

INFORME
PROPUESTA PARA LA ELIMINACIÓN PROGRESIVA
DE LA PESCA DE ARRASTRE EN CHILE



**PROPUESTA PARA LA ELIMINACIÓN
PROGRESIVA DE LA PESCA DE ARRASTRE
EN CHILE**

AUTORES
CATALINA SAPAG, MATTHIAS GORNY
Y LIESBETH VAN DER MEER

2016

CONTENIDOS

LA PESCA DE ARRASTRE DE FONDO DAÑA LA VIDA MARINA, EL FONDO MARINO Y TIENE CONSECUENCIAS PARA OTRAS PESQUERÍAS	8
LA PESCA DE ARRASTRE DE CRUSTÁCEOS EN CHILE	10
OBJETOS LEGALES DE LA PESCA DE ARRASTRE	10
FAUNA ACOMPAÑANTE EN LA PESCA DE ARRASTRE DE CRUSTÁCEOS	11
CAPÍTULO 1. ZONAS DE AVANCE ESPACIAL DE LA PESCA DE ARRASTRE (2003-2014)	13
MAPEO DE LOS SITIOS UTILIZADOS POR LA FLOTA ARRASTRERA DE CRUSTÁCEOS MENORES ENTRE EL 2003 Y EL 2014	13
LA FLOTA ARRASTRERA DE CRUSTÁCEOS MENORES TUVO UNA EXPANSIÓN ANUAL DE 554 KM ² PROMEDIO ENTRE EL 2003 Y EL 2014	15
<i>SUPERFICIE ARRASTRADA Y EXPANSIÓN SUPERFICIAL ENTRE EL 2003 Y EL 2014</i>	15
<i>MOVIMIENTO DE LA FLOTA ARRASTRERA DE CRUSTÁCEOS MENORES ENTRE EL 2003 Y EL 2014</i>	15
CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE CONGELAMIENTO DE LA HUELLA DE LA FLOTA ARRASTRERA DE CRUSTÁCEOS MENORES	19

CAPÍTULO 2. ÁREAS VULNERABLES A LA PESCA DE ARRASTRE DE CRUSTÁCEOS	21
DIAGNÓSTICO DE ZONAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN MARINA EN LA PESQUERÍA DE ARRASTRE DE LANGOSTINO Y CAMARÓN NAILON EN CHILE	22
<i>UNIDADES DE PLANIFICACIÓN (UP)</i>	22
<i>RIQUEZA DE ESPECIES (S)</i>	23
<i>VALORES DE CONSERVACIÓN (VC)</i>	23
<i>ANÁLISIS CLUSTER LISA USANDO LA ESTADÍSTICA DE ANSELIN Y MORAN'S LOCAL Z-SCORE (LMIZ-SCORE)</i>	23
<i>DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA BIOMASA DE CRUSTÁCEOS Y DE LA FAUNA ACOMPAÑANTE</i>	24
<i>ANÁLISIS DE PROCESOS ECOLÓGICOS</i>	24
RESULTADOS	25
<i>DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LANCES DE PESCA</i>	25
<i>DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA BIOMASA DE LOS CRUSTÁCEOS Y DE SU FAUNA ACOMPAÑANTE</i>	26
<i>BIODIVERSIDAD MARINA DE LA ZONA DE PESCA DE ARRASTRE DE CRUSTÁCEOS</i>	28
<i>CONCENTRACIÓN DE LA RIQUEZA DE ESPECIES CON MAYOR IMPORTANCIA</i>	29
IMPACTO PRODUCIDO POR LA PESCA DE ARRASTRE EN LA ZONA DE LA HIGUERA	30
RESULTADOS	32
CONCLUSIONES	37
CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE ÁREAS PREFERENTES PARA LA CONSERVACIÓN	38
REFERENCIAS	40
ANEXO 1.	44
ANEXO 2.	51



RESUMEN EJECUTIVO

Con el propósito de avanzar en lo anunciado por la Presidenta Michelle Bachelet en su Programa de Gobierno 2014-2018, en el cual se plantea la “eliminación progresiva de la pesca de arrastre, mediante una transición que genere los mínimos impactos en la industria nacional”, Oceana ha elaborado una propuesta, que bajo metodología científica, detalla las zonas prioritarias para la eliminación de este arte de pesca.

Actualmente en Chile se utiliza el arrastre de fondo para la pesca de crustáceos y de merluza común. Existen un sinnúmero de pesquerías que utilizan arrastre de media agua, pero esta propuesta, al ser progresiva, solo se enfoca en la pesca de arrastre de fondo.

El estudio mapea por 10 años el movimiento de la pesca de arrastre de crustáceos, identificando que existe un constante movimiento a áreas nunca antes arrastradas. Una expedición conducida por Oceana también muestra el presente estado de las áreas vulnerables afectadas por el arrastre.

A su vez, el estudio distingue, mediante un análisis estadístico, áreas preferentes para la conservación tomando en cuenta la biomasa y la riqueza de grupos de especies importantes en las zonas de surgencia. Estas zonas son relevantes debido a la alta producción de fito y zooplancton, resultando en sitios de alimentación de numerosos recursos hidrobiológicos, incluyendo ballenas, aves marinas y otros depredadores topos. Además, representa una alta variedad de procesos y hábitats fundamentales para la conservación.

En el caso de la pesquería de arrastre de fondo de la merluza común, la cual se encuentra en estado de colapso y cuyo análisis muestra una disminución anual de un 6 por ciento de su biomasa desovante (Anexo 2), la propuesta contempla el cambio del arte de pesca por otro que asegure la selectividad del recurso, modificación que no afectaría los trabajos del sector.

La presente propuesta incluye dentro de sus criterios generar un impacto mínimo a nivel económico y social. Es por esto que consideramos para la industria de pesca de arrastre de crustáceos, el cierre de algunas zonas prioritarias de conservación, y para el resto de las áreas un congelamiento de la huella del arrastre con el fin de evitar su expansión a zonas nuevas.

Para la eliminación del arrastre de fondo de forma progresiva, la propuesta de Oceana incluye los siguientes puntos:

- Congelamiento de la huella del arrastre para aquellas pesquerías que utilizan arrastre de fondo como arte de pesca. La huella se debe mantener en aquella utilizada en los años 2013 y 2014.
- Eliminar la pesca de arrastre de fondo en ecosistemas vulnerables y toda aquella actividad dentro de las 5 millas.
- Prohibición de la pesca de arrastre de fondo en todas aquellas pesquerías que se encuentren en estado de colapso o agotamiento.

LA PESCA DE ARRASTRE DE FONDO DAÑA LA VIDA MARINA, EL FONDO MARINO Y TIENE CONSECUENCIAS PARA OTRAS PESQUERÍAS

La pesca de arrastre, una de las formas de pesca más dañinas, es un método no selectivo ampliamente utilizado para capturar peces e invertebrados marinos que consiste en el arrastre de una red a través del agua detrás de uno o más botes. Esta técnica se puede dividir en dos tipos: la pesca de arrastre de media-agua y la pesca de arrastre de fondo. Las redes de arrastre de media-agua o pelágicas son utilizadas para capturar peces en la columna de agua, lo que tiene un efecto sobre la diversidad biológica ya que remueve grandes porciones de la población objetivo y de otras especies, que pueden corresponder a especies en peligro de extinción, indiscriminadamente. La mayor parte del arrastre, sin embargo, ocurre en el fondo marino (Watling y Norse, 1998), en el que unas redes pesadas y sus engranajes son arrastrados por este para capturar peces demersales e invertebrados bentónicos. Este tipo de pesca no sólo tiene un impacto directo sobre las poblaciones de peces y las comunidades bentónicas de las zonas donde es utilizada, sino que también daña el fondo marino y puede tener efectos a largo plazo en el ecosistema al alterar las propiedades físicas de sus sedimentos (Hiddink *et al.*, 2006, Tillin *et al.*, 2006, Puig *et al.*, 2012), por ejemplo a través de la erosión y resuspensión de sedimentos finos, que son una fuente importante de comida y hábitat para pequeños organismos que se encuentran en los niveles inferiores (base) de las tramas tróficas, esta resuspensión equivale a la de sedimentos causada por los ríos del mundo (Ferdinand *et al.*, 2015).

También es importante considerar que los ambientes naturales sedimentarios no son planicies homogéneas de arena o de barro, sino que poseen estructuras tridimensionales que se crean por variaciones en el sustrato o por alteraciones biológicas, se ha demostrado que estas estructuras son importantes para el proceso de asentamiento y que proveen refugio contra depredadores para muchas especies de importancia comercial. Estas estructuras se ven alteradas tras el paso de la red, de modo que la pesca de arrastre tiene efectos secundarios sobre otras pesquerías (Gray *et al.*, 2006).

Datos históricos de este arte de pesca se remontan a mediados de los 1300s, pero esta práctica se volvió ampliamente utilizada a fines del siglo XIX con la industrialización de las pesquerías. Actualmente las pesquerías están expandiéndose progresivamente hacia mayores profundidades debido a que la abundancia de los recursos de aguas costeras ha declinado marcadamente durante los últimos 50 años (Pusceddu *et al.*, 2014). Como resultado de esto, la pesca de arrastre hoy en día ocurre en montes marinos y en el talud continental a profundidades mayores a los 1000 m (Kaiser *et al.*, 2002).

En Chile la pesca de arrastre de crustáceos bentónicos, que tiene como principal objetivo la pesquería de langostino (amarillo y colorado), se inicia en 1953 (Arana y Pizarro, 1970) y se ha desarrollado en profundidades entre los 100 y los 750 m. La

pesquería de crustáceos demersales, que comprende al langostino amarillo, colorado, gambas y camarón nailon, en Chile se desarrolla entre la región de Atacama y la región del Bío-Bío donde opera una flota arrastrera multiespecífica (Zilleruelo *et al.*, 2015).

El langostino amarillo (*Cervimunida johni*, Porter 1903), que es una especie endémica, fue la especie objetivo en los inicios de la pesquería de crustáceos en Chile en los años 50. Los mayores desembarques se presentan en el año 1965 seguidos de un decrecimiento constante hasta 1973 lo que causó que la flota se desplazara hacia el sur en busca del recurso, encontrando importantes caladeros de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*, H. Milne Edwards 1837). La sobreexplotación de ambas especies en los 70 conduce al cierre temporal de la pesquería. En los años 80 existe una leve recuperación del recurso debido a una reducción del esfuerzo pesquero (Arancibia *et al.*, 2005). En los 90 la pesquería fue dividida en centro norte y centro sur. La zona norte no ha presentado vedas extractivas. La zona centro sur que abarca de la V a la X región es declarada como pesquería en recuperación en 1996 y a partir de año 2001 fue sometida a veda dado a una baja abundancia reportada por las evaluaciones directas. Desde el año 2008 la pesquería se abre nuevamente entre la V y VI región. A partir del año 2010 se designan cuotas de captura en la VII y VIII región (Zilleruelo *et al.*, 2015).

Por su parte la explotación del langostino colorado se inicia a fines de los años 60 cuando los caladeros de pesca se concentraban frente a San Antonio en la V región. A fines de los años 70 tras una fuerte presión extractiva, la flota se desplaza al sur en busca de caladeros hasta Punta Achira y San Vicente en el Golfo de Arauco (Bahamonde *et al.*, 1986). Entre los años 1980 y 1982 se declara la primera veda extractiva producto de bajas locales del recurso conducentes al agotamiento en el corto plazo (Anon, 1991). En adelante, con la actividad concentrada en la VII y VIII región, no se observa una clara recuperación, lo que llevó finalmente a decretar una segunda veda entre 1989 y 1991. La biomasa y abundancia de este recurso presenta grandes fluctuaciones año a año por lo que a partir del 2001 existen vedas reproductivas (Zilleruelo *et al.*, 2015).

Otra especie objetivo de la pesquería de crustáceos chilena es el camarón nailon (*Heterocarpus reedi*, Bahamonde 1955) la cual se caracteriza por sus hábitos bentónicos y por habitar en fondos arenosos

fangosos y rocosos bajo el límite de la masa de agua antártica intermedia (Bahamonde y Henríquez, 1970). Esta pesquería comprende desde los 21°26' S hasta los 38°28' S. Entre la V y la VIII región se aplicaron una serie de cierres temporales desde el año 2001 para la recuperación de la abundancia de esta especie. Así también se organizó la pesquería en distintas zonas agrupando en el centro norte las regiones entre la II y la IV y en el centro sur entre la V y la VIII región. Desde el año 2014, la pesquería se encuentra en régimen de plena explotación (Zilleruelo *et al.*, 2015).

Por otro lado, la gamba (*Haliporoides diomedea*, Faxon 1893) que pertenece a la familia Penaeidae, habita en profundidades promedio de 600 m y su área de captura se centra en la V y VI región (Zilleruelo *et al.*, 2012). Los desembarques de este recurso en sus primeros años de extracción estuvieron asociados a la pesquería de camarón nailon, y a partir del año 2002 se desarrolla como especie objetivo. A partir del año 2004 se implementaron cuotas de captura que permanecieron vigentes hasta el año 2008, sin embargo, el desembarque decrece sostenidamente y se registran valores equivalentes a la mitad de la cuota. A partir de 2009, no se asignan cuotas anuales, registrándose para los últimos años desembarques que no superan las 80 t, con un escenario similar a los inicios de la pesquería y poco interés por parte de los armadores en capturar este recurso (Zilleruelo *et al.*, 2015).

En la pesquería de crustáceos demersales, se encuentran operando 26 embarcaciones de las cuales 19 corresponden a la flota industrial, de eslora entre los 20 y los 23 m y una potencia de motor que fluctuó entre los 200 y 450 HP, siendo la mayoría de 400-450 HP; y siete a la flota artesanal, las que presentaron una eslora menor que las industriales, siendo la mayoría entre 15 y 20 m, con una potencia entre 120-250 HP y una capacidad de bodega menor a los 25 m³. Dichas naves realizan faenas de pesca de arrastre entre los 100 y 750 metros de profundidad. Las capturas por viaje varían entre 0,5 y 15 t, con importantes oscilaciones dependiendo del recurso, la zona de pesca y el mes. Las diferencias entre embarcaciones industriales y artesanales son menores y todas ocupan como arte de pesca el arrastre de fondo (Zilleruelo *et al.*, 2015).

En el año 2014 la pesca de arrastre de crustáceos desembarcó alrededor de 14500 t cuyo valor promedio de exportación es de 17,000 US\$/t.

LA PESCA DE ARRASTRE DE CRUSTÁCEOS EN CHILE

La pesca de arrastre de crustáceos se ha practicado principalmente a profundidades de 100 a 300 m y entre los 26° y los 38°S (Parraga *et al.*, 2012). Actualmente con dicho arte se capturan además distintas especies de peces como la merluza de cola, merluza común, besugo y congrio dorado.

La red de arrastre de fondo está diseñada y aparejada para capturar especies que viven sobre o cerca del fondo marino y presenta forma de cono. La parte final o trasera de la red se conoce como copo, y su función es retener la captura. Normalmente las redes tienen dos alas laterales (una por cada lado) que se extienden por delante de la abertura o boca de la red. La boca de la red, en su parte superior está limitada por la relinga de flotadores y en su parte inferior por el tren de arrastre y la relinga inferior o borbón (Informe Técnico R.PESQ N°127/2012). Muchas redes están equipadas, además, en su parte inferior, con grandes discos de goma o cilindros de acero en que pasan sobre obstrucciones como rocas o cabezas de corales que de otra forma podrían engancharse en la red (Watling y Norse, 1998).

Otro tipo de red, las de arrastre de vara, se mantienen abiertas por una vara de acero (apertura total 4-12 m) en vez de por las alas laterales y típicamente están equipadas con cadenas que tienen un peso en vacío de hasta 13 t (Fig. 1, Anexo 1).

Cuando el copo se ha llenado con decenas de miles de kilogramos de organismos marinos, rocas y barro y es arrastrado por kilómetros, tanto este como las aletas laterales y los cilindros de acero pueden perturbar el fondo marino (Watling y Norse, 1998). Es por esto que la pesca de arrastre de fondo tiene muchos efectos más allá del empobrecimiento de las poblaciones de los recursos alimenticios provenientes del mar, como por ejemplo la alteración de la morfología del fondo del mar y de los ciclos de nutrientes encontrados en este, el aumento de la turbidez del agua, alteraciones a la biodiversidad y mortalidad bentónica y la resuspensión de sedimentos (Thrush y Dayton, 2002).

OBJETOS LEGALES DE LA PESCA DE ARRASTRE

En Chile se encuentran prohibidas las actividades

extractivas con artes y aparejos de pesca que afecten el fondo marino dentro de la franja costera de la primera milla marina (Art. 5 de la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA)). Asimismo, está prohibido el uso de redes de arrastre en todas las aguas interiores de las regiones X, XI y XII, salvo excepciones expresas (D.S. (MINECON) N°445 de 1989).

La Ley N° 19.907 modificó el artículo 49 de la LGPA, prohibiendo el empleo tanto de redes como de sistemas de arrastre de fondo dentro del área de reserva artesanal, exceptuando de la prohibición las pesquerías que solo pueden operar con dichas redes y sistemas.

El reglamento que regula la utilización de sistemas de redes y arrastre de fondo en las pesquerías de crustáceos (D.S. (MINECON) N° 200 de 2003), indica que las actividades pesqueras industriales y artesanales de langostino colorado, langostino amarillo, camarón nailon y gamba no quedarán sometidas a la prohibición del empleo de redes y sistemas de arrastre de fondo en las áreas de reserva artesanal de la III y la IV región, por fuera de la primera milla marina, para las naves industriales autorizadas y las naves artesanales inscritas en las respectivas pesquerías a la fecha de publicación de la Ley N° 19.907. También se exceptúan de la prohibición las actividades de investigación debidamente autorizadas por la Subsecretaría de Pesca, en el área de reserva artesanal de la II a la VIII región, por fuera de la primera milla, para las pesquerías de los crustáceos mencionados.

De acuerdo a lo establecido en el artículo 47, párrafo tercero, de la Ley General de Pesca y Acuicultura, la Subsecretaría de Pesca autorizó transitoriamente por un plazo de cinco años las actividades pesqueras industriales mediante arrastre en algunos sectores dentro del área de reserva artesanal de la IV región, para las pesquerías de langostino colorado, langostino amarillo, camarón nailon y gamba (Res. (SUBPESCA) N°2280 de 2011).

En el caso específico de las redes de arrastre, para el langostino colorado se encuentra establecido en 50 mm el tamaño mínimo de malla del copo de las redes de arrastre a utilizar en la captura del recurso. Este tamaño mínimo será equivalente a la distancia medida entre los bordes internos de los nudos limpios que forman la malla. Asimismo, se prohíbe el uso de cubrecopo en las redes de arrastre referidas en el numeral anterior (Res. (SUBPESCA) N°331/1992).

Las secciones que constituyen el túnel y copo de las redes de arrastre deberán estar construidas por paños de red con tamaños mínimos de claro de malla según la especie objetivo (Informe técnico SUBPESCA (R. Pesq.) N°017/2013):

- Camarón nailon y gamba, entre la II y la VIII Región: 50 mm
- Langostino amarillo, entre la III y la VIII Región: 60 mm
- Langostino colorado, entre la XV y la VIII Región: 60 mm

Por otra parte, el Artículo 4° de la Ley General de Pesca y Acuicultura faculta a la Subsecretaría de Pesca para la fijación de las dimensiones y características de las artes y los aparejos de pesca, en toda área de pesca e independientemente del régimen de acceso a que se encuentre sometida, mediante resolución fundada, previo informe técnico del Consejo Zonal de Pesca que corresponda. Mediante esta facultad, se establecieron las dimensiones y características del arte de pesca de arrastre para la flota industrial y artesanal que opera en las cinco unidades de pesquería y su respectiva fauna acompañante como los tamaños de hilos, tamaño mínimo de claro de malla, la protección contra el roce y se fijan las proporciones de un dispositivo de escape para fauna acompañante (Informe técnico SUBPESCA (R. Pesq.) N°017/2013).

FAUNA ACOMPAÑANTE EN LA PESCA DE ARRASTRE DE CRUSTÁCEOS

El término "capturas incidentales" ha sido objeto de distintas interpretaciones, de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) se puede definir como la parte de la captura consistente en especies o conjuntos de especies que no son el objetivo de la pesca. También llamado bycatch o fauna acompañante esta pesca puede ser conservada o descartada, ya sea porque una especie determinada de fauna acompañante excede la cuota permitida o porque su valor económico es muy bajo y por ende no es considerada dentro de los desembarques totales (Harrington *et al.*, 2005).

La pesca incidental, y particularmente aquella que es descartada, constituye un serio problema de conservación ya que recursos vivos valiosos son desperdiciados, poblaciones de especies raras y en peligro se ven amenazadas, stocks de recursos

alimenticios que ya están explotados se ven impactados aún más y ocurren cambios en la estructura de las tramas tróficas y en los hábitats. El descarte también resulta en un desperdicio substancial de posibles recursos alimenticios (Alverson y Hughes, 1996; Crowder y Murawski, 1998; Morgan y Chuenpagdee 2003). Globalmente se estima que para la pesca de arrastre la proporción de pesca que es descartada corresponde a un 40 por ciento de las capturas totales (Davies *et al.*, 2009).

El bycatch, al remover individuos indiscriminadamente, tiene consecuencias tanto ecológicas como económicas y para el manejo de pesquerías ya que parte de estos individuos que son capturados incidentalmente pueden corresponder a juveniles que en su estadio adulto serían el objetivo de otra pesquería (Broadhurst, 2000).

En el caso de la pesquería de arrastre de crustáceos nacional, la fauna acompañante, consiste de 40 especies de las cuales la mayoría posee un valor de mercado alto, por lo cual no son descartadas. De estas 40 especies, 29 se encuentran en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en distintos grados de conservación.

Los porcentajes de bycatch difieren tanto en zonas de pesca como por pesquería objetivo. La pesca de arrastre de camarón casi universalmente es la que presenta los mayores valores de pesca incidental y descartes (Alverson *et al.*, 1994). Es así que en Chile la pesquería del camarón nailon presentó el año 2014 el mayor índice de pesca incidental con hasta un 20 por ciento de pesca no objetivo, siendo la merluza común la especie más representada dentro de este porcentaje (Zilleruelo *et al.*, 2015).

La pesquería del langostino colorado y amarillo presentan menores índices de bycatch siendo, igualmente, la merluza común la especie no objetivo de mayor importancia. Aunque en términos relativos el bycatch de merluza común representa unas 232 t totales, si se tiene en cuenta que la merluza común se encuentra actualmente considerada como una pesquería colapsada, el bycatch representa una seria amenaza para su conservación (Zilleruelo *et al.*, 2015).

En la pesca de arrastre de crustáceos existe un porcentaje no conocido de pesca descartada, ya que el programa de descarte nacional para esta pesquería comenzó en abril del 2013 y se extiende hasta marzo del 2014 (Zilleruelo *et al.*, 2015).



CAPÍTULO 1. Zonas de avance espacial de la pesca de arrastre (2003-2014)

En los últimos 60 años las pesquerías del mundo han sufrido un dramático desarrollo y se ha observado un gran aumento de su producción, actualmente estas son importantes para la economía de los países y para el bienestar de muchas comunidades costeras que dependen de ellas. La mantención de la sustentabilidad y prosperidad a largo plazo de las pesquerías marinas es no sólo de importancia política y social, sino que también de importancia económica y ecológica (Yimin & Cochrane, 2011).

Dentro de las técnicas de pesca más utilizadas alrededor del mundo, y a la vez una de las más dañinas y menos sustentables, se encuentra la pesca de arrastre de fondo.

Como esta actividad se ha registrado desde los años 50 en Chile, es casi imposible reconstituir cómo fue el fondo marino en estas áreas, ni analizar las tramas que aquí existieron hace más de 60 años dado el daño causado históricamente por este arte de pesca. En este capítulo, sin embargo, se utilizan distintas metodologías para analizar los movimientos de la flota arrastrera de crustáceos menores y se demuestra que, contrario a lo proclamado por la industria, esta flota año a año utiliza nuevas áreas.

MAPEO DE LOS SITIOS UTILIZADOS POR LA FLOTA ARRASTRERA DE CRUSTÁCEOS MENORES ENTRE EL 2003 Y EL 2014

Se confeccionaron mapas que muestran el movi-

miento espacial de la flota arrastrera para la pesca de crustáceos menores durante el período entre el 2003 y el 2014 y entre la III y la VIII región (aproximadamente 26°S y 37°S), correspondiendo a la unidades pesqueras centro norte (III y IV región) y centro sur (V-VIII región).

La pesca de arrastre de crustáceos menores incluye al camarón nailon (*H. reedi*), langostino amarillo (*C. johni*), langostino colorado (*P. monodon*) y ocasionalmente gamba (*H. diomedea*).

Para el análisis del espacio geográfico ocupado por estas pesquerías se utilizaron los informes del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) (Tab. 1) donde se encuentran mapas georeferenciados indicando la distribución espacial del rendimiento de pesca dentro de celdas de 2x2 grados de latitud y longitud. La superficie de estas celdas equivale a 4mn² y 13,69 km².

El análisis espacial y el mapeo se realizaron con el programa ArcMap 10.1. Primero se extrajeron los mapas de los informes del IFOP como imágenes los cuales se transformaron mediante ArcMap en raster georeferenciados. Luego, con el mismo software, se generaron grillas de 4 mn² y se transfirieron los puntos de los raster a valores numéricos en las celdas de las grillas, donde 0 indica celdas sin uso y 1 celdas usadas (con capturas, independiente del número de lances por celda). Este procedimiento se realizó por separado para cada recurso estudiado y para cada región.

Luego se juntaron las grillas en un solo archivo por recurso, indicando el uso espacial dentro de todas las regiones de las unidades pesqueras centro norte y centro sur, y desde el 2003 al 2014. Finalmente se juntó en un solo archivo los datos de las cuatro especies.

Posteriormente se establecieron tres categorías para indicar el uso espacial en el transcurso de los años, comparando los valores de cada celda de un año con el año siguiente:

- Categoría uno: celdas usadas solo en el primer año analizado ($i_1=1$), pero no en el siguiente ($i_2=0$)
- Categoría dos: celdas usadas en el primer año ($i_1=1$) y en el año siguiente ($i_2=1$)
- Categoría tres: celdas nuevas, usadas solo en el segundo año ($i_1=0$, $i_2=1$)

Mediante estas categorías se puede finalmente

indicar y mapear el avance espacial de las zonas de pesca para cada recurso estudiado, considerando las celdas de la categoría tres como “nuevos espacios” ocupados anualmente.

Para confeccionar los mapas finales se incluyeron la línea costera y el límite de las aguas nacionales de 12 mn usando archivos proporcionados por Carlos Gaymer de la Universidad Católica del Norte, generados en el marco del proyecto “Estudio de Análisis de Omisiones y Vacíos de Representatividad en los Esfuerzos de Conservación de la Biodiversidad en Chile [GAP-Chile 2009]”. La línea que indica el área reservada para la Pesca artesanal (ARPA) de 5 mn se encuentra disponible en la página web de Sernapesca, igual al archivo que indica la ubicación geográfica de las caletas pesqueras y el archivo de la batimetría es de SUB-PESCA.

En total se analizaron 1529 celdas:

Año	Informe	Autores
2010	Investigación situación pesquería crustáceos demersales, 2009	Zilleruelo L, D Párraga & C Bravo
2011	Asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura 2010	Zilleruelo L, D Párraga & C Bravo
2012	Convenio de asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2011	Zilleruelo L, D Párraga & C Bravo
2013	Asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2012	Zilleruelo L, D Párraga & C Bravo
2014	Convenio I: Asesoría integral para la pesca y acuicultura, Programa de seguimiento de pesquerías de crustáceos demersales, 2013	Zilleruelo L, D Párraga & C Bravo
2015	Convenio desempeño 2014, Programa de seguimiento de pesquerías de crustáceos demersales 2014: Crustáceos demersales 2014	Zilleruelo L, D Párraga & C Bravo

Tab. 1 Informes de los cuales fueron extraídos los mapas utilizados para el posterior análisis de celdas.

LA FLOTA ARRASTRERA DE CRUSTÁCEOS MENORES TUVO UNA EXPANSIÓN ANUAL DE 554 KM² PROMEDIO ENTRE EL 2003 Y EL 2014

Superficie arrastrada y expansión superficial entre el 2003 y el 2014

Desde el 2003 hasta el 2014 la pesca de arrastre de crustáceos menores ha ocupado una superficie total de 11.327 km², correspondiente al total de 1.529 celdas de 7.4 km², c/u (Tab. 2) Esto es similar a la superficie de la Región Metropolitana que tiene 15.400 km², sin la comuna de San José de Maipo (Fig. 2).

La superficie total que impacta la pesca de arrastre cada año es de 3.905 km² en promedio, un área equivalente a la superficie de las comunas de Colina y Lo Barnechea en conjunto (Fig. 2).

	Total/A (km ²)	Acumulado (km ²)	Expansión/A (km ²)
2003	5252	5252	5252
2004	4097	6512	1259
2005	4252	7349	837
2006	4623	8319	978
2007	4823	9127	807
2008	4000	9460	333
2009	4763	10193	733
2010	4134	10823	630
2011	3171	10897	89
2012	2645	10949	52
2013	3282	11193	244
2014	3163	11327	133
Promedio	3905	9650*	554*

Tab 2. Expansión de la pesca de arrastre de crustáceos menores en Chile durante el periodo 2003-2014. Para cada año se indican las superficies arrastradas (Total/A), la superficie anual acumulada y la expansión pesquera anual a caladeros nunca antes arrastrados. Los datos son cálculos en base de informes del IFOP, que indican la posición geográfica de caladeros de pesca dentro de cuadrantes de 2 por 2 millas náuticas (7,408 km²) (*Considerando los datos a excepción de los del 2003).

De esta área la fracción que corresponde a la expansión de la pesca, ocupando caladeros nuevos, ubicados en cuadrantes (celdas) nunca antes arrastrados, en promedio es de 554 km²; una superficie equivalente a el conjunto de las comunas de Puente Alto y Pirque o 3,5 veces de la superficie de la Isla de Pascua (163 km²) (Fig. 2).



Fig. 2 Esquema de la superficie (km²) a la que equivale el total arrastrado por la flota arrastrera de crustáceos menores entre el 2003 y el 2014, al promedio arrastrado por esta flota cada año y a la expansión anual superficial promedio.

Movimiento de la flota arrastrera de crustáceos menores entre el 2003 y el 2014

Como se mencionó anteriormente, año a año la flota arrastrera de crustáceos menores fue utilizando nuevas áreas para realizar esta actividad. En las figuras a continuación (Fig. 3), se muestra hacia donde se fueron moviendo, o que áreas nuevas son las que fueron utilizadas, cada año.

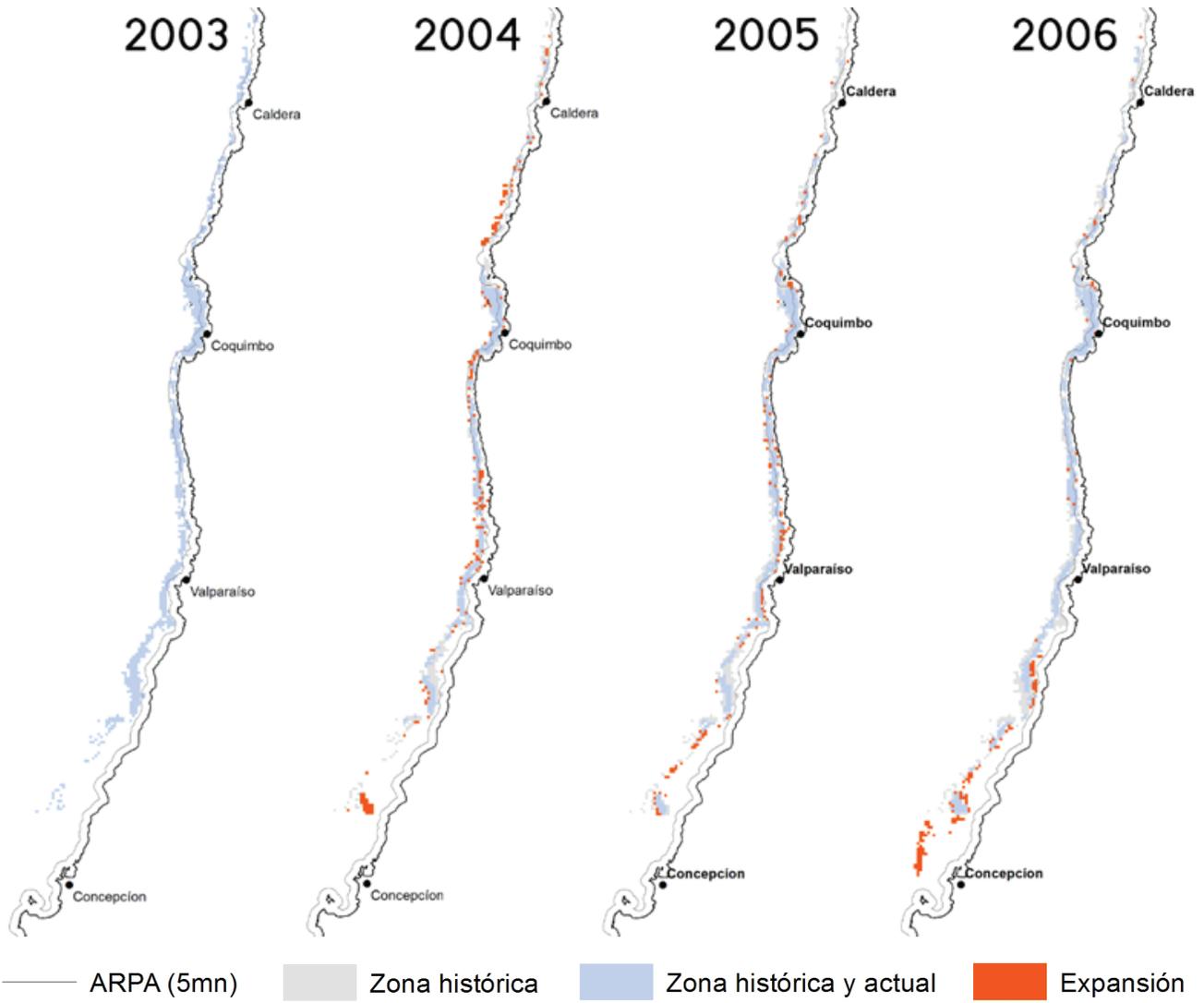


Fig. 3-A Movimiento de la flota arrastrera de crustáceos menores entre el 2003 y el 2006.

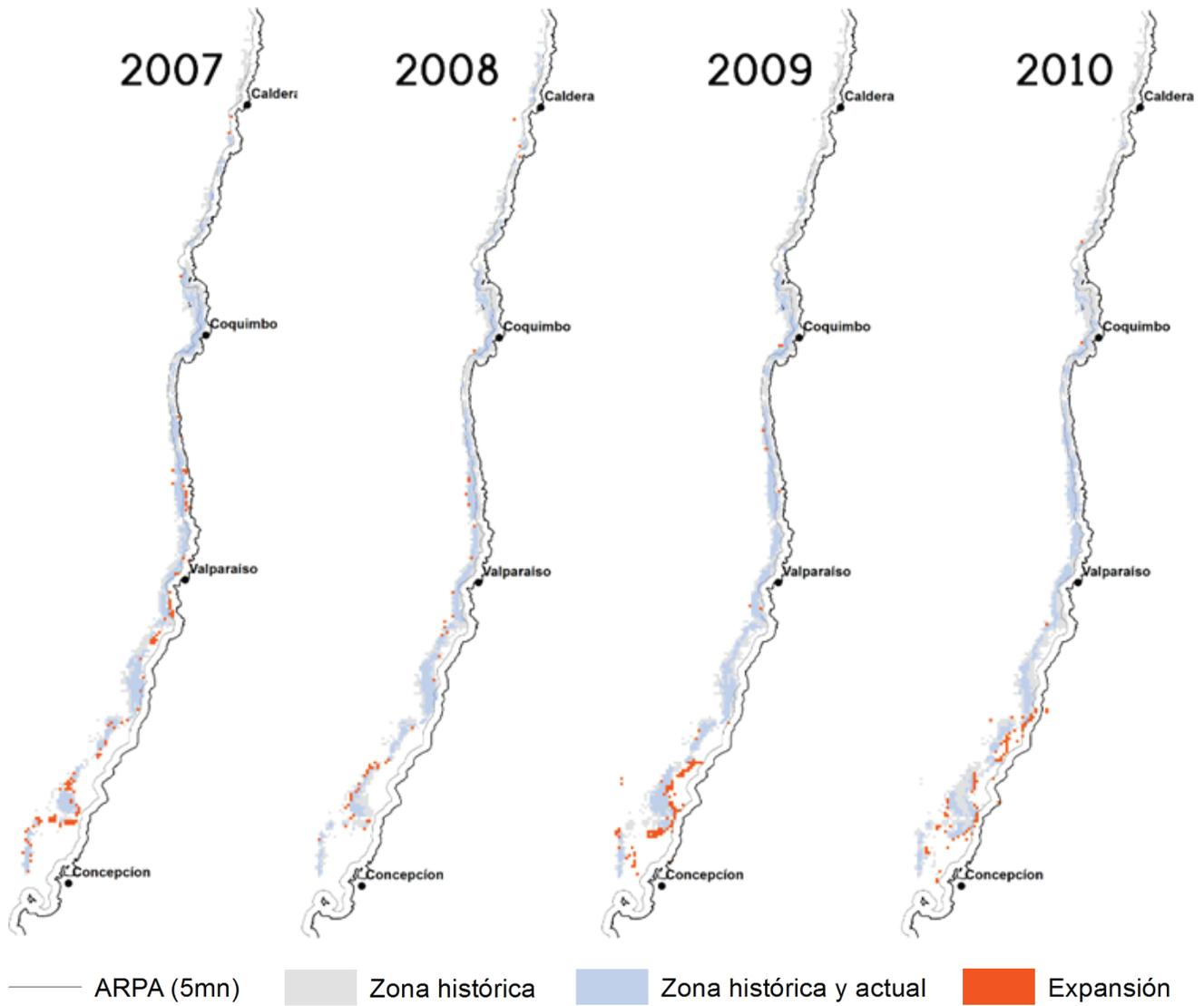


Fig. 3-B Movimiento de la flota arrastrera de crustáceos menores entre el 2007 y el 2010.

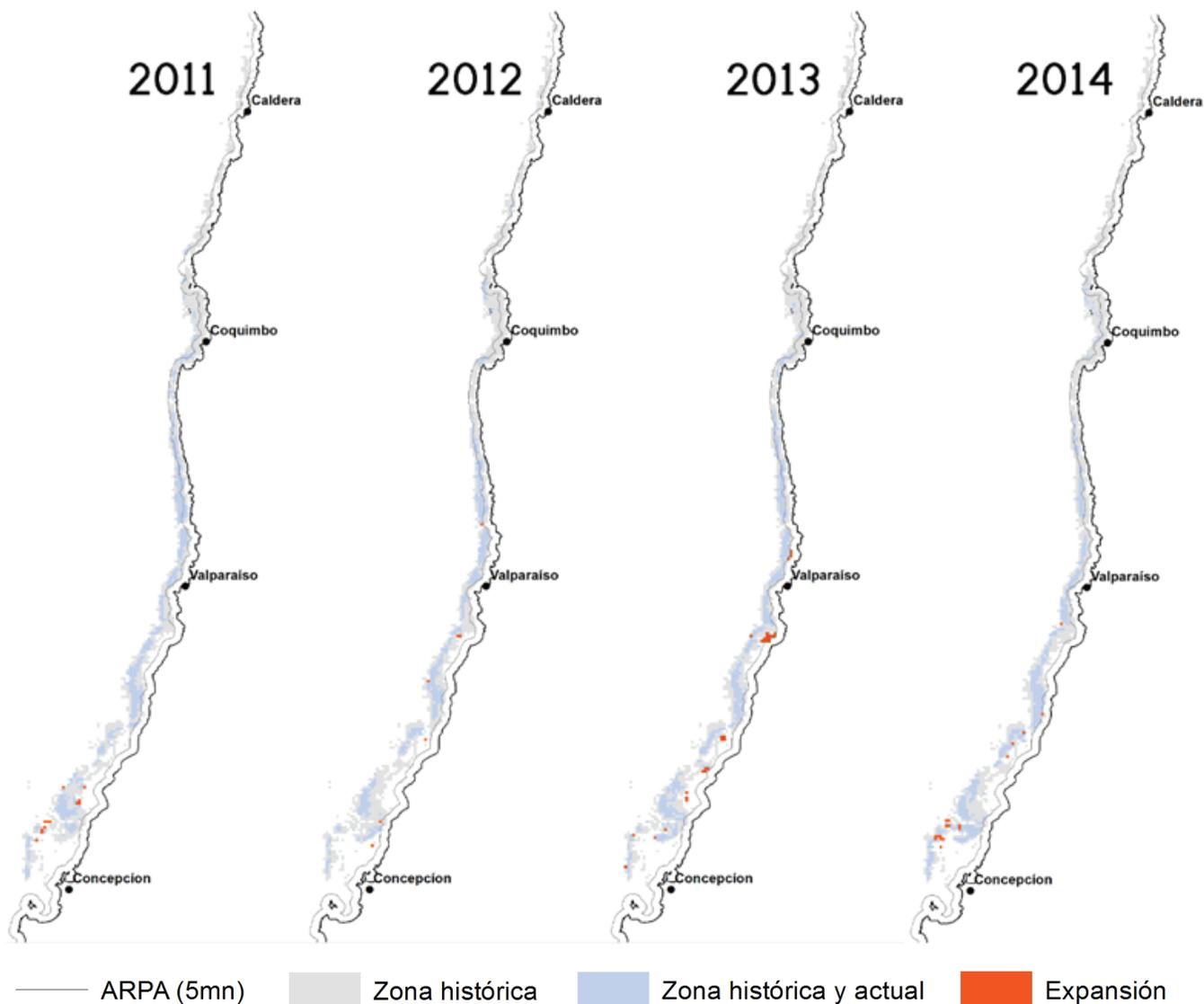


Fig. 3-C Movimiento de la flota arrastrera de crustáceos menores entre el 2011 y el 2012. La línea gris que corre paralela a la costa corresponde al límite de las 5 primeras millas; las celdas de color gris corresponden a zona históricas con lances de pesca de arrastre; las de color celeste a zonas históricas y actuales; y las de color naranja a expansiones.

CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE CONGELAMIENTO DE LA HUELLA DE LA FLOTA ARRASTRERA DE CRUSTÁCEOS MENORES

Durante el período estudiado la pesca de arrastre de crustáceos menores ocupó una superficie total de 11.327 km². Según los datos disponibles entre el 2003 y el 2014 se concluye que la superficie total que impacta la pesca de arrastre cada año es de 3.905 km².

- De estos 3.905 km², cada año en promedio 554 km² corresponden a nuevas áreas utilizadas por la flota arrastrera donde anteriormente no se había observado pesca de arrastre, es decir, en promedio la expansión superficial anual es de 554 km².
- Se propone el congelamiento de la huella de arrastre de la flota arrastrera de crustáceos menores a la del año 2013 y 2014 para evitar su avance anual, el cual se documenta en este estudio.



CAPÍTULO 2. Áreas vulnerables a la pesca de arrastre de crustáceos

La pesca de arrastre de fondo tiene efectos que han sido comparados con la tala de bosques, la cual es la mayor amenaza a la diversidad biológica y sustentabilidad económica documentada en ámbitos terrestres. Los hábitats bentónicos del fondo marino son por lo general mucho menos estudiados, pero debido a su complejidad estructural forman parte de un sistema integral en la biodiversidad marina (Watling y Norse, 1998). Al ser arrastrado el fondo marino se alisa lo que afecta fuertemente la complejidad morfológica y la heterogeneidad del hábitat bentónico (Puig *et al.*, 2012).

Dentro de los efectos ecosistémicos de la pesca de arrastre, además, se encuentran: cambios en las relaciones depredador-presa lo que altera la estructura de la trama trófica; efectos sobre la abundancia y distribución cuerpo-tamaño que pueden resultar en fauna dominada por individuos de pequeños tamaños corporales y efectos sobre poblaciones de especies que no son las objetivo como resultado de la pesca incidental, por ejemplo de tiburones, aves marinas (Kaiser *et al.*, 2002) y mamíferos marinos, se estima que la pesca de arrastre globalmente es responsable del bycatch de miles de estos últimos (Read *et al.*, 2006)

Por otro lado, el uso de artes de pesca de arrastre de fondo, rompe, entierra, y expone a las diversas especies por ejemplo de poliquetos, esponjas y corales, reduciendo así la diversidad estructural de

estos sistemas. La recuperación después de la perturbación es usualmente baja ya que formar estas estructuras tarda décadas. Además, las áreas arrastradas son por lo general extensas y el arrastre de una zona se realiza en reiteradas oportunidades (Watling y Norse, 1998) y se ha demostrado que el aumento de la intensidad de la pesca de arrastre reduce la diversidad y densidad del megabentos (>2 cm) (Buhl-Mortensen *et al.*, 2016). En la revisión bibliográfica de Collie *et al.* (2000) se incorporaron estudios que incluían la variable “recuperación” lo que les permitió especular sobre a qué nivel la perturbación física se vuelve insostenible en un hábitat en particular. Por ejemplo, en su estudio se sugiere que las comunidades de hábitats arenosos son capaces de recuperarse dentro de 100 días lo que implica que quizás podrían tolerar de 2 a 3 perturbaciones físicas al año sin cambiar marcadamente en composición.

Un Ecosistema Marino Vulnerable (EMV) es aquel que está relacionado con la probabilidad de que una población, comunidad o hábitat experimente una modificación sustancial a corto plazo o una perturbación crónica y su capacidad de recuperación a corto plazo sea baja o nula. Las amenazas significativas a la integridad y resiliencia de las comunidades marinas bentónicas surgen cuando la tasa a la que se presentan excede la tasa a la cual la naturaleza puede responder. A la vez esto se relaciona con las características propias del ecosistema, especialmente los aspectos biológicos y estructurales. Un

EMV se caracteriza porque pueden ser física o funcionalmente frágiles, los ecosistemas más vulnerables son aquellos que se alteran con facilidad y son de lenta o nula recuperación (Auster *et al.*, 2011).

A la vez la vulnerabilidad de las poblaciones, comunidades y hábitats varía según el arte de pesca. Siendo así el arte de pesca de arrastre de fondo el que produce las mayores perturbaciones ecosistémicas al remover el fondo con todo lo que esto conlleva.

DIAGNÓSTICO DE ZONAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN MARINA EN LA PESQUERÍA DE ARRASTRE DE LANGOSTINOS Y CAMARÓN NAILON EN CHILE

Chile es parte de uno de los ecosistemas marinos más productivos del mundo, esto se debe a la presencia de distintos puntos de surgencia de aguas profundas ricas en nutrientes a lo largo de la corriente de Humboldt, los que se caracterizan por generar una alta productividad primaria y, como consecuencia de un aumento en la biodiversidad en estas zonas gracias a las elevadas concentraciones de nutrientes y productores primarios, una alta productividad pesquera y una gran concentración de depredadores topes como aves marinas y mamíferos marinos (Kudela *et al.*, 2005).

Para identificar zonas prioritarias para la conservación con el fin de limitar la expansión de la pesca de arrastre y fomentar la conservación de zonas donde esta se practica, se utilizó un análisis de distribución espacial de la biodiversidad de especies consideradas como importantes para los ecosistemas marinos y por otro lado amenazadas por la actividad de la pesca industrial.

Para realizar esto se aplicó el siguiente procedimiento:

1. Fracción del área total de interés entre 25° y 37°S (actual zona de pesca de arrastre de crustáceos menores) en 145 unidades de planificación (UPs).

2. Selección de grupos de especies en el área

afectados por la pesca según amenazas y por los beneficios que prestan estos grupos a los ecosistemas marinos, ya sea como depredadores topes o como recursos hidrobiológicos.

3. Primer análisis simple de la riqueza de especies de los grupos seleccionados para cuadrantes rectangulares de 0,5 grados de latitud y longitud en la costa continental, usando los mapas de riqueza de Aquamaps (aquamaps.org) para la Zona Económica Exclusiva (ZEE) continental de Chile.

4. Transformación de los datos de riqueza de los cuadrantes en valores de conservación (VC) para cada UP.

5. Análisis de cluster LISA de asociaciones espaciales del índice LMZ-Score de las capturas de crustáceos y de su fauna acompañante para identificar estadísticamente las UPs con alta biomasa de crustáceos y de su fauna acompañante, especialmente de la merluza común.

Unidades de Planificación (UP)

El análisis presente abarca el área entre Taltal y Concepción (de 25°S a 37°S), zona de predilección utilizada por la pesca de arrastre de crustáceos en las últimas décadas. Para seleccionar zonas de prioridad para la conservación estadísticamente significativas se utilizó el área dentro de las 12 mn, dentro de esta zona se divide el área en hexágonos, en donde la longitud de cada lado es de 12,85 km y la superficie es de aproximadamente 43 km² (Fig.4, Anexo 1). Para realizar los análisis estadísticos solo se pueden usar UPs completas, por lo cual las UPs que se sobreponen al continente o abarcan parcialmente la zona oceánica fuera de los 12mn, se consideran por completo en los cálculos.

Grupos de especies seleccionadas

- Mamíferos marinos
- Aves marinas
- Peces
- Porífera (esponjas marinas)
- Anthozoa (corales)
- Poliquetos (gusanos marinos)

Se seleccionaron aquellos grupos de organismos marinos que por sus características son susceptibles a la actividad pesquera y/o cumplen un rol

¹Aquamaps es un modelo que utiliza la información de distintas bases de datos como lo son Fishbase y la FAO para predecir la ocurrencia de especies marinas en un área determinada.
<http://www.aquamaps.org/main/AboutAquaMaps.php>

esencial dentro del ecosistema marino. Dentro de estos se consideran a las aves y mamíferos marinos ya que poseen mayor vulnerabilidad ante la pesca de arrastre tanto al ser capturados como al enredarse en las redes de arrastre. Las poríferas (esponjas) y corales (antozoos) que son importantes para la formación de las comunidades bentónicas, son especies altamente vulnerables a la pesca de arrastre y su recuperación es un proceso lento que requiere de una serie de factores para asegurar su crecimiento. Los peces cumplen un rol fundamental en los ecosistemas y cadenas tróficas y especies como la merluza o tiburones representan una fracción importante de las capturas de fauna acompañante en las pesquerías de crustáceos menores. Se incluyeron también poliquetos por su rol fundamental en las comunidades bentónicas y porque hay estudios (Pusceddu *et al.*, 2014) que indican que el uso de arrastre altera la capa superficial de los fondos marinos, que comprende el hábitat para este grupo de especies epi- y endobentónico (que viven dentro de la primera capa o encima del fondo marino).

Riqueza de especies (S)

La riqueza de especies (S) se analizó en cuadrantes de 0.5 grados de latitud y longitud, bajando los datos de cada grupo de especies de la página de Aquamaps (www.aquamaps.org) para la ZEE continental de Chile, donde S corresponde a la suma de especies de cada grupo seleccionado para un punto central de cuadrantes de 0.5 grados de latitud y longitud.

Los datos de riqueza de Aquamaps se generan con modelos que indican los rangos geográficos de especies y se calculan según la distribución natural, relacionada a variables ambientales fundamentales como la temperatura, salinidad, profundidad y la producción primaria (Kaschner *et al.*, 2013) y solamente se consideran especies con una probabilidad mayor a un 60 por ciento de presencia. Los modelos de Aquamaps integran datos de GBIF (Global Biodiversity Information Facility; www.gbif.org), FishBase (www.fishbase.org) y SeaLifeBase (www.Sealifebase.org), registros de publicaciones científicas y finalmente revisan los mapas generados por expertos. La comunidad científica y las ONG reconocen los mapas de Aquamaps como una herramienta robusta para predecir la biodiversidad de especies marinas a nivel global (Jones *et al.*, 2012; Selig *et al.*, 2014). La UICN por ejemplo utiliza estos mapas para identificar especies amenazadas y luego alertar al respecto del estado de conservación de especies

y de la biodiversidad a nivel mundial.

En este análisis los datos de riqueza (S) de cada cuadrante dentro de las 12mn entre 25°S y 37°S se transformaron primero en formato de raster y luego en polígonos. Estas transformaciones se realizaron con el programa ArcMap versión 10.0, aplicando la herramienta de conversión de puntos en raster y luego en el programa QuantumGis Desktop versión 18.0 se transformaron los archivos raster en polígonos.

Valores de conservación (VC)

Posterior al análisis de cluster se transformaron los datos de la riqueza S de los polígonos de 0.5 grados en valores de conservación (VC) para hexágonos de 12 mn diámetro interior (UP), usando la herramienta QMarxan del programa QuantumGis Desktop. Estos valores representan un promedio de riqueza, calculado en base del valor S de cada cuadrante que se sobrepone a un hexágono y en forma proporcional a la superficie de la superpuesta (Fig.5, Anexo 1).

Análisis cluster LISA usando la estadística de Anselin y Moran's Local Z-Score (LMiZ-Score)

Para identificar agrupaciones de UPs que presentan riquezas (S) más elevada, se aplicó un análisis de cluster LISA (análisis de indicadores locales de asociaciones espaciales), calculando los índices locales del Z-Score (Moran's Local index of Z-Score, LiM Z-Score), la probabilidad estadística P (que indica si un valor es diferente a otros en forma significativa) e identificando los tipos de cluster. Todo eso usando el programa ArcGis, y el paquete de la herramienta de análisis estadística espacial para el análisis de cluster con identificación de valores atípicos, basándose en cálculos del Z-Score y la estadística de Anselin y Moran (http://edndoc.esri.com/arcobjects/9.2/NET/shared/geoprocessing/spatial_statistics_tools/cluster_and_outlier_analysis_colon_anselin_local_moran_s_i_spatial_statistics_.htm).

El Z-Score representa una medida estadística que indica la diferencia entre un valor X y el promedio aritmético \bar{x} de un conjunto de datos. Un valor cero significa que el Z-Score (y el valor X) es idéntico al promedio, cuando el valor de Z es positivo o negativo el valor indica la distancia medida en múltiplos de la varianza, en que el valor X se encuentra sobre o bajo el promedio. El valor Z se define matemáticamente con la fórmula:

$$Z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

Donde:

- Z = Valor estadístico de la curva normal de frecuencia
- x = Cualquier valor de una muestra estadística
- \bar{x} = Promedio o media aritmética obtenido de la muestra estadística
- σ = Desviación estándar

El índice i local de Moran es una medida local y permite identificar valores X atípicos (outliers en inglés) mediante una prueba estadística y además se puede usar la estadística Local Moran para clasificar el tipo del cluster (agrupación) que representa un conjunto de valores. Este análisis de cluster, o análisis de indicadores locales de asociaciones espaciales (LISA, Local Indicators of Spatial Associations) permite identificar unidades espaciales que llevan altos valores de una variable y que son rodeados por otras unidades de altos valores de la misma variable (clúster HH; "high-high": agrupaciones con valores altos). Del mismo modo se identifican automáticamente cluster de unidades con valores bajas (LL; "low-low").

El índice I local de Moran se calcula con la fórmula:

$$I = z^T W z$$

$$I = \frac{N}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_i (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})^2}$$

Donde:

- Z = Es el valor Z
- w = El peso que cada observación "j" tiene sobre la observación "i" y corresponde al inverso de la distancia entre las observaciones
- N = El número de unidades espaciales

Comúnmente se pueden ordenar los valores de un conjunto de datos de manera que se forma una campana (Fig.6, Anexo 1). Lo que busca el método de LISA son aquellos valores que se encuentran fuera de la distribución normal y del promedio, y esta prueba estadística identifica si un valor es diferente debido al azar o si es diferente en forma

significativa. La diferencia es significativa cuando el valor P de la probabilidad supera por 1,95 al promedio, equivalente al doble de la varianza.

El análisis cluster con el método estadístico LISA finalmente identifica aquellos cluster formados solo por valores Z sobre 1,95 y que se distinguen de forma significativa del resto de las UP y finalmente se identifica el tipo de cluster, donde:

HH - son agrupaciones o una UP con el valor Z alto positivo que sea(n) rodeada(s) por otras unidades de altos valores; son aquellos con un valor $Z > 1,95$ y que se seleccionaron como zona(s) caliente(s) o "hotspot" en inglés, y son aquellas zonas preferentes para la conservación de la riqueza de especies.

LL - son agrupaciones o una UP con el valor Z alto negativo $< -1,95$, que sea(n) rodeada(s) por otras unidades de altos valores negativos; representan una unidad o una agrupación de valores extremadamente baja o "coldspot" en inglés; son zonas sin relevancia para conservar la riqueza de especies por el bajo número de especies que se podría proteger.

HL/LH - son agrupaciones con un valor Z entre $-1,95$ y $1,95$, donde un valor alto es vecino con un valor bajo (y viceversa); son zonas con una riqueza cerca de promedio total y por eso poco interesantes para la conservación.

Distribución espacial de la biomasa de crustáceos y de la fauna acompañante

Del mismo modo como se analizó la riqueza de especies, se aplicó LISA para identificar zonas de alta abundancia de crustáceos y de su fauna acompañante, específicamente de la merluza común *Merluccius gayi*. Los datos usados corresponden a los resultados del proyecto FIP de 2012 y como variable del análisis se aplicaba el valor de la biomasa capturada (kg) por lance.

Análisis de Procesos Ecológicos

Uno de los procesos más importantes que destacan en el Mar Territorial continental entre los 18° y $40^\circ S$ es la surgencia o "upwelling", en inglés (Fig. 7). Según Thiel *et al.* (2007) existen tres zonas principales de surgencia en la costa de Chile (frente a Concepción, Coquimbo y Antofagasta), tres zonas donde frecuentemente ocurre surgencia (frente a Valparaíso, Punta de Choros y Caldera) y también hay puntos de surgencia que varían ocasionalmente en lugares ubicados en la costa entre Valparaíso y

Concepción y al sur de Iquique. En este análisis consideramos las seis zonas más comunes en las que se observa surgencia, distribuidas geográficamente en 11 unidades de planificación (ocho de las cuales corresponden a las tres zonas principales y tres a las zonas donde ocurre con frecuencia), asignando el valor de dos para zonas principales y el valor de 1 para zonas frecuentes de surgencia.

RESULTADOS

Distribución espacial de lances de pesca

El área entre Taltal y Concepción (25°S a 37°S) se considera como zona principal de la pesca de arrastre de crustáceos menores durante los últimos cinco años, específicamente del camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y del langostino amarillo (*Cervimunida johni*).

Primero se analizó la distribución de lances dentro de las 145 UP, identificados como zona principal de la pesca dentro de las 12mn (ver Fig.4, Anexo 1). Los caladeros (puntos de lance de la red) del año

2012 se distribuyeron en un total de 79 UPs (Tab.3), un resultado que es representativo para los años anteriores, según lo que indican los proyectos FIP del periodo 2005 a 2008 y del 2010 y 2011. Consta que la mayoría de las lances se ubican dentro de 59 UPs que pertenecen al área de las 5mn, indicando que el 75 por ciento de las caladeros se encuentran en el área reservada para la pesca artesanal, llamado ARPA (Fig.8).

Área	Número de Unidades
Mar Territorial 12mn Taltal a Concepción (25°-37°S)	145
Área Reservada para la Pesca Artesanal 5mn ARPA (25°-37°S)	103
Zona de pesca de crustáceos menores dentro de las 12 mn (25°-37°S)	79
Zona de pesca de crustáceos menores dentro de las 5 mn (25°-37°S): Perforación Industrial	59

Tab. 3 Distribución espacial de lances de pesca en el área del estudio.

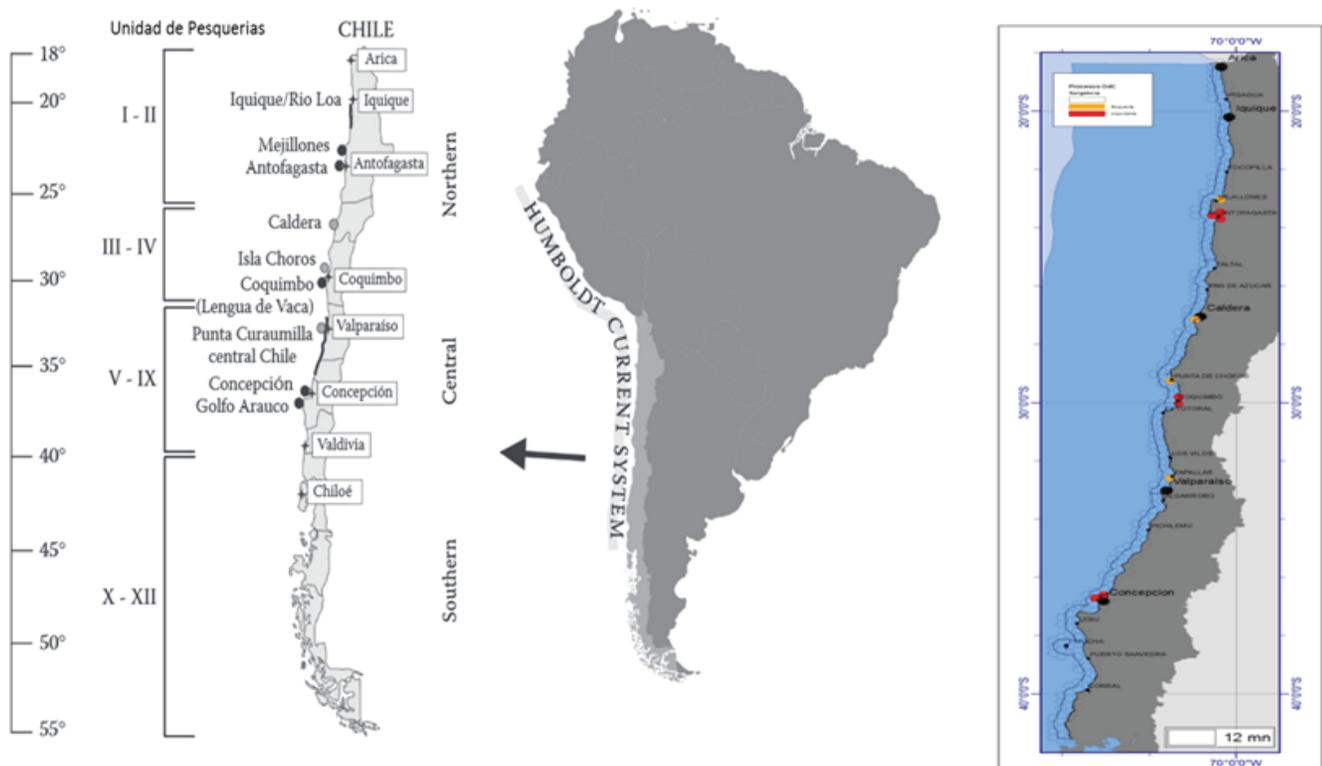


Fig. 7 Zonas de surgencia en Chile (Figura a la izquierda adaptada de Thiel *et al.*, 2007) y unidades de planificación (U) asignados a este proceso importante para la conservación de los ecosistemas marinos (derecha). Las zonas importantes se encuentran marcadas con los puntos negros (izquierda) y en rojo (mapa), las zonas frecuentes corresponden a los puntos grises y las unidades naranjas (derecha) en el mapa..



Fig. 8 Distribución espacial de caladeros dentro de las 12 mn según lances de pesca de los proyectos FIP entre 2005 y 2012. Los hexágonos de color naranja y rojo representan unidades donde se realizaron lances de pesca de arrastre. Consta que la mayoría de las lances se realizaron dentro de las UPs del área reservada para la pesca artesanal de las 5 mn (ARPA).

Distribución espacial de la biomasa de los crustáceos y de su fauna acompañante

Con el análisis de cluster y la estadística LISA se identificaron agrupaciones (cluster) de biomasa, primero del langostino amarillo, langostino colorado y de camarón nailon y luego de la fauna acompañante (total de todas las especies).

La biomasa del langostino amarillo *Cervimunida johni* se concentró en cuatro sectores; frente a Caleta Hornos, al norte y al sur de Los Vilos y entre Zapallar y Valparaíso, el único sector donde los lances se realizaron en su mayoría fuera del ARPA (Fig.9). La biomasa del langostino colorado *Pleuroncodes monodon* se concentró en siete agrupaciones; al sur de Los Vilos, entre Valparaíso y Pichilemu (tres cluster), y al norte de Concepción (tres cluster; Fig.9). La biomasa del camarón nailon *Heterocarpus reedi* se concentró en cinco agrupaciones, frente a Valparaíso, Algarrobo, Pichilemu y en dos cluster entre Pichilemu y Concepción (Fig.9).

La mayor concentración de biomasa de la fauna acompañante de los crustáceos se encuentra distribuida en siete agrupaciones; una frente a Caleta Hornos en la IV Región, al sur de Los Vilos y frente a Valparaíso y cuatro agrupaciones se ubican entre Pichilemu y Concepción (Fig. 10). Todas las agrupaciones al sur de los 30°S corresponden a altas concentraciones de biomasa de la merluza común (Fig. 10).

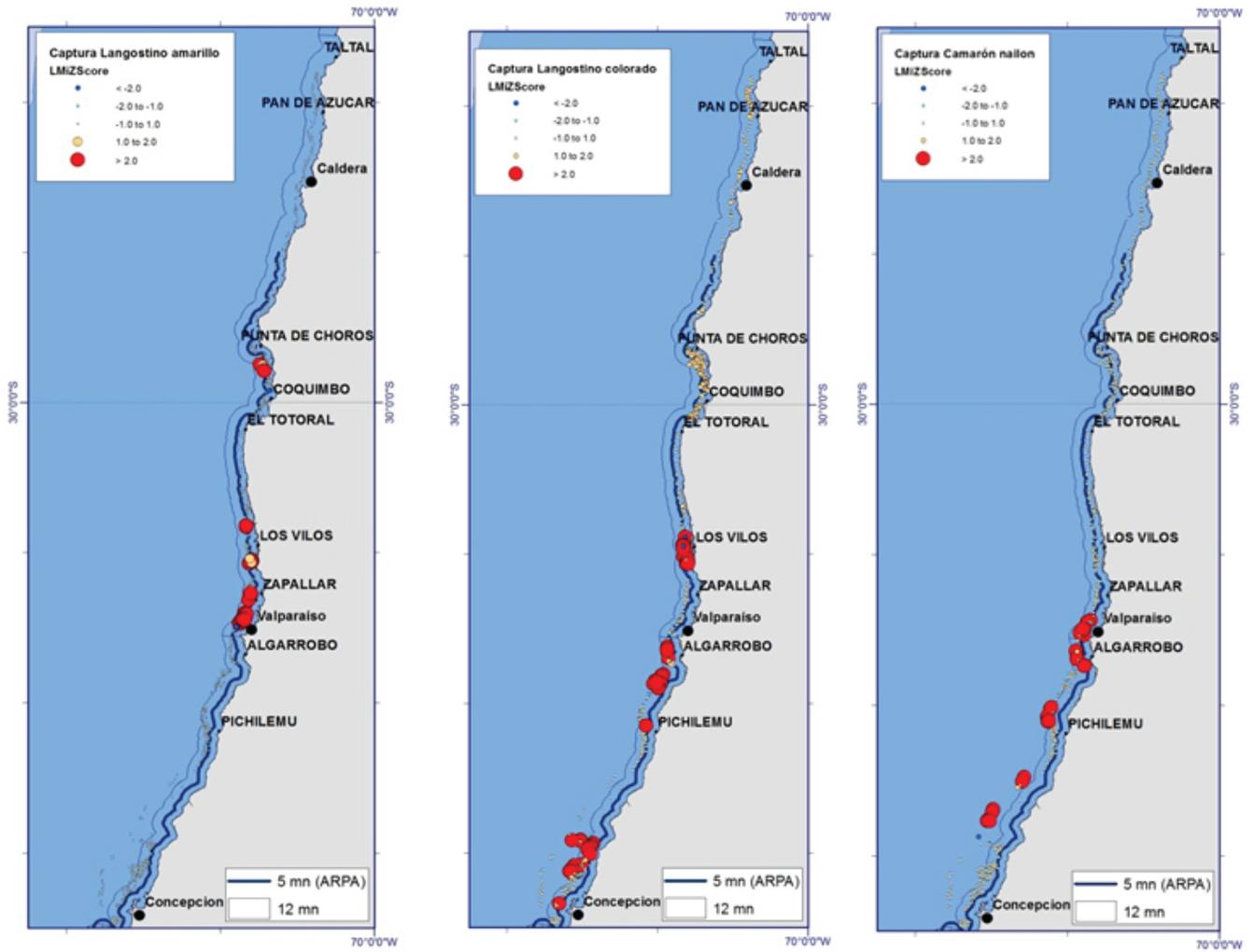


Fig. 9 Agrupaciones de la biomasa del langostino amarillo, colorado y del camarón nailon en el 2012, según capturas en el marco del proyecto FIP. Los puntos en rojo representan valores significativamente altos de biomazas (LMIZ-Score > 2).

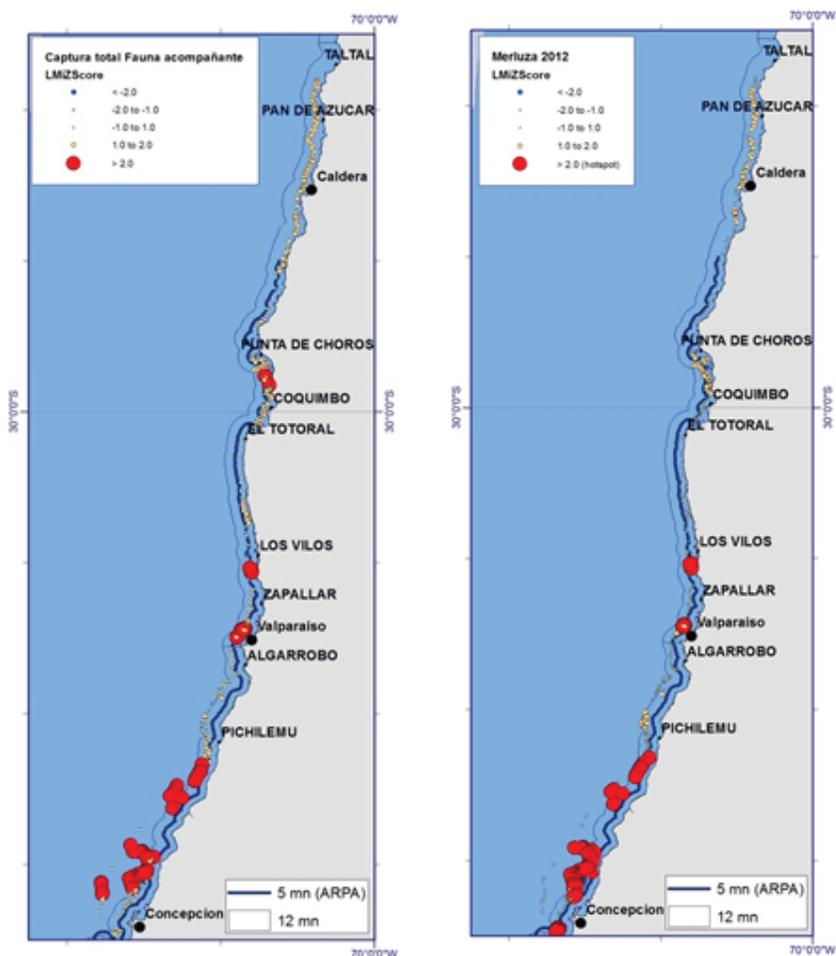


Fig. 10 Agrupaciones de la biomasa de la fauna acompañante en total (todas las especies, incluyendo la merluza común) a la izquierda y a la derecha solo de la merluza común *Merluccius gayi* en las capturas de crustáceos menores en el 2012, según capturas en el marco del proyecto FIP. Los puntos en rojo representan valores significativamente altas de biomasa (LMIz-Score > 2). Aparte de la merluza la fauna acompañante comprende mayormente peces óseos, ocasionalmente tiburones y otros crustáceos como jaibas o cangrejos.

Biodiversidad marina de la zona de pesca de arrastre de crustáceos

Según los resultados obtenidos a través del análisis de datos Aquamaps, el grupo más diverso de especies que se encuentran dentro de las 12 mn de la zona exclusiva económica nacional en la zona donde se practica regularmente pesca de arrastre, son los peces óseos con más de 500 especies y el grupo menos diverso son las esponjas con un total de nueve especies (Tab.4).

Mamíferos

Según Capella y Gibbons (2005), en Chile incluyendo las islas oceánicas y la Patagonia se identifican un total de 51 especies de mamíferos marinos, que representan un 36 por ciento de la diversidad mundial de este grupo, en este caso se identifican tres grupos: cetáceos, nutrias y pinnípedos (lobos marinos y focas). Según Aquamaps frecuentan el Mar Territorial continental hasta 33 especies de mamíferos y la riqueza más alta se concentra entre

	Nº especies por cuadrantes 0,5 grados Lat - Long				
	12 mn continental		12 mn zona pesca arrastre crustáceos		
Grupo	Min	Máx	Min	Máx	Promedio
Mamíferos	1	33	1	32	18.5
Aves	1	28	1	25	15.8
Peces óseos	2	554	2	512	282.6
Peces cartilaginosos	1	69	1	57	40.4
Esponjas	1	9	1	9	4.5
Antozoos	2	20	2	20	13.9
Poliquetos	4	61	7	56	33.0

Tab. 4 Riqueza (Número de especies por cuadrantes de 0.5 grados latitud y longitud) de especies importantes en todo el Mar Territorial continental (12mn) y en la zona de pesca de arrastre de crustáceos menores (Fuente: datos de riqueza de Aquamaps).

18,5° y 27°S (Fig. 11, Anexo 1). En la zona donde se practica pesca de arrastre de crustáceos la riqueza varía entre 1 y 32 especies y el valor más alto se registra en el cuadrante frente a Pan de Azúcar (27° - 27,5°S). El promedio total del área en estudio es de 19 especies por cuadrante.

Aves marinas

Se considera como aves marinas aquellas que obtienen su alimento del mar, al menos en la época reproductiva, no sólo vadeando en la zona del rompiente, sino que con desplazamientos y dispersión sobre el océano a una cierta distancia de la costa. Vilina y Pizarro (2005) indican para todo Chile, incluyendo las islas un total de 150 especies de aves marinas. Aquamaps estima para todo el Mar Territorial un total de 28 especies y para la zona de pesca de arrastre hasta 25, con un promedio de 16 especies por cuadrante. La riqueza más alta en todo el Mar Territorial se estima que se encuentra entre los 19,5°S y 25°S y para la zona de la pesca de arrastre de crustáceos entre los 25°S y 28°S (Fig. 11, Anexo 1), un resultado que es similar a lo que señalan Vilina y Pizarro (2005), que indican la riqueza más alta de aves marinas con 106 especies para la V Región, debido a que posee la mayor presencia de especies migratorias en toda la costa chilena (hasta 45 por ciento de las especies).

Peces

Los datos de Aquamaps incluyen todas las especies de peces óseos cuya probabilidad de presencia dentro de las 12 mn es mayor a un 60 por ciento, especies que se distribuyen desde el litoral hasta el mar profundo y especies migratorias que visitan el Mar Territorial solo durante una etapa de su ciclo de vida o durante migraciones reproductivas como los jureles, atunes o pez espada o tiburones. La riqueza más alta en toda la costa continental de peces óseos se encuentra entre los 19,5°S y 25°S y de peces cartilaginosos entre los 18,5°S y 20,5°S (Fig. 12, Anexo 1). Según los resultados obtenidos a través de Aquamaps se observa una riqueza de peces óseos de hasta 512 especies y para peces cartilaginosos un máximo de 57 especies frente a Taltal.

Ojeda *et al.* (2000) indican un total de 162 especies de peces óseos y cartilaginosos, sin embargo considerando solo el rango batimétrico entre 0 y 60 m de profundidad. Por otro lado señalan en el mismo estudio que la diversidad más alta de peces óseos es de 104 ± 3 especies y entre 32°S y 34°S frente a Valparaíso y para los condrichthyes (peces

cartilaginosos) se indica la máxima riqueza entre 37°S y 39°S, con 28 especies.

Porifera (Esponjas)

La riqueza de esponjas varía en la zona de pesca de arrastre entre una y nueve especies y la riqueza más alta corresponde siete a nueve especies por cuadrante entre Taltal (25,5°S) y Punta de Choros (30°S; Fig. 13, Anexo 1). Lancelotti y Vásquez (2000) señalan la presencia de 76 especies de Demospongiae para todo Chile y de 3 a 40 especies para la costa entre Antofagasta y Valdivia.

Anthozoa

Para estos corales Aquamaps considera una riqueza entre dos y 20 especies para todo el Mar Territorial continental, y valores idénticos para la zona de pesca de arrastre. La riqueza más alta fluctúa entre 18 y 20 especies por cuadrante en donde la mayor concentración se ubica entre Punta de Choros y Valparaíso (29°S - 33°S) y frente a Lebu con 20 especies por cuadrante, según los datos de Aquamaps (Fig.13, Anexo 1). Lancelotti y Vásquez (2000) aprecian una riqueza de hasta 31 especies de antozoos para la costa continental e indican el valor máximo de 18 especies frente a Valparaíso.

Poliquetos

La riqueza de poliquetos varía entre cuatro y 61 especies por cuadrante en todo el Mar Territorial y entre siete y 56 especies por cuadrante en la zona de pesca de arrastre de crustáceos. Lancelotti y Vásquez (2000) señalan la presencia de 403 especies de poliquetos para todo Chile, Rozbaczylo y Simonetti (2000) de 450 especies aproximadamente para todo Chile continental desde Arica a Cabo de Hornos y de 116 especies solo para la zona entre 18°S y 32°S y de 329 especies para la zona central (32°S - 44°S).

Concentración de la riqueza de especies con mayor importancia

Primero se calculó el LMi Z-Score para cada grupo de especies y luego se asignó el valor "1" a cada UP donde el LMi Z-Score superó el valor de 2; a UPs con el LMi Z-Score <2, el valor "0" y finalmente se calculó la suma de estos valores para cada UP.

El análisis LISA indica que un total de 53 UPs representan zonas de alta riqueza de especies y la riqueza más alta se concentra entre Taltal y Pan de Azúcar (Fig. 14). En total se pueden identificar cinco agrupaciones de cluster, ubicados entre Taltal y Valparaíso. Las agrupaciones más grandes de alta

riqueza se extienden entre Taltal y Caldera y entre Coquimbo y Valparaíso (Tab.5).

En el análisis se observa que casi un 50 por ciento de las UPs con alta riqueza de especies se encuentran dentro de las 5 mn (ARPA).

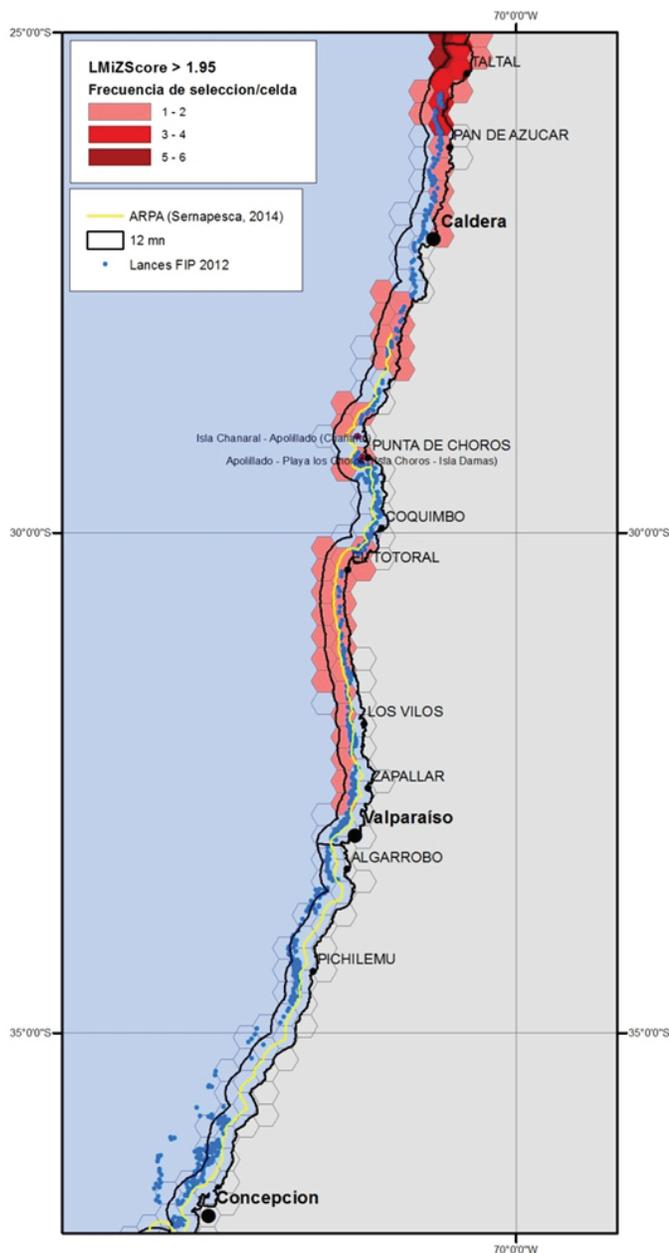


Fig. 14 Agrupaciones espaciales de alta riqueza de mamíferos y aves marinas, de peces, esponjas (poríferas), corales antozoos y poliquetos. Las categorías de 1 a 6 corresponden a la frecuencia de selección de cada UP. Se asigna el valor de 1 a una UP cuando los índices LM Z-Score son altos en forma significativa y en la figura se presenta la suma obtenida de todos los grupos por UP. UPs transparentes representan zonas donde la riqueza de especies es regular o baja y por lo tanto no relevante para identificar zonas preferentes para la conservación marina. Los puntos azules indican caladeros de la pesca de arrastre de crustáceos menores.

Sector geográfico	Número de Unidades de Planificación
Taltal - Caldera	18 (13)
Sur de Caldera	8 (6)
Norte Isla Chañaral	3 (2)
Punta de Choros	2 (2)
Coquimbo - Valparaíso	22 (14)
Total	53 (27)

Tab. 5 Distribución geográfica de agrupaciones de unidades de planificación (UPs) con alta riqueza de especies de mamíferos, aves marinas, peces, porífera, antozoos y poliquetos seleccionados con LISA (Local Indicators of Spatial Associations; indicadores locales de asociaciones espaciales). Las cifras en paréntesis indican el número de UPs, ubicadas dentro de las 5mn (ARPA).

IMPACTO PRODUCIDO POR LA PESCA DE ARRASTRE EN LA ZONA DE LA HIGUERA

Con la finalidad de documentar el impacto producido por la pesca de arrastre en la zona de la Higuera (Región de Coquimbo), entre los días 24 y 27 de noviembre de 2014 OCEANA efectuó una expedición al lugar con el objetivo de explorar mediante un vehículo operado remotamente (ROV) el fondo marino de tres áreas con diferentes escenarios de arrastre según se detalla a continuación: i) sin arrastre ii) sin arrastre por dos a cinco años, y finalmente una zona iii) actualmente arrastrada (Fig. 15) y comparar dichos escenarios en términos de su abundancia y composición faunística. Esta categorización se basa en el supuesto de la no existencia de pesca de arrastre en zonas someras (< 100 m), en que hay ciertas zonas que fueron caladeros históricos hasta 2008 y que actualmente tienen cuotas bajas de extracción (menor a un 12 por ciento) y que existen áreas reportadas como caladeros históricos que están actualmente en explotación, respectivamente.

Las prospecciones se realizaron a bordo la embarcación Stella Maris II de la Universidad Católica del Norte, utilizando un ROV, modelo Commander MK II, con capacidad de operación hasta los 500 m de profundidad. El ROV posee una cámara de alta resolución (Panasonic HDV; resolución 1920 x 1080 pixeles) que está ubicada perpendicularmente al fondo. A su vez el ROV posee dos láser separados por 10 cm uno del otro, permitiendo así estimar distancias y áreas.

Se efectuaron nueve lances de ROV, cubriendo un rango batimétrico entre los 65 y 218 m de profundidad. Las ubicaciones y características de las estaciones se resumen en la Fig. 15 y Tab. 6 Los transectos dos, seis, siete y ocho están asociados a zonas sin arrastre, los transectos uno, tres, cuatro y cinco a zonas en recuperación (arrastradas entre el año 2005 y 2008) y el transecto nueve a una zona de actual explotación por este arte de pesca (Fig. 13). A efectos de facilitar las comparaciones, se asignaron en las distintas tablas y figuras los colores verde, azul y rojo, para visualizar más fácilmente los tres grupos de análisis, respectivamente.

Posterior a la captura de imágenes los videos fueron revisados y se extrajeron los segmentos aptos para el análisis, en aquellos en que el ROV se mueve a una velocidad entre 2,5 - 3 nudos a una altura aproximada de 0,5 m sobre el suelo (Tkachenko 2005). De cada segmento obtenido, se registraron los tipos de ambientes bentónicos y especies o taxa putativos (S) existentes, identificándolos hasta su nivel taxonómico más bajo posible con la ayuda de claves taxonómicas, consultas a expertos y la revisión de ejemplares voucher depositados en la Sala de Colecciones Biológicas de la Universidad Católica del Norte (SCBUCN).

Para el análisis cuantitativo de la epifauna se extrajeron fotogramas (imágenes particulares dentro de la secuencia de imágenes que componen un video) de cada transectos según el método de Vertino *et al.* (2010), con algunas modificaciones. De dichos fotogramas se seleccionaron aquellos que se consideraron apropiados en términos de calidad de imagen. En cada fotograma capturado se identificaron los taxones presentes, realizando un conteo de las especies y el número de individuos encontrados en cada uno de ellos. Para cada transecto se calculó entonces la abundancia en ind m⁻² de cada especie, la cual resulta del promedio de todos los fotogramas analizados correspondientes a dicho transecto.

Para los efectos del conteo de ciertos taxa, como por ejemplo los ofiuroideos, solo fueron considerados aquellos con el disco sobre el suelo, para los gasterópodos solo aquellos que expusieran el pie y los poliquetos que tuvieran parte de su estructura sobre el fondo o estructuras cefálicas extendidas (eg. cirros, palpos). En este conteo para los organismos coloniales y tapetes bacterianos (eg. *Beggiatoa*) solo se consideró su presencia.

Los fotogramas fueron analizados con la ayuda del software Adobe PhotoShop® y sus herramientas de análisis de imágenes, en particular para este estudio se utilizó la herramienta de conteo diferenciando las especies con diferentes colores (Reichel, 2012).

Para realizar comparaciones entre los transectos se calcularon el índice de Shannon-Weaver (H') (diversidad) y el índice de equidad de Buzas y Gibson (1969) (Pielou, 1966). A su vez se realizaron análisis de ordenación no métrica multidimensional (nMDS) (Field *et al.*, 1982) y se clasificaron los transectos mediante cluster aglomerativo jerárquico basado en el índice de similitud de Bray-Curtis (Beals, 2008). Todos estos análisis se realizaron utilizando el software PAST (Hammer *et al.*, 2001). Por último, se realizó un análisis PERMANOVA (Permutational Multivariate Analysis of Variance) con el fin de detectar patrones espaciales en la composición de las comunidades en los sitios de estudio (Anderson *et al.*, 2008).

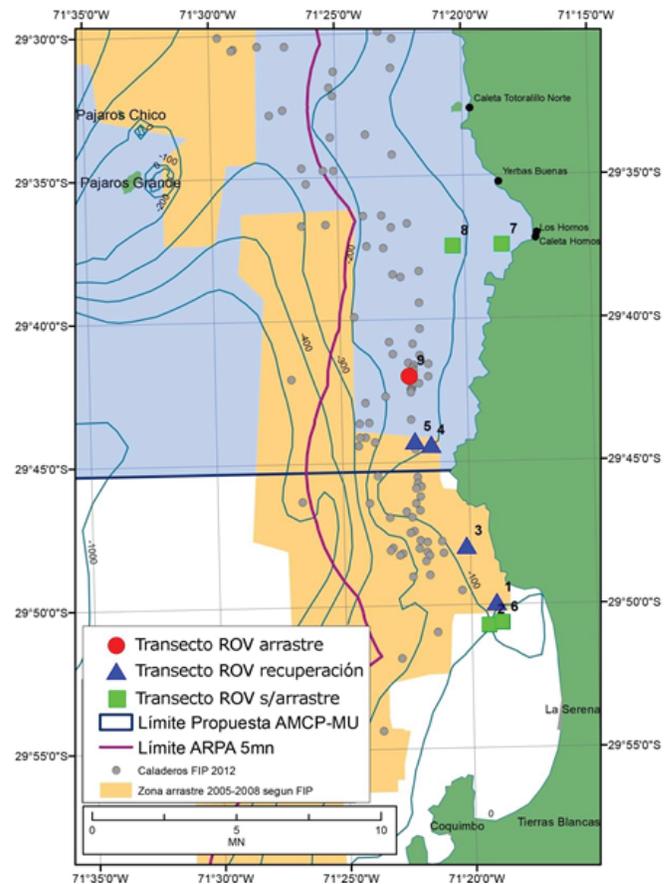


Fig. 15. Puntos de lance del ROV, caladeros actuales y la clasificación de las zonas.

Zona	Transecto	Sector	Coordenadas (inicio)		Prof. (m)	Fotogramas analizados	...2 analizados	Taxa	Nº total de individuos	H'	E ^{H'/S}
En recuperación (arrastre 2005-2008)	T1	Teatinos	29°49'948	71°18'894	78	14	3,25	8	362	1,46	0,54
	T3	Pta. Porotos	29°47'954	71°20'160	85	12	6,30	4	134	0,80	0,56
	T4	Ensenada Juan Soldado	29°44'361	71°21'540	131	16	3,05	5	2800	0,13	0,223
	T5	Ensenada Juan Soldado	29°44'268	71°22'146	205	13	2,56	11	438	0,30	0,12
Sin arrastre	T2	Teatinos	29°50'583	71°19'433	112	11	2,35	8	363	0,91	0,31
	T6	Rinconada Pta. Teatinos	29°50'645	71°18'769	70	13	2,20	2	57	0,65	0,96
	T8	Caleta Hornos	29°37'397	71°20'530	115	15	3,47	12	1541	0,84	0,19
Arrastre	T9	Pta. Blanca	29°41'922	71°22'304	215	14	6,04	9	339	0,83	0,26

Tab. 6 Sector, coordenadas iniciales de cada transecto, profundidad promedio, número de fotogramas analizados por transecto, área analizada, número total de individuos observados en dichos fotogramas, número de taxa observados por transecto y resumen de datos de diversidad obtenidos con el software PAST. H' = índice de Shannon y Weaver; e^{H'/S} = índice de equidad de Gibson y Buzas. Se indica además el número total de individuos contados en el total de fotogramas analizados por transecto. Los colores corresponden al grupo al cual pertenece el transecto de acuerdo a su historial de pesca de arrastre (verde: sin arrastre, azul: en recuperación y rojo: con arrastre)

Resultados

Se registraron aproximadamente seis horas de videos de ROV, con alrededor de 40 minutos en promedio utilizables por transecto, lo que equivale a la revisión (cualitativa) de un área total de 720 m², teniendo en cuenta que el vehículo avanza a una velocidad promedio de 0,3 ms⁻¹ y a una altura promedio de 0,5 m sobre el fondo (Tab. 6). En el total de los transectos analizados se encontró 35 taxa putativos de megafauna, variando entre tres taxa en el transecto seis y 15 taxa en el transecto nueve (Tab. 7).

Para el análisis cuantitativo se extrajeron un total de 122 fotogramas del video en alta resolución, cubriendo un área total de 38,06 m² y un promedio de 4,22 m² por transecto (Tab. 6). Los poliquetos, crustáceos y moluscos fueron los grupos más conspicuos (Tab. 8). Los organismos con mayor abundancia fueron los poliquetos (*Sabellidae spp*), seguido por ofiuroideos, gasterópodos (*Nassarius gayi*) y langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) (Tab. 8, Fig 16). Otros organismos observados recurrentemente, fueron las esponjas (Fig. 16-B), correspondientes preliminarmente a cinco especies distintas.

Se registraron además ítems de basura plástica, incluso a más de 100 m de profundidad (Fig. 16-C). En dos de los transectos realizados (cinco y nueve) se detectó la presencia de bacterias quimiosintéticas del género *Beggiatoa* (Fig. 16-G).

Visualmente, en los fotogramas analizados, se puede apreciar solo diferencias sutiles tanto en la composición de especies como en la estructura de los sedimentos. En general, todos los sustratos documentados correspondieron a fondos blandos, sin embargo variando su composición entre conchuelas, arena, fango y combinaciones de ellas (Fig. 17).

En general los valores de diversidad fueron bajos (Tab. 6), donde el mayor valor se obtuvo en el transecto uno (H' = 1,46) y el menor en el transecto cuatro (H' = 0,13). Dichos valores son esperables. Respecto a los valores de equidad los mayores valores lo poseen los transectos seis y siete (0,96 y 0,94, respectivamente) y el menor valor lo posee el transecto cinco (0,12) (Tab. 6).

Transecto (prof.) / Taxón	T7 (65m)	T6(70m)	T1 (78m)	T3 (85m)	T8 (117m)	T2 (125m)	T4 (131m)	T5 (213m)	T9 (218m)
Porifera									
<i>Axinella</i> sp.					x				x
<i>Clathria</i> sp.			x	x			x	x	x
Suberitidae sp.	x	x	x	x	x				
Porifera sp. 1					x		x		x
Porifera sp. 2			x						
Cnidaria									
<i>Antholoba aches</i>	x								
Hidrozoa sp. 1							x	x	x
Scyphozoa sp. 1			x						
Scyphozoa sp. 2							x	x	
Mollusca									
<i>Aeneator fontainei</i>	x								
<i>Astiris</i> sp.					x		x		x
<i>Ennucula grayi</i>	x								
<i>Nassarius gayi</i>		x	x	x	x	x	x		x
<i>Olivia peruviana</i>	x								
<i>Xanthochorus cassidiformis</i>	x			x					
Gastropoda sp.			x						
Polychaeta									
Sabellidae sp.									x
Polichaeta sp. 1			x	x	x	x	x	x	x
Polichaeta sp. 2					x		x	x	x
Crustacea									
<i>Cancer porteri</i>									
<i>Cervimunida johni</i>		x			x				x
<i>Hepatus chilensis</i>	x								
<i>Homalaspis plana</i>	x								
Paguridae sp.			x			x			
<i>Platymera gaudichaudi</i>	x			x	x				
<i>Pleuoncodes monodon</i>			x	x	x	x		x	x
Stomatopoda sp.						x			
Echinodermata									
<i>Luidia magellanica</i>				x					
Ophiuroidea			x	x	x	x	x		
Chordata									
Pleuronectiformes	x								
<i>Prolatilus jugularis</i>									x
Bacteria (<i>Beggiatoa</i> sp.)								x	x
organismo indet. 1					x		x	x	x
organismo indet. 2					x				x
organismo indet. 3					x				

Tab. 7 Lista de especies encontradas en los diferentes transectos de ROV en el área de La Higuera. Se indica el nombre del transecto y su profundidad promedio. Los colores corresponden al grupo al cual pertenece el transecto de acuerdo a su historial de pesca de arrastre (verde: sin arrastre, azul: en recuperación y rojo: con arrastre).

Transecto (prof.) / Taxón	T7 (65m)	T6(70m)	T1 (78m)	T3 (85m)	T8 (117m)	T2 (125m)	T4 (131m)	T5 (213m)	T9 (218m)
Porifera									
<i>Axinella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-
<i>Clathria</i> sp.	-	-	-	-	0,5	-	-	0,6	0,2
Suberitidae sp.	-	-	-	-	1,5	-	-	0,6	0,7
Porifera sp. 1	-	-	0,4	-	-	-	-	-	0,5
Porifera sp. 2	-	-	1,7	0,5	-	-	-	-	-
Cnidaria									
<i>Antholoba achates</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Hidrozoa sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	p	p
Scyphozoa sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scyphozoa sp. 2	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-
Mollusca									
<i>Aeneator fontainei</i>	-	-	0,9	-	-	0,5	-	-	-
<i>Astiris</i> sp.	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
<i>Ennucula grayi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nassarius gayi</i>	-	-	38,4	-	-	-	-	-	-
<i>Olivia peruviana</i>	-	13,1	-	-	22,2	31,6	3,3	6,7	9,5
<i>Xanthochorus cassidiformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polychaeta									
Sabellidae sp.	-	-	53,0	-	605,1	116,7	1296,6	254,4	60,3
Polichaeta sp. 1	-	-	-	-	1,5	-	10,4	6,1	6,0
Polichaeta sp. 2	-	-	-	-	10,1	-	-	1,2	-
Crustacea									
<i>Cancer porteri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cervimunida johni</i>	-	24,3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hepatus chilensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Homalaspis plana</i>	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Paguridae sp.	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
<i>Platymera gaudichaudi</i>	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-
<i>Pleuroncodes monodon</i>	-	-	16,0	16,3	69,6	17,2	-	0,6	-
Stomatopoda sp.	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-
Echinodermata									
<i>Luidia magellanica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiuroidea	-	-	43,6	17,0	60,5	-	13,7	-	-
Chordata									
Pleuronectiformes	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
<i>Prolatilus jugularis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bacteria (<i>Beggiatoa</i> sp.)									
organismo indet. 1	-	-	2,2	-	0,5	-	0,9	1,8	0,9
organismo indet. 2	-	-	-	-	4,0	-	-	-	-
organismo indet. 3	-	-	-	-	1,0	-	-	-	0,0

Tab. 8 Densidad de fauna epibentónica (ind m²) observada en los fotogramas analizados. Los organismos coloniales se indican con p = presencia. Los colores corresponden al grupo al cual pertenece el transecto de acuerdo a su historial de pesca de arrastre (verde: sin arrastre, azul: en recuperación y rojo: con arrastre).

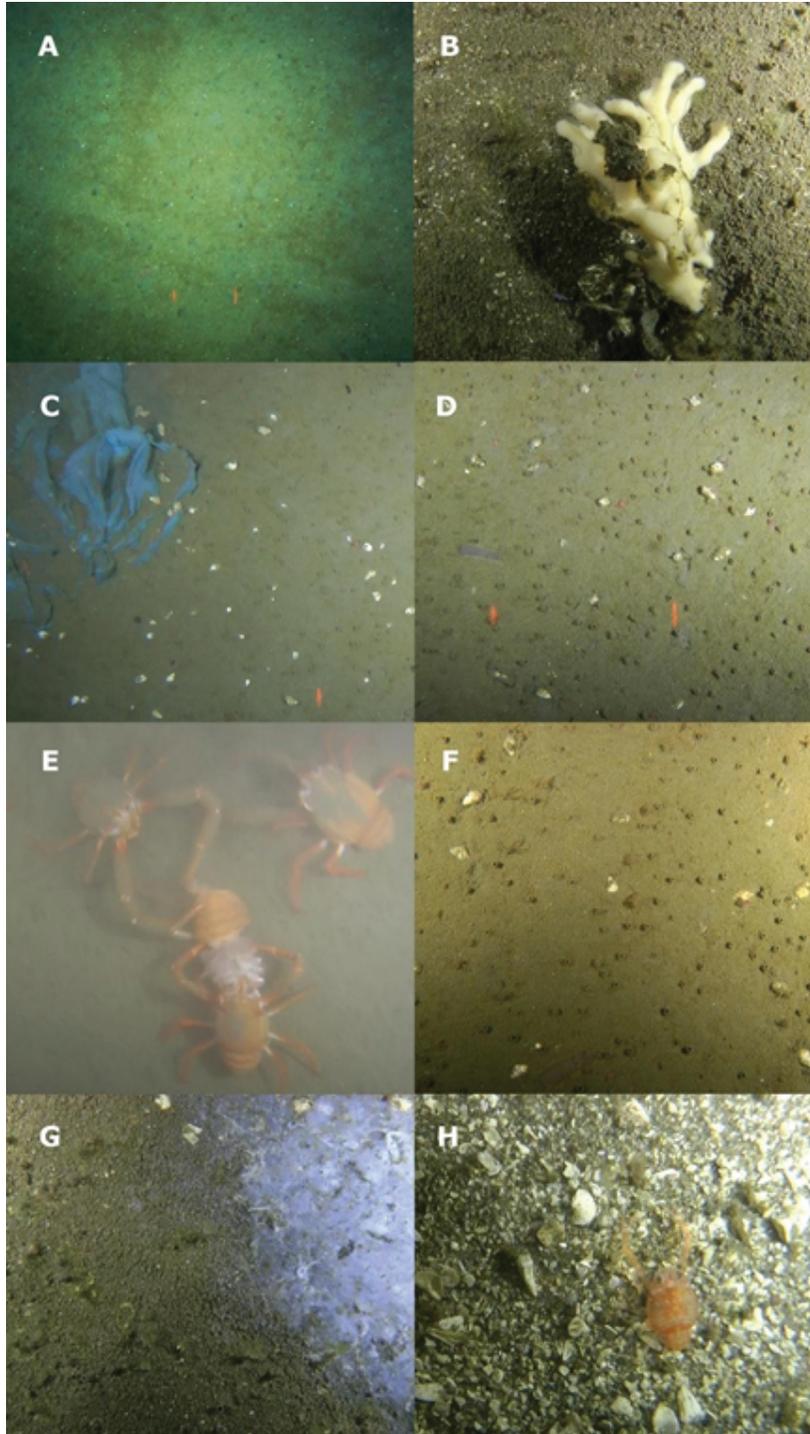


Fig. 16 A) Huella dejada aparentemente por un arte de pesca de arrastre, B) esponja *Axinella* sp., C) bolsa plástica a más de 100 m de profundidad, D) algunos poliquetos, gastrópodos y estomatópodos, E) interacción entre langostinos amarillos (*Cervimunida johni*), F) poliquetos y gastrópodos, G) parche de bacterias filamentosas quimiosintéticas y H) juvenil de langostino colorado.

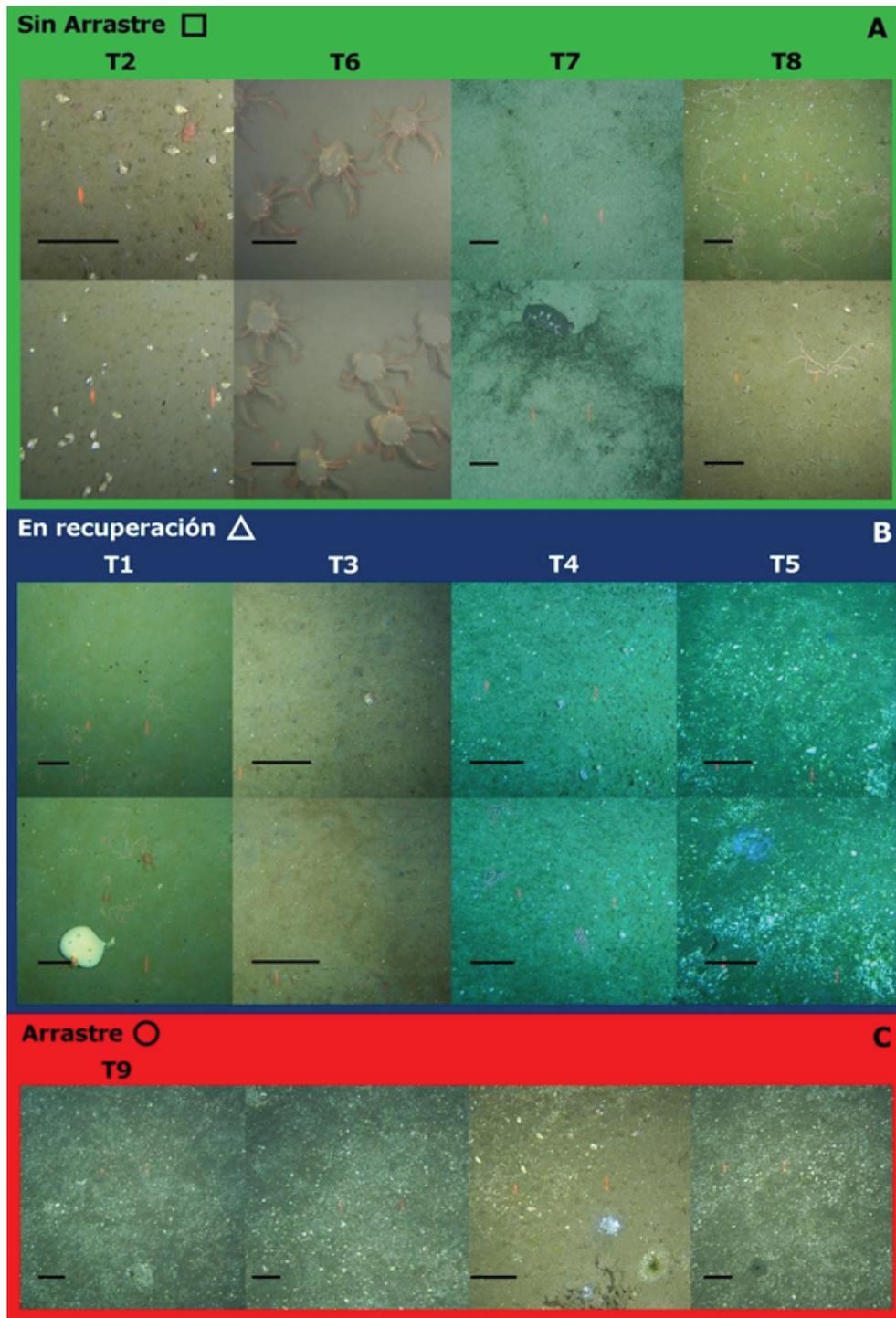


Fig. 17 Secciones de los fotogramas característicos de cada transecto agrupados por zona. Escala = 5 cm. Los colores corresponden al grupo al cual pertenece el transecto de acuerdo a su historial de pesca de arrastre (verde: sin arrastre, azul: en recuperación y rojo: con arrastre).

El análisis de ordenación multivariado nMDS reportó un valor de stress de 0,16 que indica agrupaciones no al azar sino basada en los rangos de similitud entre las especies de cada transecto (Fig. 18). El nMDS posiciona cercanamente los transectos cuatro, cinco, ocho y nueve lo que sugiere una composición de especies similar. Además estos transectos se encuentran a profundidades similares (bajo los 100 m). Los transectos uno y tres también se encuentran cercanos entre sí y ambos se ubican cerca de los 80 m de profundidad. Los transectos dos, seis y siete (correspondientes a zonas sin arrastre) se encuentran más alejados del resto. A pesar de estas agrupaciones este análisis reúne todos los transectos en una misma zona (elipse). Estas agrupaciones se pueden ver también en el análisis de cluster (Fig. 18), el cual posee coeficiente de correlación cofenética de 0,89. En concomitancia con estos resultados el análisis PERMANOVA (Tab. 9) indica que no hay diferencias significativas en la composición de las especies bentónicas entre los distintos sitios de estudio ($p > 0,05$).

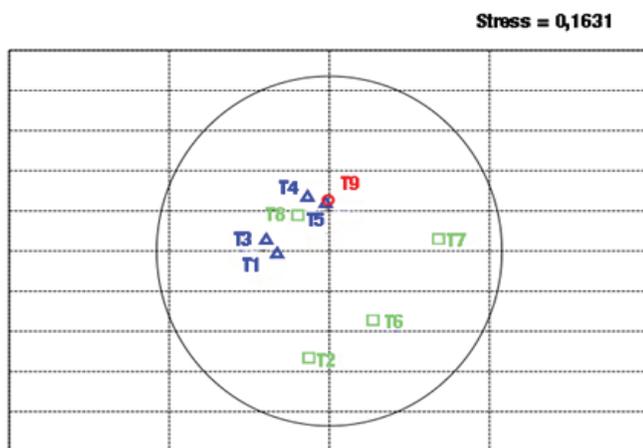


Fig. 18 Análisis de ordenación multivariada (nMDS) de los transectos según zona de pesca. Se indica el valor de stress. Los colores y formas de los símbolos corresponden al grupo al cual pertenece el transecto de acuerdo a su historial de pesca de arrastre (cuadrado verde: sin arrastre, triángulo azul: en recuperación y círculo rojo: con arrastre). La elipse agrupa las estaciones con un valor del índice de similitud de Bray-Curtis igual o superior al 95 por ciento.

Comparación pareada Zona de pesca	F	P	Perm
s/arrastre, recuperación	1,135	0,394	9999
s/arrastre, arrastre	0,5375	0,7967	9999
arrastre recuperación	0,827	0,3986	9999

Tab. 9 Resultados del análisis PERMANOVA de un factor (con datos estandarizados y transformados mediante raíz cuadrada). Se muestra la comparación pareada entre la abundancia de especies en las diferentes zonas. Perm es el número de permutaciones realizadas.

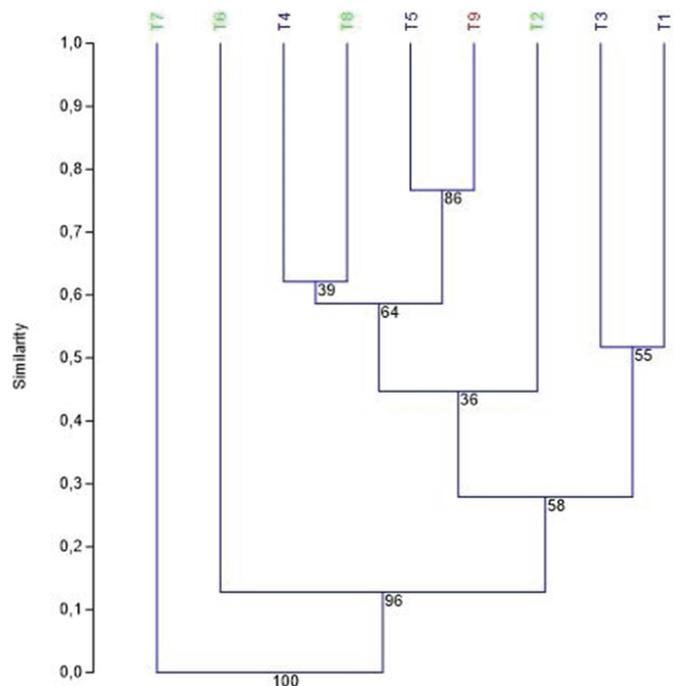


Fig. 18 Dendrograma (Bray-Curtis) que ilustra la estructura jerárquica obtenida para los diferentes transectos a partir de la composición por taxa y respectivas abundancias. Los colores corresponden al grupo al cual pertenece el transecto de acuerdo a su historial de pesca de arrastre (verde: sin arrastre, azul: en recuperación y rojo: con arrastre).

Conclusiones

En general las comunidades a lo largo de los transectos estudiados, agrupados a su vez en tres áreas de acuerdo a su impacto pesquero, tienen una baja riqueza específica y diversidad. Por otra parte, el análisis de los distintos transectos de video obtenidos en la zona de La Higuera, agrupados además de acuerdo a su historial de pesca de arrastre en: zonas sin arrastre, en recuperación y con pesca de arrastre, no permite establecer diferencias significativas entre ellos en cuanto a su densidad y riqueza de fauna epibentónica. Esto debido a que todas las áreas han sido arrastradas dentro de los 10 años, periodo en el cual la recuperación no es evidente.

Recomendamos ampliar la cobertura espacial y batimétrica del estudio, considerando además una distribución más balanceada en la representatividad de los distintos tratamientos en base a su historial de pesca de arrastre. Sobre todo, recomendamos aumentar el esfuerzo de muestreo en ambientes menos perturbados y en zonas más profundas, por debajo de la ZMO. Un efecto que se encuentra bien documentado en esta tipo de ambientes es el de “borde inferior de mínima oxígeno”, en el margen continental chileno, bajo los 300 m, aproximada-

mente. Al aumentar la profundidad también aumenta la disponibilidad de oxígeno, lo cual sumado al abundante alimento allí presente, produce un aumento considerable tanto en la diversidad como en la abundancia y biomasa de la epifauna bentónica (Levin, 2003; Sellanes *et al.*, 2010). Por debajo de la ZMO y dependiendo del tipo de sustrato es además donde es factible encontrar especies sésiles formadoras de hábitat, como por ejemplo corales de aguas frías (Cañete y Häussermann, 2012). Es en dicha zona donde es esperable que el efecto de la pesca de arrastre sea más evidente.

CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE ÁREAS PREFERENTES PARA LA CONSERVACIÓN

Para proponer zonas preferentes para la conservación finalmente se sobreponen los resultados de los análisis LISA de la biomasa de crustáceos, y de la riqueza de grupos de especies importantes con las zonas de surgencia, por la importancia de estas zonas para la alta producción de fito- y zooplankton, resultando en zonas de alimentación de numerosos recursos hidrobiológicos, incluyendo ballenas, aves marinas y otros depredadores; representando una alta variedad de procesos y hábitats importantes para la conservación.

De las 53 UPs consideradas para la conservación, solo 25 (47 por ciento) incluyen también caladeros de la pesca de arrastre de crustáceos (ver Fig. 14) y solo en seis de ellas se encuentran biomásas significativamente altas de langostinos, todas ubicadas dentro del ARPA (Tab.10).

Recurso	UPs Preferencia para la Conservación con alta biomasa de recursos (UPs dentro del ARPA)
Camarón nailon	0 (0)
Langostino amarillo	6 (6)
Langostino colorado	2 (0)

Tab. 10 Distribución de agrupaciones de alta biomasa de crustáceos con valores del índice LMiZ-Score >2 en las zonas preferentes para la conservación (UP Conservación). Los números entre paréntesis corresponden a aquellas que se encontraban dentro de las 5 primeras millas.

- El Mar Territorial dentro de las 12 mn alberga un número considerable de especies importantes de mamíferos y aves marinas, peces y de invertebrados como esponjas, corales antozoos y poliquetos, entre otros.

- Estos grupos de organismos se encuentran altamente amenazados por la pesca de arrastre de fondo, sea por contaminación acústica o extracción como fauna acompañante o por destrucción del hábitat por el uso del arrastre de fondo.

- Entre Taltal (25°S) y Valparaíso (33°S) se pueden identificar un total de cinco zonas que representan una alta riqueza de especies. Estas zonas de alta riqueza de especies corresponden a 53 unidades de planificación de 12mn en diámetro y 27 de ellas se encuentran dentro del ARPA.

- El cierre de la pesca de arrastre dentro del ARPA entre Taltal y Valparaíso significará la conservación marina del 51 por ciento del área considerada como importante para conservar la alta riqueza de especies.

- El cierre del ARPA para la pesca de arrastre por otro lado afectará solo seis zonas de alta biomasa de crustáceos menores, especialmente del langostino amarillo, pero no la pesca del camarón nailon.

- El cierre de la pesca de arrastre dentro del ARPA entre Taltal y Valparaíso significaría la conservación de dos zonas de alta biomasa de la merluza común y puede contribuir a la reconstrucción de estas pesquerías.

- Un cierre total del ARPA entre Taltal y Concepción no afectaría la mayoría de los caladeros del langostino colorado y ninguno de los caladeros del camarón nailon.

REFERENCIAS

- Alverson D & S Hughes (1996) Bycatch: from emotion to effective natural resource management. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 6: 443-462
- Alverson D, M Freeberg, S Murawski & J Pope (1994) A global assessment of fisheries bycatch and discards N° 339. Food and Agriculture Org.
- Anderson MJ, Gorley RN & Clarke KR (2008) PERMANOVA for PRIMER: guide to software and statistical methods. PRIMER-E Ltd., Plymouth, United Kingdom, 214 pp
- Anon (1991) Normativa de veda recurso langostino colorado durante 1991. Informe técnico. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, República de Chile, 25 pp
- Arana P & MF Pizarro (1970) Análisis de los parámetro biométricos de los langostinos amarillo (*Cervimunida johni*) y zanahoria (*Pleuroncodes monodon*) de la costa de Valparaíso. *Invest. Mar., Valparaíso* 1(12): 285-316
- Arancibia H, LA Cubillos & E Acuña (2005) Annual growth and age composition of the squat lobster *Cervimunida johni* off northern-central Chile (1996-97). *Scientia Marina* 69(1): 113-122
- Auster PJ, K Gjerde, E Heupel, L Watling, A Grehan, & AD Rogers (2011) Definition and detection of vulnerable marine ecosystems on the high seas: problems with the “move-on” rule. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, fsq 074
- Bahamonde N & G Henríquez (1970) Sinopsis de datos biológicos sobre el camarón nailon *Heterocarpus reedi* Bahamonde 1955. FAO. *Fish. Rep.* 57(4): 1601-1621
- Bahamonde N, G Henríquez, A Zuleta, H Bustos & R Bahamonde (1986) Population dynamics and fisheries of squat lobsters, family Galatheidae, in Chile. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 92: 254-268
- Beals EW (1984) Bray-Curtis ordination: an effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *Adv Ecol Res* 14: 1-55

- Broadhurst MK (2000) Modifications to reduce bycatch in prawn trawls: a review and framework for development. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10(1): 26-60
- Buhl-Mortensen L, K Ellingsen, P Buhl-Mortensen, KL Skaar & G Gonzalez-Mirelis (2016) Trawling disturbance on megabenthos and sediment in the Barents Sea: chronic effects on density, diversity, and composition. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 73(suppl 1): i98-i114
- Buzas IA & TG Gibson (1969) Species diversity: Benthonic Foraminifera in western North Atlantic. *Science* 163: 72-7
- Cañete JI & V Haeussermann. 2012. Colonial life under the Humboldt Current System: deep-sea corals from O'Higgins I seamount. *Latin American Journal of Aquatic Research* 40(2): 467-472
- Capella J & J Gibbons (2005) Diversidad de especies: Mamíferos Marinos. *Biodiversidad de Chile. Patrimonio y desafíos* 234-245
- Collie JS, SJ Hall, MJ Kaiser & IR Poiner (2000) A quantitative analysis of fishing impacts on shelf-sea benthos. *Journal of Animal Ecology* 69: 785-799
- Crowder L & S Murawski (1998) Fisheries bycatch: implications for management. *Fisheries* 23: 8-16
- Davies RWD, SJ Cripps, A Nickson & G Porter (2009) Defining and estimating global marine fisheries bycatch. *Marine Policy* 33(4): 661-672
- Field JG, KR Clarke & RM Warwick (1982) A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Marine Ecology Progress Series* 8: 37-52
- Gray JS, P Dayton, S Thrush & MJ Kaiser (2006) On effects of trawling, benthos and sampling design. *Marine Pollution Bulletin* 52 (2006) 840-843
- Hammer O, DAT Harper & PD Ryan. 2001. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Harrington JM, RA Myers & AA Rosenberg (2005) Wasted fishery resources: discarded by-catch in the USA. *Fish and Fisheries* 6: 350-361
- Hiddink JG, S Jennings, MJ Kaiser, AM Queirós, DE Duplisea & GJ Piet (2006) Cumulative impacts of seabed trawl disturbance on benthic biomass, production, and species richness in different habitats. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63(4): 721-736
- Jones MC, RD Stephen, JK Pinnegar, R Warren & WWL Cheung (2012) Modelling commercial fish distributions: Prediction and assessment using different approaches. *Ecological Modelling* 225: 133-145
- Kaiser MJ, JS Collie, SJ Hall, S Jennings & IR Poiner (2002) Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. *Fish and Fisheries* 3: 114-136
- Kaschner K, J Rius-Barile, K Kesner-Reyes, C Garilao, S.O Kul-lander, T Rees, & R Froese (2013) Aqua-Maps: Predicted Range Maps for Aquatic Species. Worldwide web electronic publication
- Kudela R, G Pitcher, T Probyn, F Figueiras, T Moita & V Trainer (2005) Harmful algal blooms in coastal upwelling systems. *Oceanography* 18(2): 184-197
- Lancelotti DA & JA Vásquez (2000) Zoogeografía de macroinvertebrados bentónicos de la costa de Chile: contribución de la conservación marina. *Revista Chilena de Historia Natural* 73: 99-129

- Levin LA (2003) Oxygen minimum zone benthos: adaptation and community response to hypoxia. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 41: 1– 45
- Middleburg JJ, K Soetaert & PMJ Herman (1997) Empirical relations for use in global diagenetic models. *Deep-Sea Res* 44: 327-344
- Morgan L & R Chuenpagdee (2003) *Shifting gears: Addressing the collateral impact of fishing methods in USA waters*. Island Press Publication Services, Washington DC
- Oberle FK, CD Storlazzi & TJ Hanebuth (2015) What a drag: Quantifying the global impact of chronic bottom trawling on continental shelf sediment. *Journal of Marine Systems*, Available online 30 December 2015, ISSN 0924-7963, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2015.12.007>
- Ojeda FP, FA Labra & AA Muñoz (2000) Biogeographic patterns of Chilean littoral fishes. *Revista Chilena de Historia Natural* 73(4): 625-641
- Párraga D, R Wiff, JC Quiroz, M Zilleruelo, C Bernal & J Azócar (2012) Caracterización de las tácticas de pesca en la pesquería multiespecífica de crustáceos demersales en Chile. *Lat. Am. Res.* 40(1): 30-41
- Pielou EC (1966) The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131-44
- Puig P, M Canals, JB Company, J Martin, D Amblas, G Lastras, A Palanques & AM Calafat (2012) Ploughing the deep sea floor. *Nature* 489 (7415) 286-289
- Pusceddu A, S Bianchelli, J Martin, P Puig, A Palanques, P Masqué & R Danovaro (2014) Chronic and intensive bottom trawling impairs deep-sea biodiversity and ecosystem functioning. *PNAS* 111: 8861-8866
- Read AJ, P Drinker & S Northridge (2006) Bycatch of marine mammals in US and global fisheries. *Conservation Biology* 20(1): 163-169
- Reichel L. (2012). Succession of benthic hard bottom communities in the shallow sublittoral of Comau Fjord, Chile (Doctoral dissertation, AWI CAU)
- Rozbaczylo N & J Simonetti (2000) Diversity and distribution of Chilean benthic marine polychaetes: State of art. *Bulletin of Marine Science* 67(1): 359-372
- Selig ER, WR Turner, S Troëng, BP Wallace, BS Halpern, K Kaschner, BG Lascellles, KE Carpenter & RA Mittermeier (2014) Global priorities for marine biodiversity conservation. *PLoS One* 9(1)
- Sellanes J, E Quiroga, C Neira & N Teixido (2010) Diversity patterns along and across the Chilean margin: a continental slope encompassing oxygen gradients and methane seep benthic habitats. *Marine Ecology* 31: 111–124
- Thrush SF & PK Dayton (2002) Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: implications for marine biodiversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33: 449-473
- Tillin HM, JG Hiddink, S Jennings & MJ Kaiser (2006) Chronic bottom trawling alters the functional composition of benthic invertebrate communities on a sea-basin scale. *Marine Ecology Progress Series* 318: 31-45
- Tkachenko KS. (2005). An evaluation of the analysis system of video transects used to sample subtidal epibiota. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 318(1), 1-9

Vertino A, A Savini, A Rosso, I Di Geronimo, F Mastrototaro, R Sanfilippo & G Etiope (2010) Benthic habitat characterization and distribution from two representative sites of the deep-water SML Coral Province (Mediterranean). *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 57(5), 380-396

Vilina Y & C Pizarro (2005) Diversidad de especies: Aves Marinas. *Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos* 258-265

Watling L & EN Norse (1998) Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: a comparison to forest clearcutting. *Conservation Biology* 12: 1180-1197

Yimin Ye & K Cochrane (2011) Global overview of marine fishery resources. Review of the state of world marine fishery resources 3 - 18. *FAO Fisheries and Aquaculture Department*, Rome, Italy

Zilleruelo L, D Párraga & C Bravo (2010) Informe Final IFOP. Investigación situación pesquería crustáceos demersales, 2009. Instituto de Fomento Pesquero

Zilleruelo L, D Párraga & C Bravo (2011) Informe Final IFOP. Asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura 2010. Actividad 3: Pesquería crustáceos demersales 2010. Instituto de Fomento Pesquero

Zilleruelo L, D Párraga & C Bravo (2012) Informe Final IFOP. Convenio de asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2011. Actividad 3: Crustáceos demersales 2011. Instituto de Fomento Pesquero

Zilleruelo L, D Párraga & C Bravo (2013) Informe Final IFOP. Asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2012. Actividad 1: Seguimiento integral de pesquerías. Pesquerías de crustáceos demersales 2012. Instituto de Fomento Pesquero

Zilleruelo L, D Párraga & C Bravo (2014) Informe Final IFOP. Convenio I: Asesoría integral para la pesca y acuicultura, Programa de seguimiento de pesquerías de crustáceos demersales, 2013. Instituto de Fomento Pesquero

Zilleruelo L, D Párraga & C Bravo (2015) Informe Final IFOP. Convenio desempeño 2014, Programa de seguimiento de pesquerías de crustáceos demersales 2014: Crustáceos demersales 2014. Instituto de Fomento Pesquero

ANEXO 1.

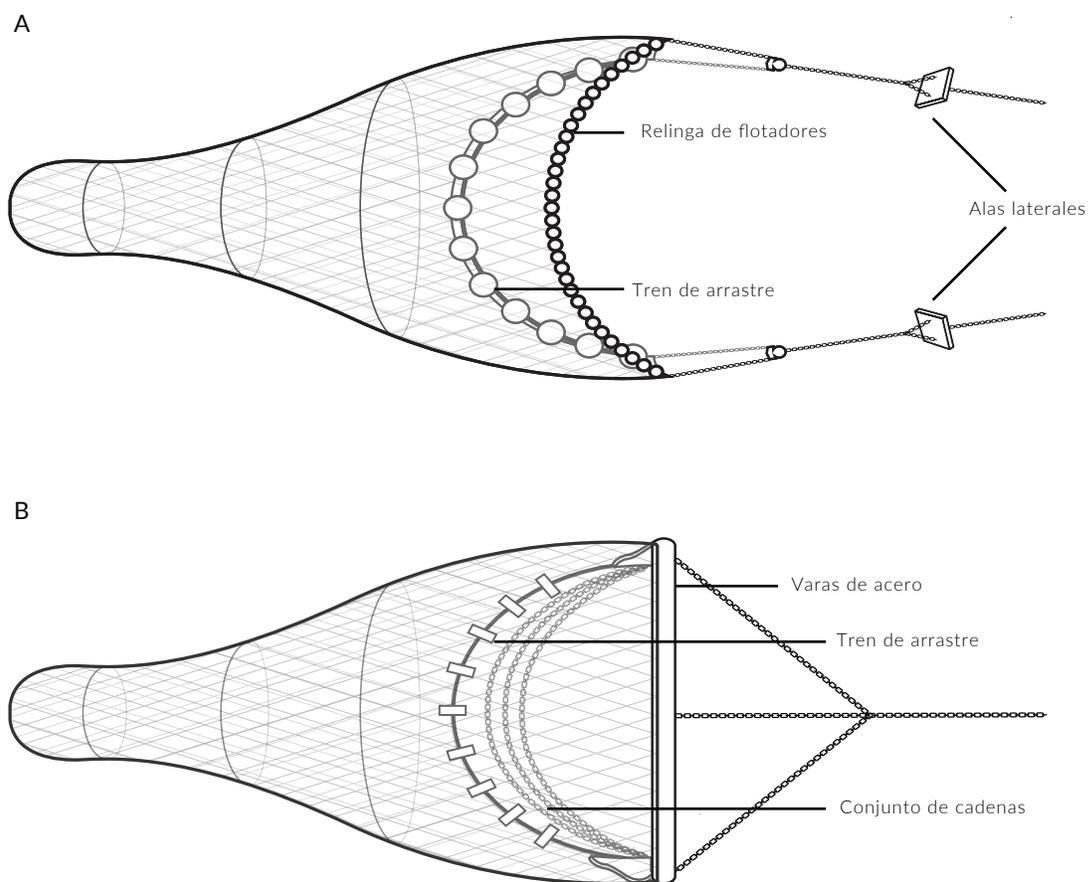


Fig. 1 Esquema del diseño de las típicas redes de arrastre. A. Red más comúnmente utilizada, la cual se mantiene abierta a través de alas laterales. B. Red de arrastre de vara, la cual se mantiene abierta a través de una vara de acero. Además en A. se puede apreciar un tren de arrastre compuesto de discos de goma y en B. uno con cilindros de acero.

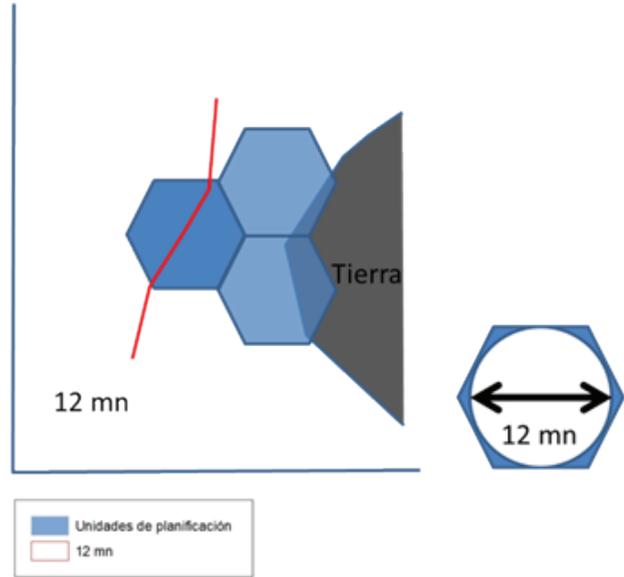
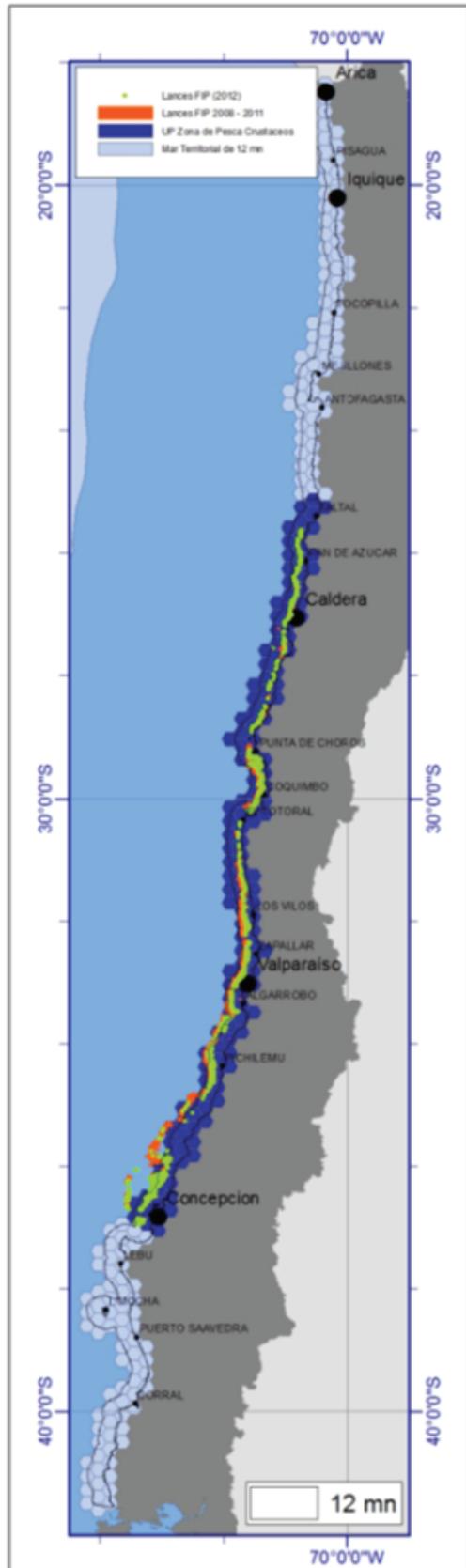


Fig. 2 Mapa de las 145 Unidades de Planificación (UP) para la zona de pesca de arrastre de crustáceos menores en el Mar Territorial continental entre Taltal y Concepción (25°S y 37°S (izquierda). El mapa indica zonas de pesca de arrastre de crustáceos según los datos de proyectos FIP, los límites del Mar Territorial (12 mn). Unidades que colindan con el límite oceánico de las 12 mn o con la tierra se incorporan por completo en el análisis (derecha).

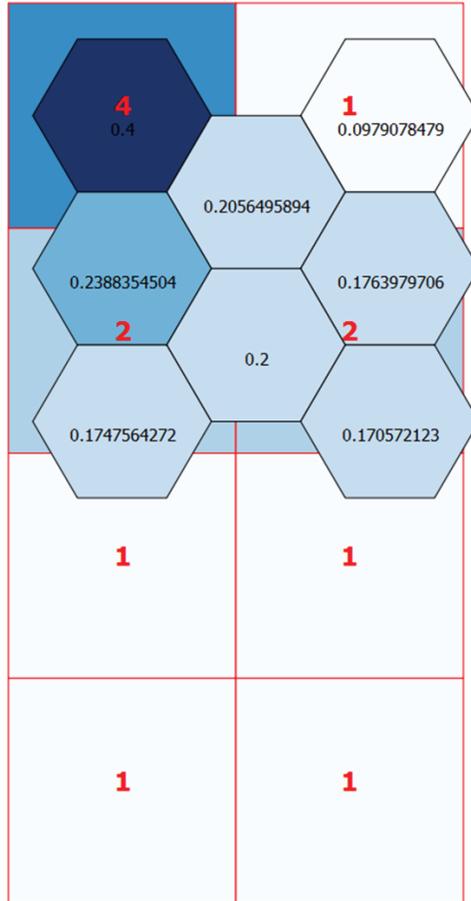


Fig. 3 Ejemplo como se calcularon los valores de conservación (cifras negras) de los hexágonos o unidades de planificación en forma proporcional como porcentaje del valor de la riqueza S (cifras rojas) de cuadrantes que se sobrepone a los UP.

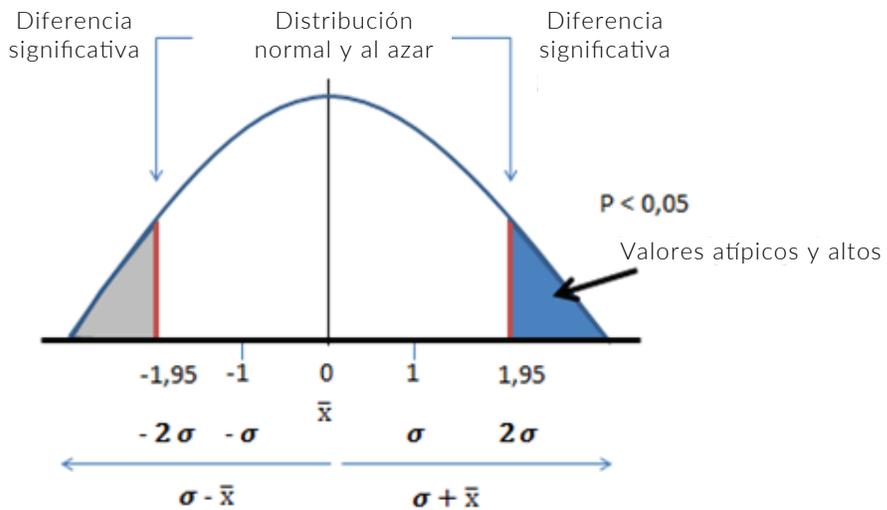


Fig. 4 Esquema que ilustra la distribución de valores Z de un conjunto de datos. Valores negativos o positivos hasta el doble de la varianza corresponden a la parte de una distribución normal y al azar. Estos valores son normales y no representan datos relevantes del análisis espacial, porque no son diferentes al promedio. Lo que se busca son áreas o unidades de planificaciones relevantes que llevan un alto valor de una variable (como la riqueza de especies) y se encuentran en el extremo derecho de la curva, correspondientes al doble del valor de la varianza o más. Solo para estos valores existe una probabilidad > 95 por ciento ($P < 0,05$ estadísticamente probado que se distinguen con una diferencia significativa del resto de los datos).

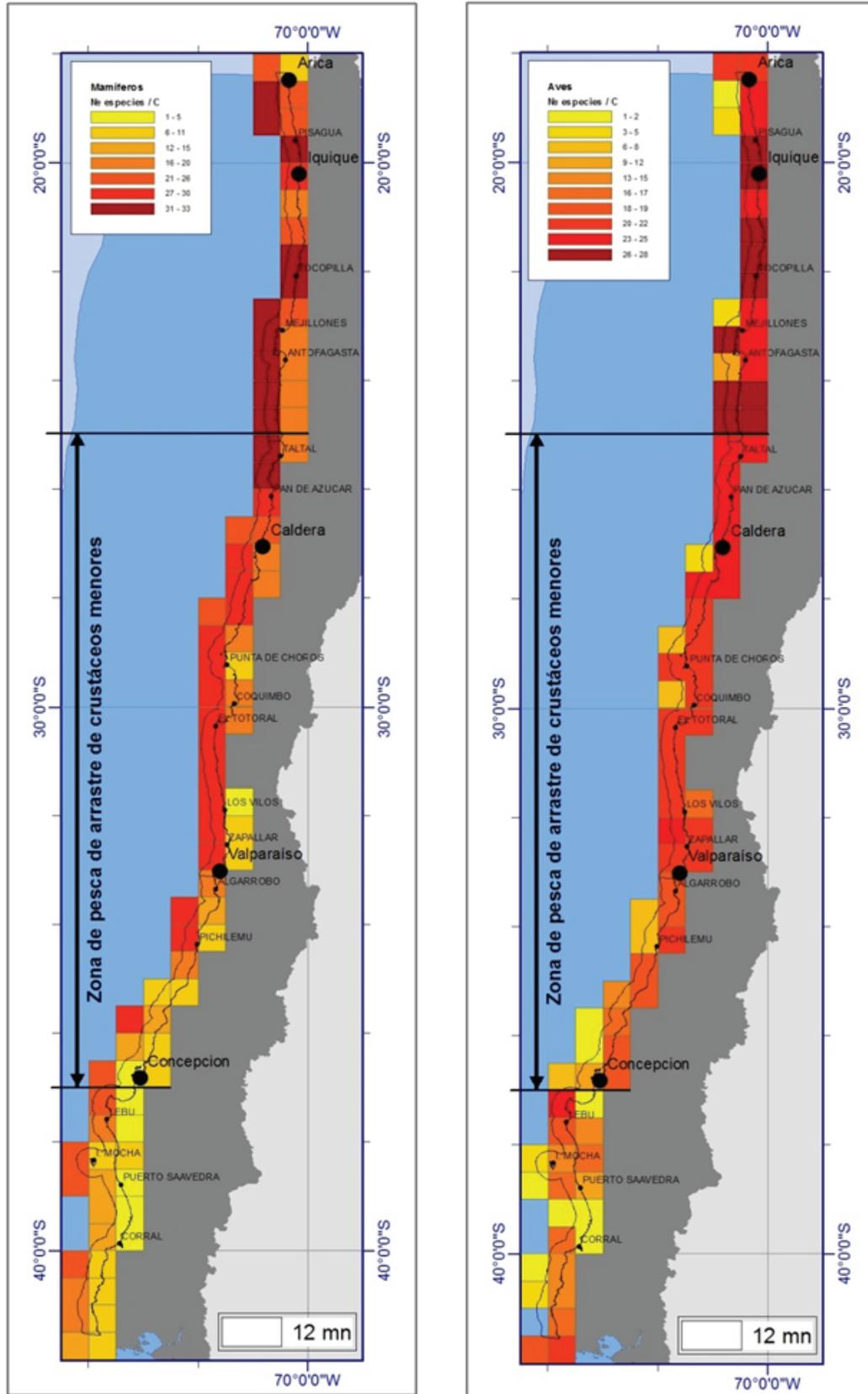


Fig. 9 Riqueza (número de especies por cuadrantes de 0,5 grados latitud y longitud) para Mamíferos y Aves marinas en el Mar Territorial de Chile (datos originales de Aquamaps).

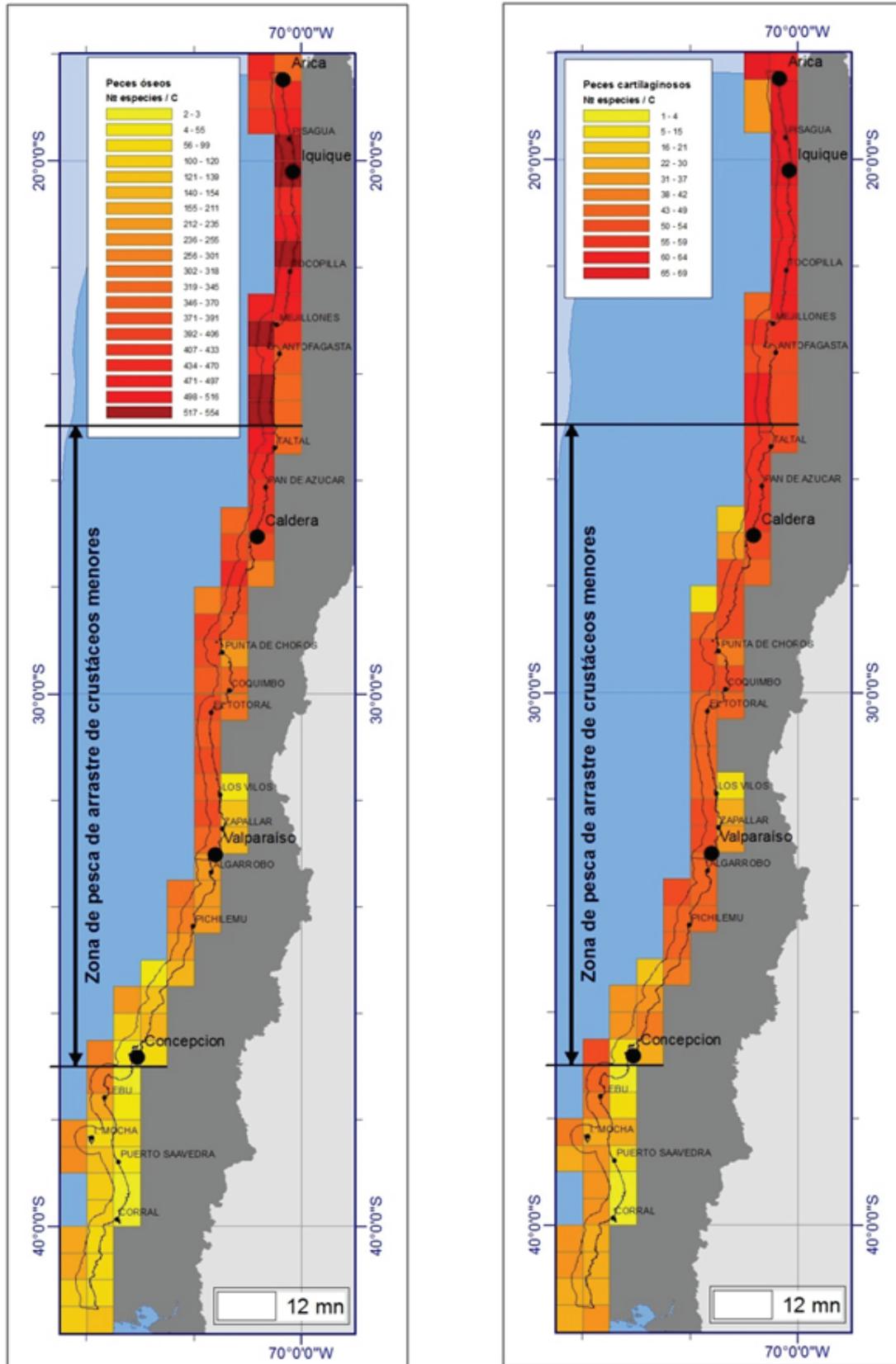


Fig. 10 Riqueza (número de especies por cuadrantes de 0,5 grados latitud y longitud) para peces en el Mar Territorial de Chile (datos originales de Aquamaps).

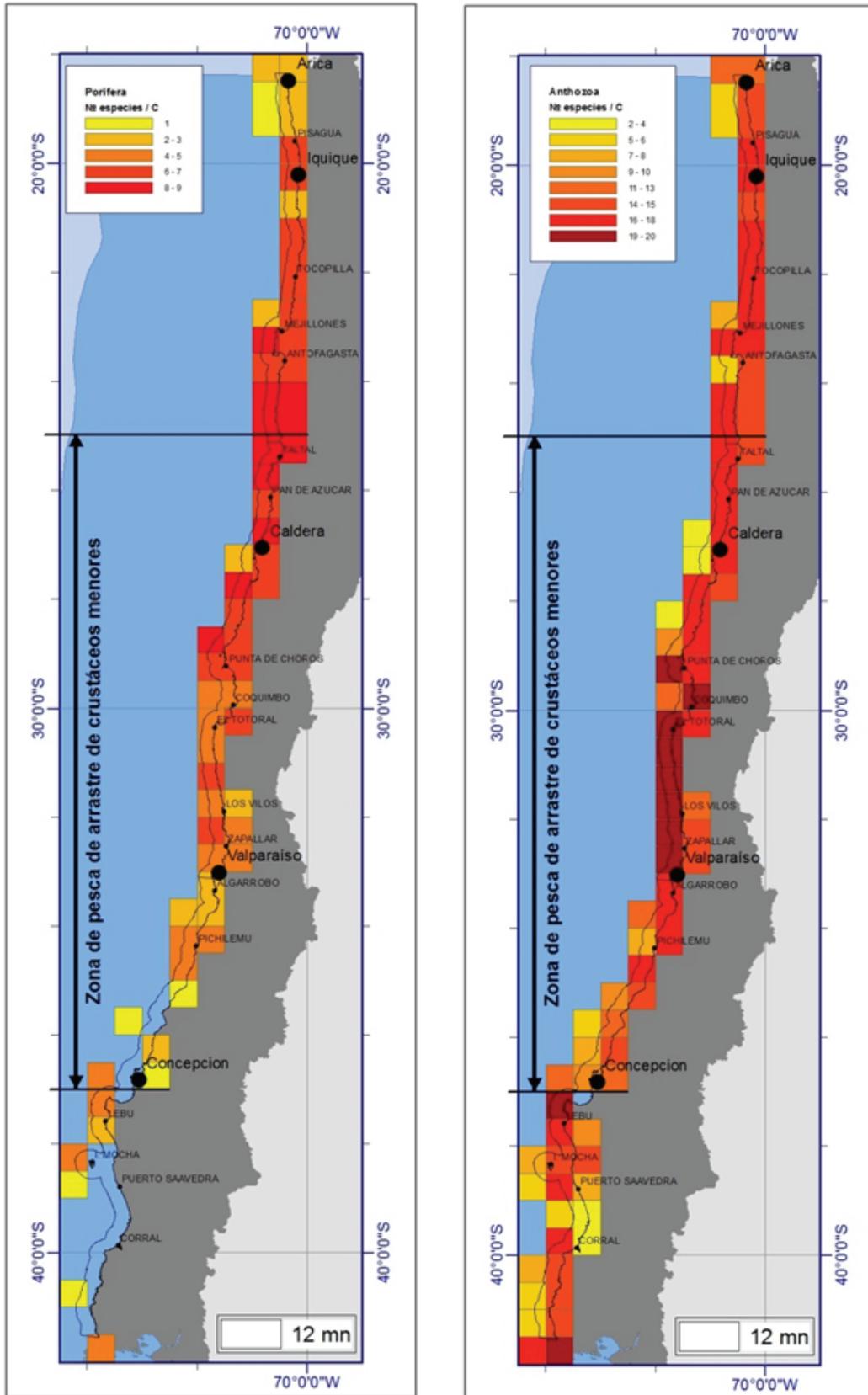


Fig.11 Riqueza (número de especies por cuadrantes de 0,5 grados latitud y longitud) para porífera (esponjas) y corales antozoos en el Mar Territorial de Chile (datos originales de Aquamaps).

ANEXO 2.

Pesquería de merluza común, *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848)

La merluza común (*Merluccius gayi gayi*, Guichenot, 1848) es una especie demersal que se distribuye en la costa de Chile desde Antofagasta (23°38'S) hasta el canal Cheap (47°08'S) (Martínez 1976) entre los 50 m y 500 m de profundidad (Aguayo 1996).

La pesquería de esta especie se inició en 1938, con Valparaíso y San Antonio como principales centros de desembarque (Yañez *et al.*, 1985), y se desarrolla por dos flotas: una artesanal que utiliza redes de enmalle y espineles, y una industrial que utiliza redes de arrastre de fondo (Gaete 2014).

En los años 70, la operación de la flota de arrastre comienza a desplazarse gradualmente hacia el sur debido a una disminución en el éxito de pesca en la zona de Valparaíso (Pavez 1977), hasta ese entonces los desembarques se caracterizaban por ser de valores cercanos a 80.000 t y por presentar grandes fluctuaciones, con un primer máximo histórico en 1968 de 128.000 t, pero en los años 70 los desembarques experimentan una notable reducción estabilizándose en torno a un valor medio de 30.000 t. Luego, en los años 80, debido a que se inician las exportaciones de productos congelados y frescos refrigerados de merluza común, actividad que se vio incentivada por el ingreso de clases anuales fuertes al stock que a mediados de los años 90 impulsaron un rápido

incremento en la biomasa, se observa un aumento en los desembarques que se extiende hacia los primeros años de la década del 2000 de manera que la pesquería alcanza un segundo máximo histórico de 121.000 t en el año 2001. Posteriormente los desembarques cayeron, primero gradualmente durante el 2002 y el 2003 y luego rápidamente hacia el año 2005 (Tascheri *et al.*, 2014).

En resumidas cuentas la pesquería se desarrolló con relativa normalidad hasta el año 2001, manifestado un buen desempeño de los indicadores biológico-pesqueros en toda la zona centro sur. Hasta ese entonces se registraba un máximo de actividad pesquera, altos desembarques y rendimientos de pesca y una captura caracterizada por ejemplares adultos. A partir del año 2002 comienza a hacerse evidente una declinación de la pesquería, primero en la zona norte (IV-V Región) y luego en la zona sur (VII-VIII Región) hasta entrar en una crisis global el año 2004 y 2005, la que se mantiene hasta la actualidad.

Hoy en día esta pesquería se encuentra colapsada y este stock lleva ya 11 años en estado de colapso sin presentar síntomas de mejoras (INFORME TÉCNICO (R.PESQ.) N° 237/2015). Una pesquería colapsada o agotada se puede definir como aquella en que la biomasa del stock es inferior a la biomasa correspondiente al punto biológico límite que se haya definido para la pesquería, no tiene capacidad de ser sustentable y cuyas capturas están muy por

debajo de su nivel histórico, independientemente del esfuerzo histórico que se ejerza (Tascheri *et al.*, 2014).

La mayor parte de la cuota asignada cada año es la que le corresponde a la flota industrial que, como se mencionó anteriormente, utiliza la pesca de arrastre de fondo para extraer este recurso. Hay estudios, como el de Thurstan *et al.* (2010) en el que realizan una retrospectiva a partir de datos de pesquerías de peces demersales (mayoritariamente utiliza la pesca de arrastre de fondo) en el Reino Unido abarcando un período de 118 años y estudian sus efectos sobre los ecosistemas, que prueban que los ecosistemas del fondo marino se ven afectados y reorganizados con la industrialización de las pesquerías y que los stocks comerciales de la mayoría de las especies demersales son colapsados.

La pesca de arrastre de fondo es extremadamente dañina ya que no sólo afecta a los individuos de la especie objetivo, sino que también afecta el hábitat del que estos dependen para poder mantenerse y vivir (Puig *et al.*, 2012). Al homogenizar el fondo marino elimina características del hábitat que son importantes para los reclutas de las poblaciones de peces explotadas y de muchas otras especies incluyendo aquellas que los peces comerciales comen. La pérdida del hábitat de crianza puede llevar a una declinación importante de las pesquerías económicamente importantes (Watling y Norse, 1998).

Teniendo en cuenta los cambios en los desembarques observados desde el inicio de la pesquería de merluza común hasta la actualidad y el estado actual de esta misma, se hace evidente que para poder recuperarla se necesita cambiar la forma en que esta es extraída a un método más sustentable.

Referencias

Aguayo M (1996) Biology and fisheries of Chilean hakes (*M. gayi* and *M. australis*). En: J. Alheit and T.J. Pitcher, eds. Hake – Biology, Fisheries and Markets. Chapman and Hall, Fish and Fisheries Series (11)

Gaete E (2014) Experiencias de selectividad de peces de la familia merlucciidae en Chile. Rev. Invest. Desarr. Pesq. 25: 7-16

Martínez E (1976) Variabilidad de los caracteres merísticos en *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso 16: 71-92

Pavez P (1977) Análisis de situación actual y algunas alternativas de manejo de la pesquería de merluza común (*Merluccius gayi*, Guichenot 1848) en Chile. Escuela de Pesquería y Alimentos. UCV Chile p.28

Puig P, M Canals, JB Company, J Martin, D Amblas, G Lastras, A Palanques & AM Calafat (2012) Ploughing the deep sea floor. Nature 489 (7415) 286-289

Tascheri R, P Galvéz & J Sateler (2014) Convenio II: Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales. IFOP 2014

Thurstan RH, S Brockington & CM Roberts (2010) The effects of 118 years of industrial fishing on UK bottom trawl fisheries. Nature Communications 1-6

Watling L & EN Norse (1998) Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: a comparison to forest clearcutting. Conservation Biology 12: 1180-1197

Yañez E, L Pizarro & M Alberti (1985) Dinámica del stock de merluza común (*Merluccius gayi*) explotado en la zona central de Chile (30° S – 40° S) entre 1960 y 1982. En: Estudios en Pesquerías Chilenas. Ed. T. Melo. Escuela de Ciencias del Mar – Universidad Católica de Valparaíso pp: 967-74

