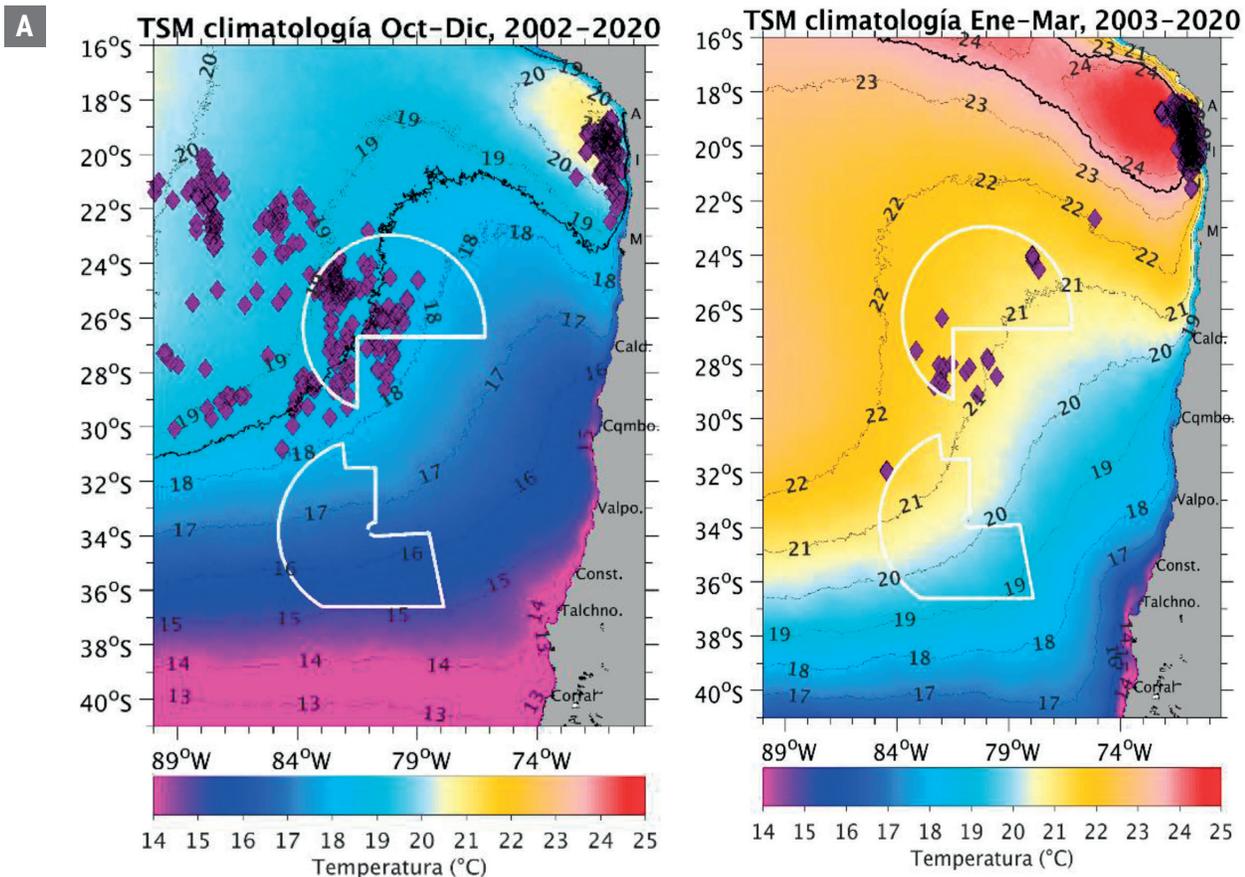
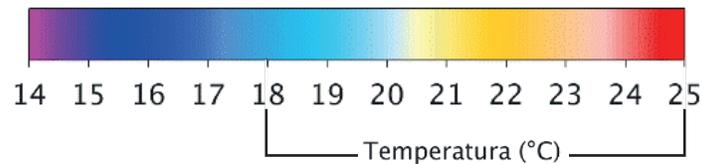
### Preferencias ambientales del dorado de altura

El análisis histórico de la distribución de capturas de dorado de altura asociado con variables ambientales provenientes de imágenes satelitales indicó que, los

registros de estas capturas estuvieron asociadas entre los 18° C y 25,3 °C entre primavera y verano (**Figura 28**), mientras que valores de clorofila-a entre 0,3 – 1,5 mg/m<sup>3</sup>.



Rango de temperatura en que se encuentra el dorado de altura



**Figura 28.** Climatología estacional (2002-2020) de Temperatura Superficial del Mar (TSM, en °C). A) primavera. B) verano. El símbolo de rombo indica las posiciones de captura históricas (2001-2020) de la especie objetivo dorado de altura.

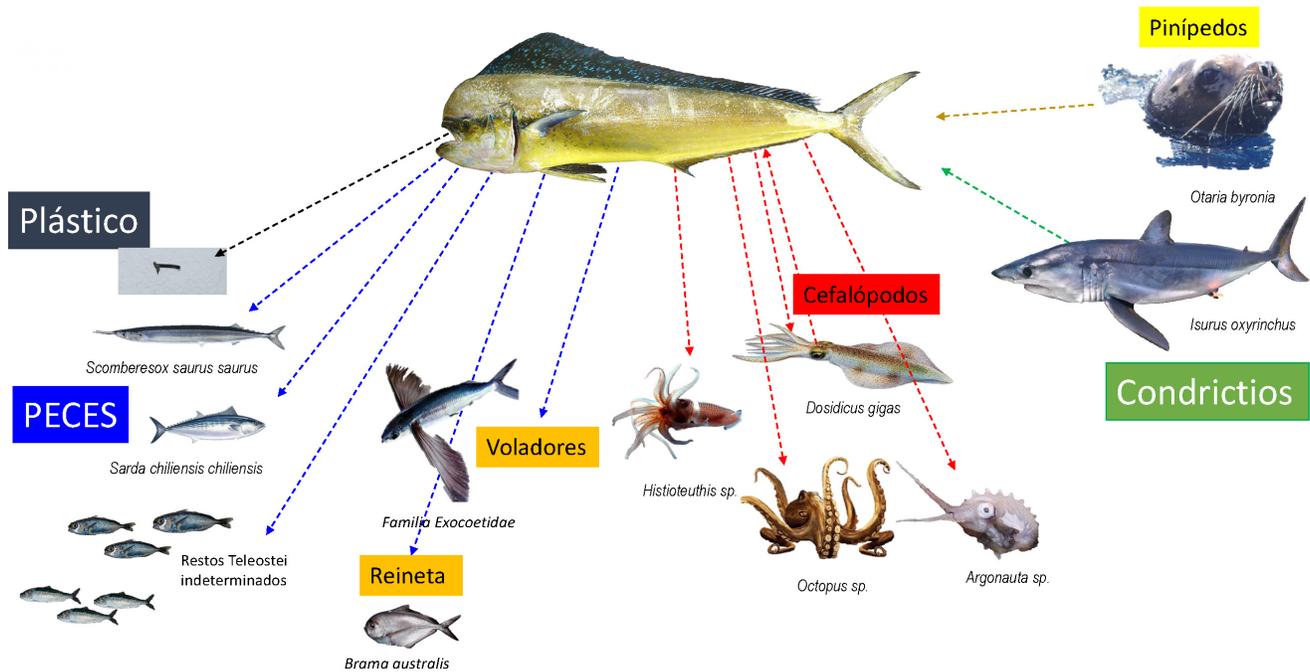
### Interacciones y tramas tróficas del dorado de altura

Hasta la fecha existe un reducido número de documentos científicos que detallen la estructura trófica del dorado de altura en aguas chilenas, limitándose a un bajo número de estómagos analizados complementado con análisis de isótopos estables. Este reducido número de registros (**Figura 30**) es bastante inferior en comparación a las numerosas investigaciones realizadas fuera de la ZEE chilena en el Océano Pacífico Oriental (Zárate *et al* 2022).

Dependiendo de la especie objetivo del lance de pesca en la flota espinelera, se utiliza un tipo de carnada particular, siendo preferible utilizar jibia y/o pez volador cuando el lance

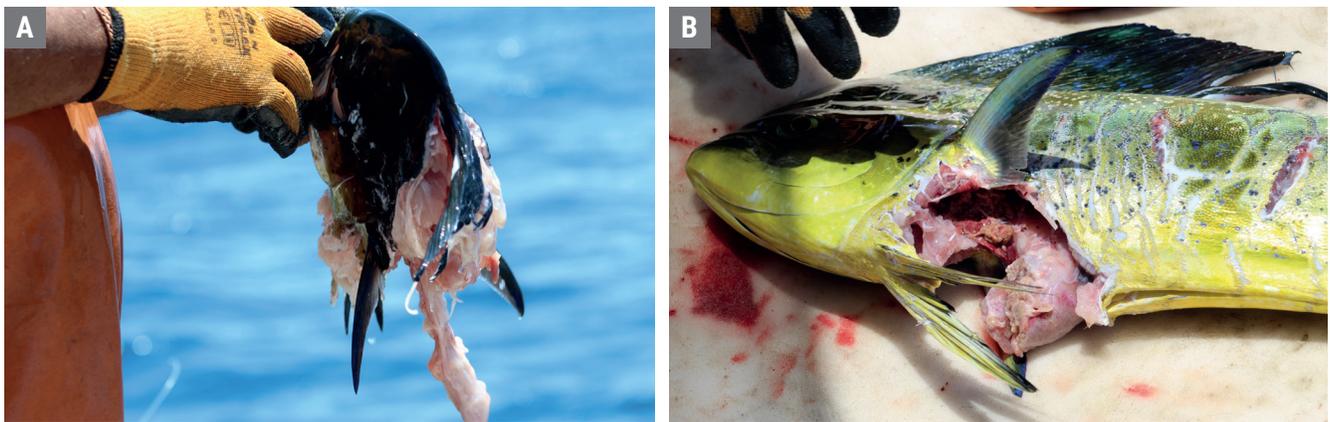
es dirigido a dorado de altura (Barría *et al.* 2010). Basado en la carnada utilizada por esta flota en Chile, se puede inferir en parte la preferencia alimenticia del dorado de altura, lo cual es consistente con lo descrito en otros trabajos científicos, para los cuáles los peces voladores (Familia Exocoetidae) y jibia (*Dosidicus gigas*) han sido descritas como parte de su dieta en el OPO. Si bien el registro de presas del dorado de altura en Chile es bajo (**Figura 29**), esta limitante tendría directa relación con el bajo número de estómagos analizados, los cuáles no excederían las 50 muestras, las cuáles muchas veces vienen vacíos o con presas con un avanzado grado de digestión.

### Trama trófica del dorado en Chile



Cáceres 2007, Barría *et al.* 2009, 2015, 2016; Zárate *et al.* 2019, 2020)

**Figura 29.** Trama trófica del dorado de altura basado en estudios de contenido estomacal en Chile.



**Figura 30.** Depredación de dorado de altura por lobos marinos. A) Cabeza de dorado. B) Dorado mordido a nivel del estómago. Imágenes: Iliá Cari, IFOP.

Con respecto a los depredadores del dorado de altura, basado en los registros de operación pesquera y el reporte del descarte de alta calidad compuesto principalmente por cabezas de dorados, provocado principalmente por lobos marinos y en menor grado por jibias (**Figura 30A**) se puede catalogar al lobo marino común (*Otaria byronia*) como uno de los depredadores de esta especie en aguas chilenas, lo cual ha persistido hasta la actualidad (**Figura 30B**).

Por otro lado, Barría *et al.* (2016) señala la presencia de restos de dorado de altura dentro del contenido estomacal

del tiburón marrajo (*Isurus oxyrinchus*) identificándolo como otro depredador de esta especie, sin embargo, posterior a este registro no se ha reportado presencia de dorado de altura en el contenido estomacal del tiburón marrajo hasta la fecha.

Por otro lado, el año 2019 se registró por primera vez la presencia de plástico en el contenido estomacal de un ejemplar de dorado de altura (Zárate *et al.* 2020), en particular, plástico de material utilizado probablemente durante las faenas de pesca.



### 3. REFERENCIAS

- Barría P, Azócar J, Vernal C, González A, Mora S, Cerna F, Miranda H, Cid L (2010) Investigación Situación Recursos Altamente Migratorios. Informe Final. IFOP - Subsecretaría de Pesca. 793 pp.
- Barría P, Azócar J, González A, Bernal C, Mora S, Cerna F, Devia D (2015) Programa Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Situación Recursos Altamente Migratorios, año 2014. Informe final. Valparaíso.
- Barría P, Azócar J, González A, Devia D, Mora S, Cerna F, Cid L, Miranda H, Zárate P, Urzúa A (2016) Programa de Seguimiento Recursos Altamente Migratorios, 2015. Informe Final. IFOP - Subsecretaría de Pesca. 716 pp.
- Buckland ST, Elston DA (1993) Empirical models for the spatial distribution of wildlife J Appl Ecol, 30: 478-495.
- FAO (1995) Precautionary approach to fisheries. FAO Fisheries Technical Paper No. 350 (Part 1). Roma, FAO. 47 pp.
- Zárate P, Cari I, Clavijo L, Azócar J, Saavedra JC, Devia D, Salinas C, Klarian S, Harrod C, Vargas F, Fernandoy F, Moreno Y, Cárcamo C, Quintanilla I, Curaz S, Julca J, Fernández M, Bedriñana L, Hucke R, Viddi F, LaCasella E, Roden S, Dutton PH, Bello R, González D (2019). Pesquería Recursos Altamente Migratorios, Enfoque Ecosistémico, año 2018. Informe Final. Convenio de Desempeño 2018. Instituto de Fomento Pesquero. 374 pp.
- Zárate P, Cari I, Clavijo L, Devia D, Bedriñana L, Hucke R, Viddi F, Quiroga E, Salinas N, Muñoz Cyndi, Vásquez C, Cifuentes U, Bello R, González D, Sepúlveda C, Aalbers S, Ogueda A, LaCasella E, Roden S, Dutton PH (2020) Pesquería Recursos Altamente Migratorios, Enfoque Ecosistémico, año 2019. Informe Final. Convenio de Desempeño 2019. Instituto de Fomento Pesquero. 305 pp.
- Zárate P, Cari I, Clavijo L, Devia D, Romero P, Bedriñana L, Hucke R, Viddi F, Acosta J, Bonicelli J, Cifuentes U, Bustamante A, Bello R, Quiroga E, Salinas N, Muñoz C, Vásquez C (2021). Pesquería Recursos Altamente Migratorios, Enfoque Ecosistémico, año 2020. Informe Final. Convenio de Desempeño 2020. Instituto de Fomento Pesquero. 476 pp. más anexos.
- Zárate P, Cari I, Clavijo L, Devia D, Acosta J, Romero P, Bedriñana L, Bello R, Vega D, González J (2022). Pesquería Recursos Altamente Migratorios, Enfoque Ecosistémico, año 2021. Informe Final. Convenio de Desempeño 2021. Instituto de Fomento Pesquero. 306 pp. más anexos.







## BOLETÍN DE DIFUSIÓN

Seguimiento Pesquerías Recursos Altamente Migratorios Enfoque Ecosistémico.  
Año 2021.

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Febrero 2023.

El Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) es una corporación de derecho privado, sin fines de lucro, que fue constituida en el año 1964 por la Corporación de Fomento de la Producción. En su primera etapa cumplió acciones de fomento de la pesca y la acuicultura, y luego se especializó como una organización científica para asesorar permanentemente al Estado, con el fin de contribuir al desarrollo sostenible de la actividad pesquera y acuícola del país y la conservación de los ecosistemas marinos.

IFOP posee tres grandes áreas de especialización, la primera ubicada en Valparaíso orientada a la investigación pesquera, la segunda ubicada en Puerto Montt, asociada a la investigación acuícola y la tercera, en oceanografía y medio ambiente. Además, la institución tiene una cobertura nacional con 9 sedes desde Arica a Puerto Williams y 41 centros de muestreo a lo largo de la costa de Chile, lo que le permite tener contacto directo con los diversos usuarios y poder efectuar adecuadamente la recopilación de datos pesqueros, biológicos y económicos asociados a la actividad extractiva de las diversas flotas, como también realizar investigaciones asociadas a la acuicultura y el medio ambiente.

La misión de nuestro instituto se concreta gracias al trabajo constante y permanente de los diversos equipos humanos que lo componen y con la invaluable colaboración de los actores del sector pesquero y acuícola de nuestro país.



[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)