

---

**De:** CODEFF Aisen Agr. AISEN RESERVA DE VIDA  
**Enviado el:** miércoles, 26 de junio de 2024 14:07  
**Para:** Carol Andrea Alvarado Romo; DS Lista Sitios  
**Asunto:** Re: Solicita difundir y aportar antecedentes respecto de los Sitios Prioritarios de la Región de Aysén.  
**Datos adjuntos:** IMG-20220713-WA0004.jpg; IMG-20220713-WA0005.jpg; IMG-20220823-WA0008.jpg; HSFS95-häussermann\_et\_al\_gradual\_changes\_spix36\_2\_01-smaller.pdf; inf viviani.pdf

Estimada Carol;

Gracias por la información, intentaremos entregar observaciones y antecedentes.

Mientras tanto y antes de que se nos olvide, les enviamos un estudio que hizo el Dr. Rer Nat C.A, Viviani años atrás sobre criterios y sectores importantes a conservar en el litoral centro norte de la región. Ese estudio fue contratado por el Gobierno Regional como informacion base para la zonificacion del borde costero y por desgracia ahi no se consideró. En todo caso, esa informacion, aparte de sugerir otro(s) posibles nuevo(s) sitio(s), puede servir para reforzar los sitios de conservación marinos ya existentes, en especial el de Bahia Pink -Estero Walker. En las demás, por lo que ya sabemos se superpone algún sitio o parte de él con otras areas protegidas, como es el caso del Santuario de la Naturaleza de Quitalco donde esperamos siga como sitio el sector Carrera del Chivato/ Carrera del Cuchi hacia y la Isla Kent de gran valor (ubicado en la RN Las Guaitecas). En cuanto a las islas Guamblin e Ipun, la primera es Parque Nacional y la segunda aparentemente forma parte de la RN Las Guaitecas y contiene un valioso sitio paleontologico. El sitio Pitipalena esta también en el ACMP de MU Pitipalena -Añihue, aunque ambas, de gran valor, no han servido mucho a su efectiva protección, esto avalado por estudios de la UACH que Uds. deben conocer, además de la existencia de varias salmoneras, que como se sabe degradan la biodiversidad (adjunto estudio del Centro Huinay y podcast sobre el tema marino). El sitio Lago Presidente Ríos se encuentra en el P.N. Laguna San Rafael, así y todo ya esta invadido por salmones lo cual evidentemente afecta a su biodiversidad. El sitio Archipielago W Canal Messier suponemos es el Guayaneco ¿y Wellington? lugar de gran pristinidad y escasamente conocido, que es posible se encuentre en la R.N. Katalalixar y Reserva de la Biosfera Lag. San Rafael y El Guayaneco, y donde por su desprotección hay faenas de cosecha de lugar dejando un basural de desechos. Entonces, como ya lo expresamos, en el informe del Dr. Viviani hay fundamentación para estos sitios, que lo que tienen en común es su lejanía y escasos estudios en esa área, por lo cual ya de por si debiera ahi los principios precautorio y preventivo. Además vale como argumento de refuerzo el que ese mar esta en "la mayor de las tres zonas estuarias o de fiordo del planeta y que contiene una alta biodiversidad única desconocida y priorizada como de importancia para la preservación mundial (WWF, 1995; The Nature Conservancy /USAID, 1999 / Niklischeck, E. 2017)

En otro orden, respecto a esas áreas protegidas del litoral nos parece necesario que Uds. hagan exigir al SEA (parte del MMA!) Estudios de Evaluación de Impactos Ambientales según corresponde por ley a proyectos que se propongan ahi. Y también es necesario le comuniquen a la Subsecretaria de Pesca y Acuicultura los deslindes y existencia de areas protegidas, inclusive sitios prioritarios, ya que esta suele desconocerlos ¡a tanto que tiene dispuestas AAA hasta en parques nacionales!

Finalmente, esto de declarar areas protegidas y que veamos algunas con dos y tres categorias de protección superpuestas, y que esa protección solo exista en el papel para encontrarnos que en la triste realidad esos lugares estan siendo degradados, nos parece un tema que amerita mayor involucramiento y mayor accion por parte del MMA!

Adjuntamos además, mapeo de concesiones de salmonicultura en las áreas protegidas mencionadas, salmoneras que evidentemente degradan la biodiversidad de ellas (ver estudio Häussermann et al. y podcast <https://www.aisenreservadevida.cl/2022/01/21/la-otra-cara-de-la-moned-a-biologa-vreni-haussermann/>)

Respecto a los sitios terrestres nos referiremos en otro mensaje.  
Saludamos cordialmente a Uds.

Peter Hartmann  
Director CODEFF Aisén  
Presidente Agrupación Aisén Reserva de Vida.

El lun, 24 jun 2024 a las 12:05, Carol Andrea Alvarado Romo escribió:  
Junto con saludar, y por instrucciones de la SEREMI del Medio Ambiente de la región de Aysén, Sr. Yoal Díaz Reyes, tengo a bien informar sobre el inicio de **“Procedimiento de determinación de sitios prioritarios de la Estrategia Nacional de biodiversidad y Estrategias Regionales de biodiversidad de la macrozona norte, que pasarán a regirse por lo establecido en la ley N° 21.600”**.

Al respecto, según Res. Exenta Núm. 1560 de 2024, con publicación en el diario oficial con fecha 17 de junio de 2024, da un plazo de **30 días corridos** para la recepción de antecedentes sobre la determinación de sitios prioritarios de la Macrozona Sur que pasarán a regirse por lo dispuesto en la ley N° 21.600 que crea el Servicio de Biodiversidad y áreas protegidas, que para este primer decreto se realizará sobre los sitios prioritarios que están identificados en la Estrategia Regional y Nacional de Biodiversidad.

Siendo así cualquier persona natural o jurídica podrá, **hasta el 17 de julio de 2024, aportar antecedentes técnicos, científicos y sociales** sobre la materia, y en particular, **aquellos que digan relación con los valores ecológicos** de uno o más sitios y sus usos (los que se listan en el anexo). Dichos antecedentes deberán ser fundados y enviarse en formato digital a la casilla electrónica , habilitada para tales efectos o entregarse por escrito en la Oficina de Partes de la SEREMI del Medio Ambiente, región de Aysén, ubicada en Diego Portales 125, interior Coyhaique.

Se adjunta tabla Excel con listado de sitios prioritarios de la Región de Aysén, con correspondiente link para su visualización en el portal del Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad (SIMBIO), en la que se sugiere incorporar el detalle de la información que será entregada en la casilla de correo, para facilitar su revisión.

Señalar que actualmente **la región de Aysén tiene 15 de Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad**, consagrado en el Estrategia Regional de Biodiversidad del año 2003, sobre estos y acorde a la entrega de información técnica o científica y acorde a una revisión interna, se deberá definir cuáles se regirán por lo establecido en la ley N° 21.600, a saber:

*Que, los principales efectos de la declaración de un sitio prioritario en virtud de la nueva regulación que establece la ley N° 21.600, se encuentran en el artículo 41; disposición que prohíbe expresamente la "alteración física de los humedales que constituyan sitios prioritarios", y las infracciones que contempla la letra a) de su artículo 116, que dispone como conductas prohibidas en sitios prioritarios: "extraer tierra de hoja o turba; capturar, herir o dar muerte a ejemplares de la fauna nativa; destruir nidos, lugares de aposentamiento, reproducción o crianza, o ejecutar acciones que interfieran o impidan el cumplimiento del ciclo de reproducción de las especies nativas, cortar o extraer ejemplares de especies nativas de plantas, algas, hongos o líquenes; cuando tales acciones produzcan cambios significativos en las características ecológicas del sitio".*

Una excepción a la conducta infraccional indicada en sitios prioritarios se da respecto de pueblos indígenas, al señalar que: *"no se considerará infracción aquella conducta realizada en el marco de aquellos usos o costumbres ancestrales de comunidades indígenas reconocidas en el acto administrativo que establezca alguno de los instrumentos de esta ley, en tanto no constituya un menoscabo a la conservación de la biodiversidad y a la protección del patrimonio natural del país, así como en aplicación de normativa especial en materia de sanidad vegetal y animal y de prevención y combate de incendios forestales"*

Para mayor información, puede visitar el expediente del proceso, que se encuentra en la web del Ministerio del Medio Ambiente: <https://leyparalanaturaleza.mma.gob.cl/>, banner “Instrumentos Ley 21.600”, “Transitorios” y luego “Sitios Prioritarios Macrozona Sur”. Y respecto de la ubicación y polígonos de los actuales sitios prioritarios puede revisarlos en el siguiente link. <https://simbio.mma.gob.cl/CbaSP> ; <https://simbio.mma.gob.cl/CbaSP>

He invitamos a compartir y difundir esta información con personas y/u organizaciones que ud crea puedan contribuir con información relevante para este primer proceso.

Agradeciendo su interés y difusión.

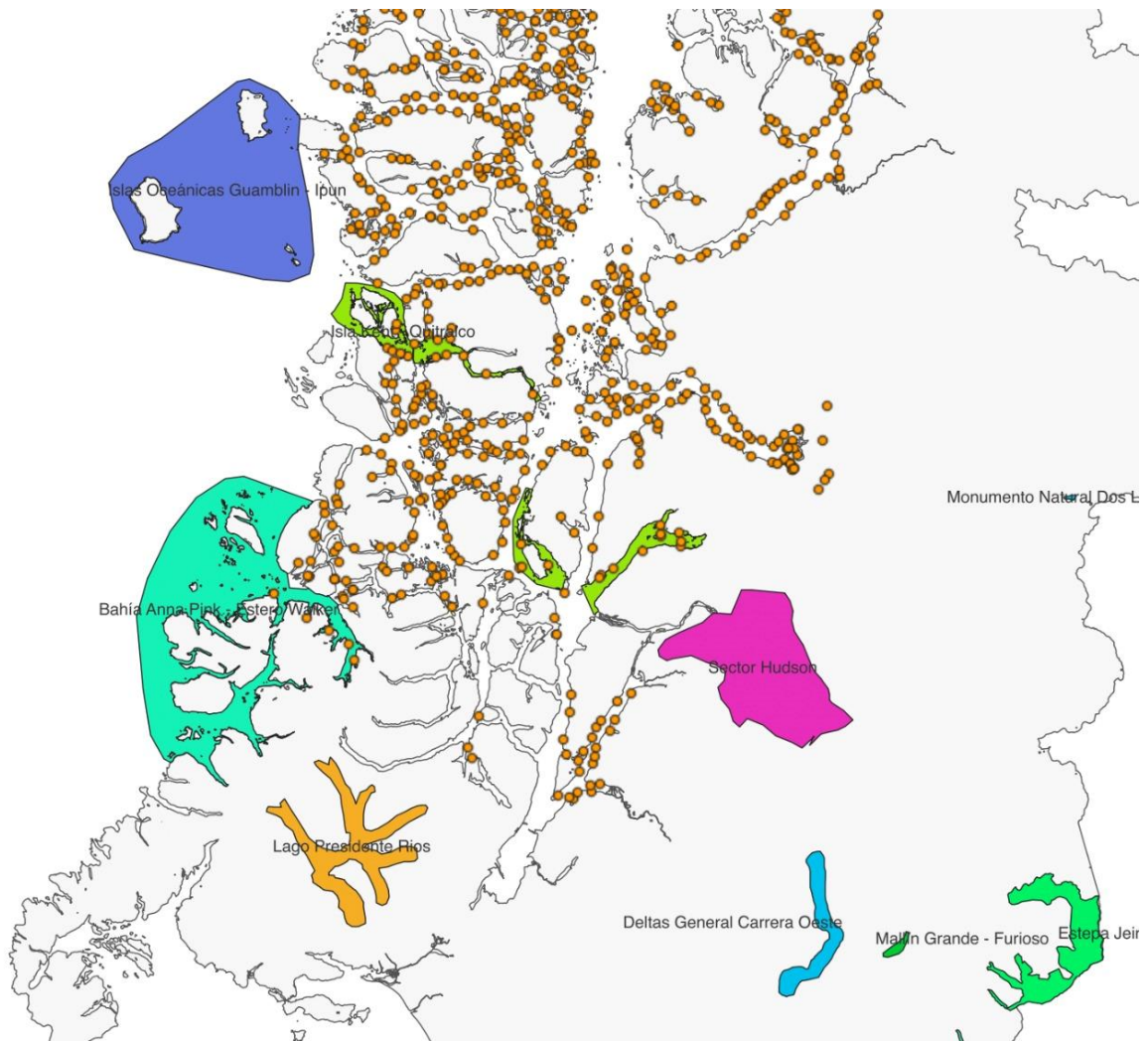
Se despide atentamente

**Carol Alvarado Romo**

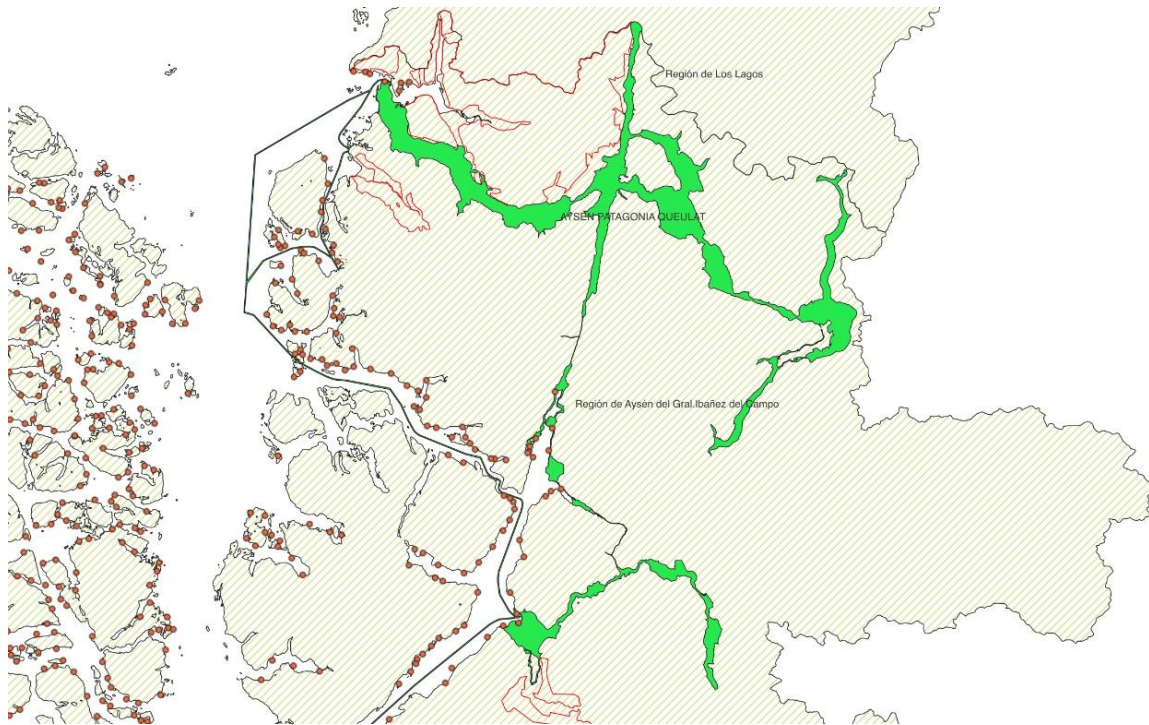
Encargada Biodiversidad y Recursos Naturales  
Seremi del Medio Ambiente Región de Aysén

**Ministerio del Medio Ambiente**  
**Gobierno de Chile**











# SPIXIANA

Zeitschrift für Zoologie

# SPIXIANA

ZEITSCHRIFT FÜR ZOOLOGIE

published by the

BAVARIAN STATE COLLECTION OF ZOOLOGY

(ZOOLOGISCHE STAATSSAMMLUNG MÜNCHEN)

SPIXIANA publishes original contributions to zoology,  
preferably to the fields of taxonomy, morphology, phylogeny, and zoogeography.

One volume with two issues is published each year.

Monographs can be published as SPIXIANA Supplement.

Editor-in-Chief: Gerhard Haszprunar

Managing Editors: Roland Melzer, Michael Schrödl

Executive Editor: Angela Pillukat

Editorial board

Michael Balke  
Juliane Diller  
Frank Glaw  
Axel Hausmann

Lars Hendrich  
Marion Kotrba  
Bernhard Ruthensteiner  
Ulrich Schliewen

Stefan Schmidt  
Klaus Schönitzer  
Andreas Segerer  
Markus Unsöld

ZOOLOGISCHE STAATSSAMMLUNG MÜNCHEN

Münchhausenstraße 21, 81247 München, Germany

Tel. +49 (0)89 8107-0 – Fax +49 (0)89 8107-300

E-mail: [SPIXIANA@zsm.mwn.de](mailto:SPIXIANA@zsm.mwn.de)

[www.zsm.mwn.de/spixiana/](http://www.zsm.mwn.de/spixiana/)

**Publication of full-length articles in SPIXIANA is subject to peer reviewing.**

**After publication, PDF files of all articles are made available for research purposes.**

**Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek**

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie;

detailed bibliographic data are available in the Internet at

<http://dnb.dnb.de>.

Copyright © 2013 by Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München

All rights reserved.

Except for research purposes, no part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system,  
or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying or otherwise,  
without the prior permission of the copyright owner.

Applications for such permission, with a statement of the purpose and extent of the reproduction, should be  
addressed to the publisher, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Wolfratshauser Straße 27, 81379 München, Germany.

ISSN 0341-8391

Printed in the European Union

**Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Wolfratshauser Straße 27, 81379 München, Germany**

Tel. +49 (0) 89 742827-0 – Fax +49 (0) 89 7242772 – E-Mail: [info@pfeil-verlag.de](mailto:info@pfeil-verlag.de) – [www.pfeil-verlag.de](http://www.pfeil-verlag.de)



|          |    |   |         |                        |                |
|----------|----|---|---------|------------------------|----------------|
| SPIXIANA | 36 | 2 | 161–171 | München, Dezember 2013 | ISSN 0341-8391 |
|----------|----|---|---------|------------------------|----------------|

## Gradual changes of benthic biodiversity in Comau Fjord, Chilean Patagonia – lateral observations over a decade of taxonomic research

Vreni Häussermann, Günter Försterra, Roland R. Melzer & Roland Meyer

Häussermann, V., Försterra, G., Melzer, R. R. & Meyer, R. 2013. Gradual changes of benthic biodiversity in Comau Fjord, Chilean Patagonia – lateral observations over a decade of taxonomic research. *Spixiana* 36(2): 161–171.

Due to its huge extension and inaccessibility Chilean Patagonia for the longest time has been seen as a pristine region with never ending marine resources. But as a byproduct of the inaccessibility its ecosystems are still poorly known. During the last two decades, the aquaculture industry brought an unparalleled economic development to the area and the number of small-scale fishermen who go for pelagic and demersal fish and shellfish multiplied. Since 2003, we have been studying the benthic biodiversity of the Comau Fjord, Northern Patagonia. We have compared benthic photos that show large, long-living species down to 40 m depth on a key study site, which were taken in 2003 and again in 2013. Additionally we compared the decapod fauna which was inventoried in 2005/2006 and again in 2011. The analysis of photographs taken during the last ten years of taxonomic studies demonstrated an important decline in abundance in megabenthic species, throughout several taxa.

Vreni Häussermann & Günter Försterra, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ciencias del Mar, Avda. Brasil 2950, Valparaíso, Chile, and Huinay Scientific Field Station, Chile;  
e-mail: v.hausermann@gmail.com, gunter\_forsterra@yahoo.com

Roland R. Melzer & Roland Meyer, Zoologische Staatssammlung München, Münchhausenstr. 21, 81247 München, Germany;  
e-mail: melzer@zsm.mwn.de, rolandmeyer@hotmail.de

### Introduction

The biodiversity of the Chilean Patagonian fjord region is still largely unknown. Since 2003, scientists at Huinay Scientific Field Station have been studying the ecosystems of the region and new species and even new communities are discovered on a regular base (see Häussermann & Försterra 2009). The Comau Fjord ecosystem is characterized by high primary production, high standing stock of benthic biomass, high turn-over rates, combined with high diversity, including abundant presence of scarce and endangered species. The fjord also has important colonies of marine mammals and birds (Häussermann et al. 2012). Situated only 200 km south of Puerto Montt, the capital of the Los Lagos

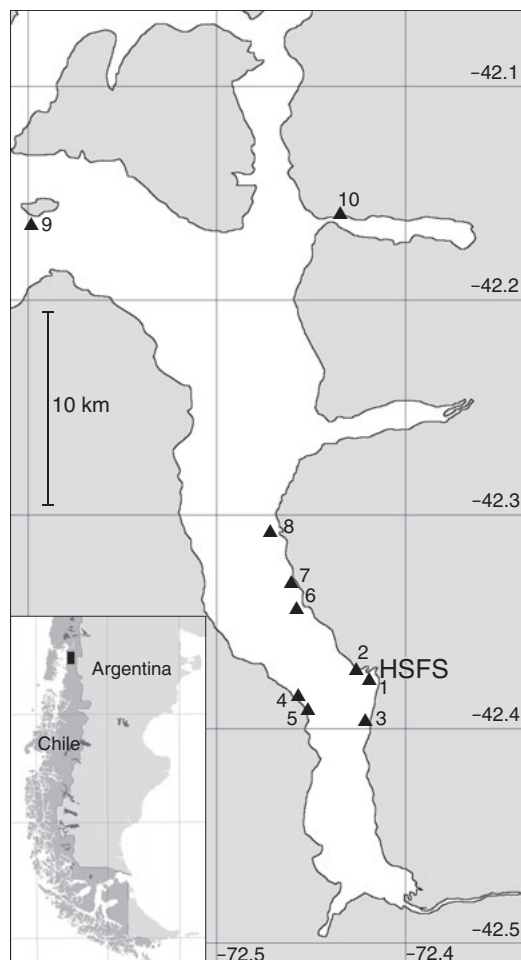
region, the Comau Fjord has less than 100 inhabitants of which the first settled in 1925. Locals mainly live of artisanal fisheries which have been concentrating on pelagic and demersal fish like hake (*Merluzzius australis* (Hutton, 1872)) and congrio (*Genypterus chilensis* (Guichenot, 1848)), and the mytilids *Aulacomya atra* (Molina, 1782) and *Mytilus chilensis* Hupé in Gay, 1854. Fin-fish are caught with long line systems while mytilids are harvested from the intertidal rocks during low tide and to a lower extent in the subtidal with HUKA-diving equipment.

Huinay Scientific Field Station started operating in 2003. At that time, three salmon farms and one mussel farm were situated in the fjord. Fishermen generally reached their monthly fishing quota of 600 kg hake per boat within two to three days (Luis

Hernandez, pers. comm. 2012). In 2012, 42 aquaculture concessions (33 salmon farms and 9 mussel farms) were registered for the fjord of which 23 salmon farms and 9 mussel farms hold installations. Despite rising fishing quotas and a twelve-fold higher number of registered fishermen in 2012 compared to 10 years before (HFFR-2012), fish landings have been constantly decreasing by nearly 60 % between 2004 and 2011. Mytilid landings decreased by more than 90 % (HFFR-2012) between 2007 and 2012. Since 2012 many fishermen abandoned fisheries on hake since the resulting catches did not justify the effort any more (Luis Hernandez, pers. comm. 2013). This situation is representative for Chilean fisheries; in September 2013 the Undersecretary of Fisheries declared that 70 % of the main commercial Chilean fisheries have collapsed (Radio del Mar 2013).

### Material and methods

Since 2003 we have regularly undertaken numerous dives at ten different locations in the Comau Fjord (Fig. 1) to establish species inventories for all benthic macro-invertebrates as a baseline (see Häussermann & Försterra 2009). VH and GF established four long-term study sites (see Fig. 1): at two sites several photo transects down to 30 m depth have been taken in 2003 and 2004 (sites nr. 2 and 7) and are being repeated for comparison in an ongoing study, and at two other sites (sites nr. 5 and 9) recruitment plates have been installed in 2009 which are photographed approx. every 3 months. Punta Llonco is located at the tip of a small peninsula at the eastern shore of the Comau Fjord, where tidal currents can get significant. Punta Llonco was declared as “no touch” site by the field station with strongly restricted diving activity and no extractive sampling, because of the presence of one of the largest banks of cold-water corals in shallow water in the Comau Fjord, an accumulation of several species of large deep-sea anemones, and extensive coral banks down to at least 120 m depth (observed during a ROV transect in February 2005 down to 188 m). This way community changes through scientific sampling as observed at other field stations could be excluded. In 2003 and 2004, we have been opportunistically photographing benthic habitats with large and long-living sessile mega-fauna at Punta Llonco down to 40 m depth (Fig. 2). In October 2007, we carried out two ROV transects at Punta Llonco (down to 200 m), one close to a salmon farm north of Punta Llonco (down to 68 m), and one 1.4 km north at SWALL (down to 180 m) (Fig. 1). To find out if the benthic macro-fauna has changed at Punta Llonco, we revisited the site in 2012 and 2013, taking photographs of the same spots and compared them to the photos taken in 2003/2004 (Fig. 2). Primnoid gorgonian densities were estimated by counting the gorgonian densities on four randomly selected estimated 1 m<sup>2</sup> areas within a sea whip field and taking the average density.



**Fig. 1.** Regularly visited study sites in the Comau Fjord system; with lateral fjords Quintupeu (north) and Chahuelmo (south). Legend: HSFS: Huinay Scientific Field Station. Long-term study sites with transects: nr. 2: Punta Huinay and nr. 7 SWALL; long-term study sites with recruitment plates: nr. 5: X-Huinay S and nr. 9: Lilihuapi Island; nr. 6: Punta Llonco.

RMel and RMey made detailed surveys on the occurrence and abundance of decapod crustaceans during stays in 2005 and 2006 for altogether 6 weeks with between one and three dives per day including numerous night dives, and again in 2011 during a stay for ten days with one to three dives per day (Fig. 3). Abundance and diversity comparisons were based on effort (dive hours)/species numbers and effort/individual numbers ratios.

## Results

### Benthic communities at Punta Llonco

The exponentially increasing marine aquaculture in the Comau Fjord leads to increased sedimentation and to nutrient enrichment, at least in the vicinity of farms (Hargrave 2010). Since 2006/2007 there are two salmon farming concessions approx. 100–200 m south and north of Punta Llonco, respectively, which were producing rainbow trout at irregular intervals during the last years. In mid 2013, only the concession north of Punta Llonco was active.

### Mytilid banks down to 15 m depth

The Comau Fjord had been known for its old and thick mytilid banks and its good larval recruitment of mytilids (Luis Hernandez, pers. comm. 2012). Basically all hard surfaces from the mid intertidal down to 15–20 m were covered by mussel banks. At all ten study sites which we had visited regularly between 2003 and 2004, we documented mytilid banks with close to 100 % coverage down to approx. 15–20 m depth with up to 20–30 cm mussel canopy, diverse age structure and plenty of associated fauna (Fig. 2A1). The mytilid bank at Punta Llonco was representative for the entire fjord at that time: down to more than 15 m depth the rocks were covered with multi-layered mytilid banks, up to 30 cm thick, dominated by *Mytilus chilensis* in the intertidal and *Aulacomya atra* in the subtidal. Mussels were densely covered by the gastropod *Crepidula* sp. and specimens of the sea anemone *Anthothoe chilensis* (Lesson, 1830) (Fig. 2A1). A diverse infauna composed of sea cucumbers (e.g. *Heterocucumis godeffroyi* (Semper, 1868)), polychaetes (e.g. *Hypsicomus phaeotaenia* (Schmarda, 1861) and *Perinereis gualpensis* Jeldes, 1963), sea anemones (e.g. *Paranthus niveus* (Lesson, 1830) and *Anthopleura hermaphroditica* (Carlgren, 1899)) and small gastropods (e.g. *Tonicia atrata* (Sowerby, 1840)) lived between the mussels.

In 2006 the mytilids in the rocky lower and mid-intertidal of Punta Llonco have been harvested exhaustively; this band is bare of mytilids since (Fig. 4A). In 2012 and 2013 we observed that mussel banks have largely disappeared in the subtidal rocks, where now specimens of the sea anemone *Anthothoe chilensis*, small sea urchins of different species (*Arbacia dufresnii* (Blainville, 1825), *Pseudechinus magellanicus* (Philippi, 1857)) and specimens of *Crepidula* sp. (Fig. 2A2, 2SA) dominate the benthos. During the same time we observed very patchy mussel banks with large gaps of bare rock, especially at the upper limit, homogenized age structure and significantly reduced associated fauna at all regularly visited dive sites (Fig. 2A2, 2SA).

### Anthozoans-dominated communities between 15 and 40 m depth

During a ROV transect in October 2007 next to the salmon farm north of Punta Llonco, besides white bacteria mats, accumulations of pellets, large amounts of general trash and dumped structures and cables (own observation), we have observed gorgonians covered by filaments of white bacteria (Fig. 4B). During a SCUBA dive in March 2008 at SWALL (1.4 km north of Punta Llonco; Fig. 1), Keith Hiscock observed dead gorgonians covered with fine organic sediment (K. Hiscock, pers. comm. 2008).

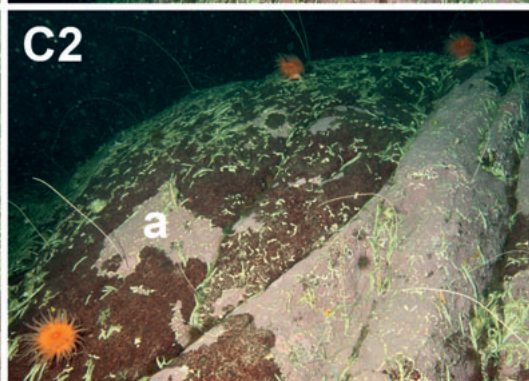
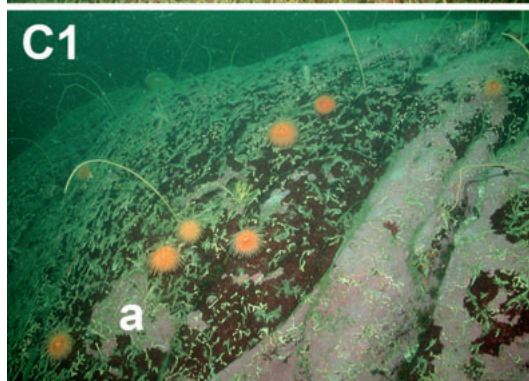
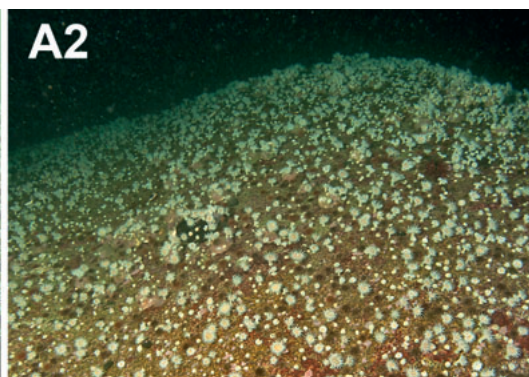
The comparison of photos taken at Punta Llonco in 2003/2004 and 2012/2013 revealed the following:

1. The density of gorgonians of the species *Primnoella chilensis* (Philippi, 1894) which were abundant on moderately steep to vertical rock below 20 m depth throughout the fjord was significantly reduced between 2003 (Fig. 2B1) and 2013 (Fig. 2B2). From the photos, we estimated a reduction in density by 70 % (27 gorgonians per m<sup>2</sup> in 2003 and 8 in 2013). The average length of the specimens also seems reduced, although we could not quantify this reliably from the photos.

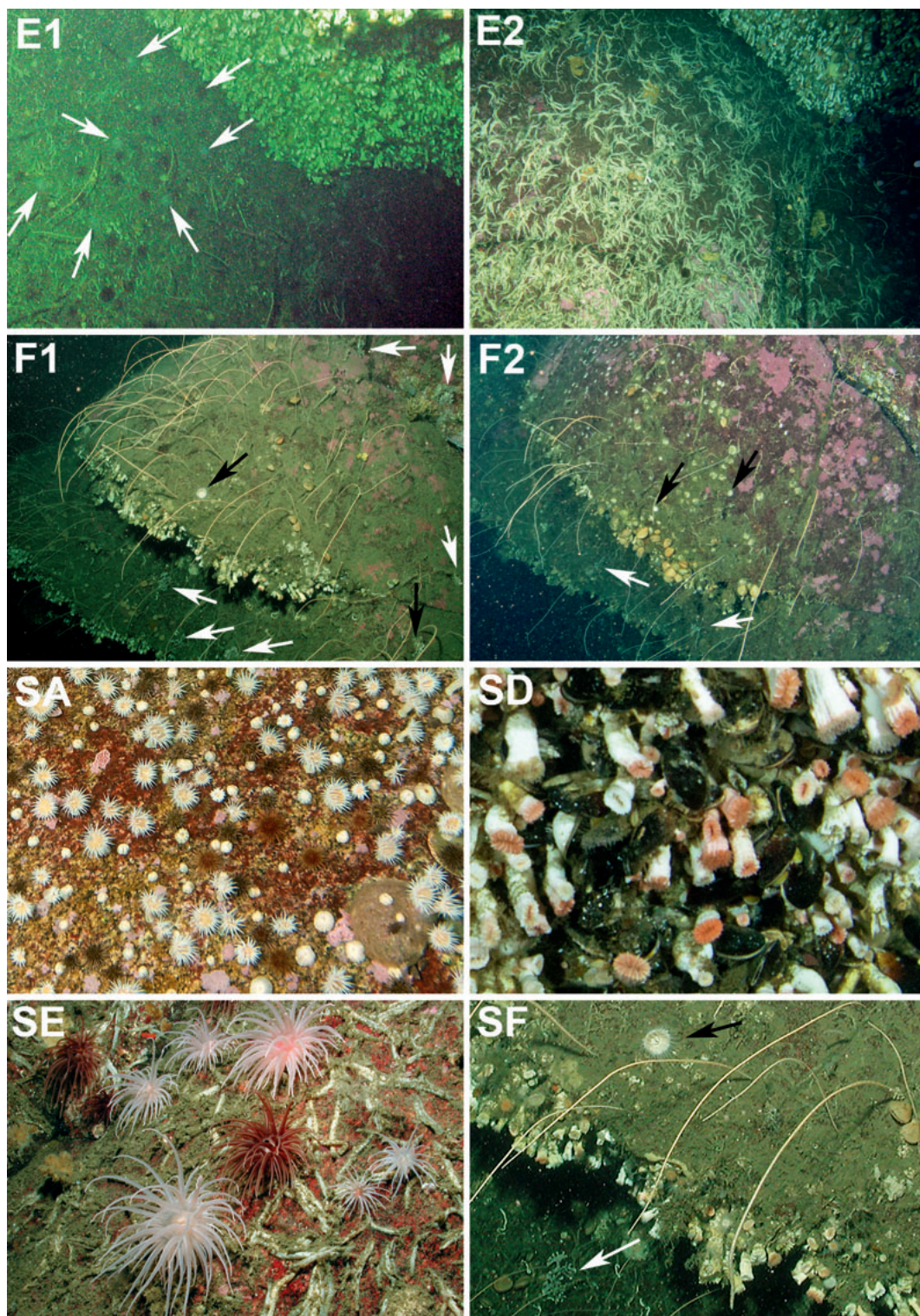
2. In February and March 2003 we documented eight large specimens of the deep-sea anemone *Actinostola chilensis* McMurrich, 1904 on a defined section of the wall north of the coral bank in 22–25 m (Fig. 2C1). This long-living species is found on exposed rocks below 20–25 m depth throughout Chilean Patagonia (Häussermann 2004 and Erratum 2005). In August 2003, we detected one additional specimen on the left margin of the section (large *Actinostola* specimens rarely change sites and if, don't move far). In March 2004, one specimen had disappeared, on the left side two specimens were attached some decimeters above their original place (probably they had moved up); all others were still at the same place. In 2013, no specimen was found at the same place as before; three larger specimens

**Fig. 2.** Benthic mega-fauna of Punta Llonco 2003 (1) and 2013 (2): **A.** Mytilid bank; 15 m. **B.** Meadow of primnoid gorgonian *Primnoella chilensis*, rocks covered with polychaetes of the genus *Spiochaetopterus patagonicus* Kinberg, 1867; 20 m. **C.** Rocky wall with deep-sea anemones *Actinostola chilensis*; 22–25 m. As point of reference, see red algae patch (A). **D.** Coral bank with the matrix species *Desmophyllum dianthus* under overhanging rock; 25 m. **E.** Steep rock with sea anemones *Bolocera occidua* and *Boloceropsis platei* (white arrows in 1 mark white specimens and one of the many dark brown specimens); 26–30 m. **F.** Double ridge with sea anemones *Hormathia pectinata* (black arrows), bryozoans *Aspidostoma giganteum* (white arrows) and *Primnoella chilensis*; 35–40 m. **SA, SD, SE, SF:** close-up section from figure A, D, E, F.











were attached to the rock close by (two within the defined area, and one outside, just below: still visible in Fig. 2C2).

3. In 2003, a few scattered mytilids were growing close to the upper margin of the large coral bank at 25 m depth (Fig. 2D1) which were only visible on close-up photos. On photos taken in 2006, the coverage of mytilids within the coral bank had not changed significantly. In 2013 however, the percentage of mytilids within the coral bank was much higher, visible by extended dark patches (Fig. 2D2, 2SD).

4. In 2003, the steep wall below the coral bank in 25–30 m depth was inhabited by dozens of specimens of the sea anemone species *Boloceroopsis platei* McMurrich, 1905 and *Bolocera occidua* McMurrich, 1893 (Fig. 2E1, 2SE, white and brown spots). In 2013 at the same place, we found no sea anemones (Fig. 2E2; the dark spot is a sea urchin *Arbacia dufrenoyi*).

5. In 2003, the top of a double ridge which is situated between 35 and 40 m depth north of the large coral bank, was inhabited by several specimens of the calcified bryozoan *Aspidostoma giganteum* Busk, 1854 (arrows in Fig. 2F1, 2SF) and at least one specimen of the deep-sea anemone *Hormathia pectinata* (Hertwig, 1882) (white line, see Fig. 2F1, 2SF). In 2013, of the seven specimens of *A. giganteum* found in 2003, only three were left, all of which inhabit the lower ridge. The specimen of *H. pectinata* is attached at exactly the same spot, and a second specimen is visible on the upper ridge (it might have already been there in 2003, retracted below the fine sediment layer). The density of *Primnoella chilensis* at this spot has been reduced by 53 % since 2003 (in average 15 gorgonians per m<sup>2</sup> in 2003 and 8 in 2013).

### Decapod surveys

Compared to the first stays at Huinay Scientific Field Station in 2005 and 2006, a decline in crustacean abundance in all previously common, large and well detectable species was observed in 2011. In particular, *Cancer edwardsii* Bell, 1835 (Fig. 3A) was very common in 2005 and 2006 (more than 30 specimens per one hour and diver), but rare in 2011 (altogether three specimens in twenty dives were observed). A drastic decrease was also observed for *Campylonotus vagans* Bate, 1888 (Fig. 3B). While in 2006 during each night dive several specimens were recorded, in 2011 a total of only two specimens were seen during five night dives. A very conspicuous decrease in abundance was also observed for *Pagurus villosus* Nicolet, 1849 (Fig. 3C). This previously very common hermit crab was the most abundant decapod in 2005 and 2006 with observed aggregations of more than 50–60 specimens (Fig. 3D). In 2011, less

than 10 specimens were observed per dive. Other decapod species that were abundant in 2005 and 2006 but only sporadically found in 2011 are *Propagurus gaudichaudi* H. Milne Edwards, 1836 (Fig. 3E), *Pagurus edwardsii* (Dana, 1852) (Fig. 3F), *Pilumnoides perlatus* (Poeppig, 1836) (Fig. 3G) and *Nauticaris magellanica* (Milne Edwards, 1891) (Fig. 3H).

## Discussion

### Effects of extractive activities on biodiversity of mytilid banks in Comau Fjord

With a twelvefold multiplication of registered fishermen in the Hualaihué Province over the past ten years (from 52 in 2002 to 649 in 2011) (HFFR-2012) and a rising number of boats coming from other Provinces to harvest in Comau Fjord (Luis Hernandez, pers. comm. 2012), the pressure on the mussel banks has increased strongly. Mytilid landings in Hualaihué have constantly decreased over the past ten years by more than 90 % (HFFR-2012).

Harvest of natural mussel banks means the removal of the entire epi-benthic biomass on large areas, which later is sorted on board. All no-target species are cleaned off the mussels and discarded, with minimal chances of survival. While in the subtidal mytilid recruitment on the cleaned areas may take place within few years, the higher in the intertidal this technique is applied and the larger the horizontal extent of the harvesting site, the longer it takes until mussel recruitment can be observed, and at some sites no mussel recruitment was observed until 2013. Since 2004 the upper limit of intertidal harvesting has successively raised (Fig. 4A2). The reported strong decline in mytilid seed production (by nearly 80 %) and recruitment in Northern Patagonia in 2012 could be connected to the decline in plankton in the Ancud Gulf in 2010/2011 (Feldman & McClain 2013) but also to the low density of larvae (Mundo Acuicola Pesquero 2013) through the lack of old mussel banks. After the crisis in mytiliculture through the decline in mussel recruitment, the Undersecretary of Fisheries announced to fund a study on the effect of Cypermethrin and Deltamethrin (used against sea lice) on mytilid aquacultures (Mundo Acuicola Pesquero 2012).

### Effects of aquaculture on biodiversity

For a variety of reasons, marine aquaculture of predatory species in general and intense net pen farming in coastal areas with restricted water exchange is controversially discussed (Grant 2010). Buschmann et al. (2012) state that environmental threats and human health risks are unacceptably

high and salmon farming in Chile does not meet any reasonable definition of sustainability. The effects of eutrophication and increased organic sedimentation on benthic communities resulting in reduced diversity and altered macrofauna in the vicinity of the farms have been extensively studied (Hargrave 2010); in the vicinity of the net pens only benthic taxa tolerant to suboxic conditions can survive (Vaquer-Sunyer & Duarte 2010). Far-field effects exist (Wildish & Pohle 2005) but are much less known and more difficult to detect.

In Chile, chemicals are extensively used in fish farming (Buschmann et al. 2009, 2012): e.g. the amount of antibiotics used in Chile in 2007 was more than 1400 times the amount used in Norway calculated for the same amount of produced salmon (732 and 560 versus 0.02 and 0.07 g/t production), which in Chile is done in a quarter of the area (Buschmann et al. 2006, Burrridge et al. 2010). Marine Harvest in its Sustainability Report (2008) declares to use 8200 (2008) to 36600 times (2007) more antibiotics in their farms in Chile compared to their farms in Norway. There is a significant potential that the chemical inputs also affect the diversity of the local fauna (Burrridge et al. 2010), which has already been observed in some cases in Chile (Buschmann et al. 2006). Data on chemical uses have not been made public at all until 2010; enforcement is inadequate and the illegal use of banned products and the poorly controlled application of others are controversially discussed (Buschmann et al. 2006, Burrridge et al. 2010). Since 2011, some information on the presence of the three main salmonid diseases and on the use of some chemicals is available (however, without data neither on the actually used amount nor on the frequency of treatment). All salmonid diseases known for Chile are present in the Comau Fjord, but our request for information about the chemicals used in the Comau Fjord was rejected by the Undersecretary of Fisheries arguing that the companies see this as strategic, commercially sensitive information and its dissemination would affect their commercial and economic rights (HFFR-2012).

The increasing effects of the salmon farming industry on the natural environment are poorly studied: although Chile is on the top of the list of salmon producing countries, it produces only 2–5 % of the scientific publications on the topic (Buschmann et al. 2009). This is the first publication which includes comparisons of benthic fauna over time.

### Anthozoans

Gorgonian corals are long-lived, slow-growing species exhibiting slow population dynamics. They are known to be affected by increased sedimentation

(Rogers et al. 1990), and to be more prone to diseases when their environment is nutrient-enriched (Bruno et al. 2003). The reduced densities of gorgonians might be connected to elevated sediment stress and increase in nutrients.

Some species of intertidal anemones are known to live up to 50 or more years (Shick 1991), and larger deep-water anthozoan species hold records of longevity (Roark et al. 2009), thus large deep-water anemones such as *Actinostola chilensis* and *Bolocera occidua* can be expected to be also long-living. No predators are known for these anemones once they reach larger sizes. Consequently, decreases in population densities can most probably be explained through changes in the environment.

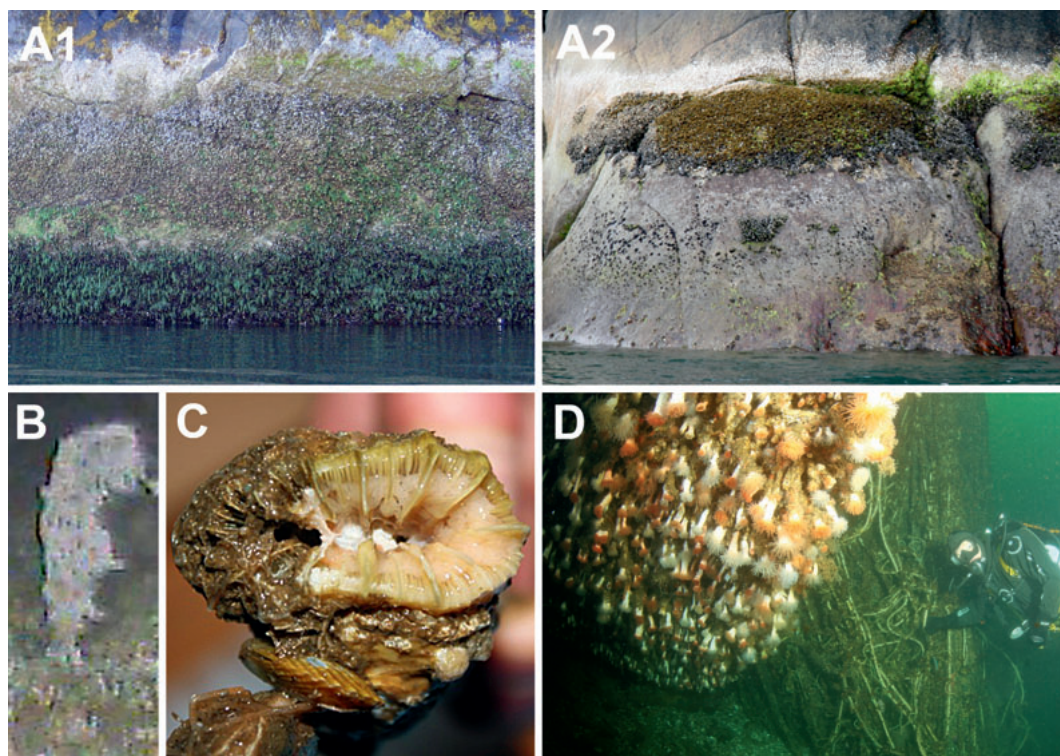
The unique cold-water corals in shallow water of Chilean Patagonia (Häussermann & Försterra 2007) face several threats, some of them are natural:

1. In 2008, the eruption of the Chaitén volcano brought high amounts of sediment to the neighbouring Reñihué Fjord.
2. Between April and May 2012, around the two sites at X-Huinay (Fig. 1) along at least 650 m of shoreline we observed a mass die-off of all specimens of the scleractinian coral *Desmophyllum dianthus*, probably caused by elevated cold seep activities (Försterra et al. in review).
3. Elevated sedimentation (e.g. through aquaculture) is known to be the main human-made threat to scleractinian corals (Rogers et al. 1990) since it increases the expense on energy necessary to produce cleaning mucus: in 2012, we observed *D. dianthus* specimens in the neighbouring Reñihué Fjord with the sides directed towards a nearby salmon farm covered with fine slimy organic sediment and died off (Fig. 4C). During a ROV dive at Punta Llonco in October 2007, we observed higher amounts of sediment on the basal portion of the corals that are not covered by polyp tissue anymore, compared to 2005.
4. In 2007, lost nets and lines got entangled in a coral bank at Lilihuapi Island, Comau Fjord and broke off a large fraction of corals, from the remaining corals many died subsequently, probably due to reduced water flow through the net (Fig. 4D).
5. In 2008, after the eruption of the Chaitén volcano, several weak earthquakes affected the area, which might have caused the breaking off of corals. Subsequently, mussels have successfully occupied the free space between the corals where they are less accessible for their main predator, the starfish *Cosmasterias lurida* (Philippi, 1858) (Fig. 2D2, 2SD). Since earthquakes are common in this area the coral/mussel ratio in coral banks may be subject to cyclic fluctuations, but eleva-









**Fig. 4.** **A1.** Mytilid bank in the mid to high intertidal in January 2005. **A2.** The same mytilid bank in 2011. **B.** *Primnoella chilensis* covered with white bacteria; photos taken with ROV under salmon farm north of Punta Llonco in October 2007, 60 m. **C.** *Desmophyllum dianthus* polyp with side directed towards a salmon farm died off; Reñihué Fjord, August 2012, 25 m. Photo Rhian Waller. **D.** Coral bank at Lilihuapi Island entangled with lost nets and lines from mytilid cultures; December 2007, 25 m.

ted sediment load and eutrophication of the fjord may shift environmental conditions, favoring mussels.

6. A road project is planned along the eastern shore of the Comau Fjord through extremely steep slopes covered with primary forest. Rock material that is dumped into the sea and enhanced sedimentation from the unpaved road (Anderson & Potts 2007) will affect the benthic communities, especially cold-water corals. In a steep area with little organic overlay and high precipitation, a horizontal transection of the root system can increase landslide frequencies and can increase the risk of local tsunamis (Bornhold et al. 2001) which is already evaluated as high in the area (Sepúlveda et al. 2011).

## Decapods

Studies found that benthic crustaceans were significantly reduced in biodiversity below and close to salmon farms in Scotland, despite the presence of strong currents, probably due to the combined effects of organic wastes and the use of pesticides (which in Scotland are used in much smaller amounts compared to Chile) to combat parasitic copepods (Hall-Spencer et al. 2006, Hall-Spencer & Bamber 2007). Pyrethroid toxins which have been extensively used against sea lice in Comau Fjord since at least 2010 (PFFR 2012) are known to affect in particular decapods (Burridge et al. 2010) and when used over a longer time can have diverse negative effects on the environment (Furci 2009). This could explain the decline of benthic decapods in the fjord. Further

◁ **Fig. 3.** Decapod fauna of the Comau Fjord: **A.** *Cancer edwardsi* on mytilid bank. **B.** *Campylonotus vagans*. **C.** *Pagurus villosus*. **D.** Crowd of *P. villosus* observed in the year 2006. **E.** *Propagurus gaudichaudi*. **F.** *Pagurus edwardsii*. **G.** *Pilumnoides perlatus*. **H.** *Nauticaris magellanica*.

studies need to confirm these hypotheses. Studies are necessary to examine the effect of pyrethroids on pelagic crustaceans (zooplankton), since this would affect the entire food chain.

### Conclusions

We conclude that significant gradual changes occurred during the last decade in Comau Fjord. The high amount of organic waste produced by the accumulation of many aquaculture concessions, the accompanying eutrophication of the fjord and the poorly controlled use of large amounts of chemicals, and the uncontrolled harvest of natural mytilid banks are threats to the unique cold-water fauna of Comau Fjord which is dominated by filter-feeders. Other fjords of Northern Patagonia (Reloncavi Fjord, east coast of Chiloe Island) (HFFR-UF 2012), have even higher densities of aquaculture installations than Comau. Nevertheless, without having compared the photos from Punta Llonco from 2003/2004 and 2012/2013, and the crustacean data from 2005/2006 and 2011 we would not have been aware of the magnitude of change. This phenomenon of unnoticed rapidly shifting baseline within one generation is called personal amnesia (Papworth et al. 2008).

Although Chilean scientists mention these problems since many years, the topic is still neither widely discussed nor taken sufficiently into consideration by the responsible institutions. As a consequence many politicians and the broader public are still largely unaware of the threat that the current practices may mean to local wildlife, fisheries and the development of sustainable tourism (Vester & Timme 2010). With shifting base lines the awareness on the call for action is even less. Human impacts in the ocean are more severe and persistent than previously thought, and loss of shallow-water marine habitats is proceeding as fast as on land (Roberts 2003). To reverse this trend, and to preserve true base lines, we need to establish networks of marine protected area, for which the proposed marine protected area in Comau Fjord maybe a first step.

### Acknowledgements

This is publication nr. 95 of Huinay Scientific Field Station.

### References

- Anderson, B. & Potts, D. F. 2007. Suspended sediment and turbidity following road construction and logging in western Montana. *Journal of the American Water Resources Association* 23: 681–690.
- Bornhold, B. D., Thomson, R. E., Rabinovich, A. B., Kulikov, E. A. & Fine, I. V. 2001. Risk of landslide-generated tsunamis for the coast of British Columbia and Alaska. Pp. 1450–1454 in: 54th Canadian Geotechnical Society Conference Proceedings. Richmond, British Columbia (Bitech Publishers Ltd).
- Bruno, J. F., Petes, L. E., Harvell, C. D., & Hettinger, A. 2003. Nutrient enrichment can increase the severity of coral diseases. *Ecology Letters* 6: 1056–1061.
- Burridge, L., Weis, J. S., Cabello, F., Pizarro, J. & Bostick, K. 2010. Chemical use in salmon aquaculture: A review of current practices and possible environmental effects. *Aquaculture* 306: 7–23.
- Buschmann, A. H., Cabello, F., Young, K., Carvajal, J., Varela, D. A. & Henríquez, L. 2009. Salmon aquaculture and coastal ecosystem health in Chile: analysis of regulations, environmental impacts and bioremediation systems. *Ocean & Coastal Management* 52: 243–249.
- , Riquelme, V. A., Hernández-González, M. C., Varela, D., Jiménez, J. E., Henríquez, L. A., Vergara, P. A., Guíñez, R. & Filún, L. 2006. A review of the impacts of salmon farming on marine coastal ecosystems in the southeast Pacific. *ICES Journal of Marine Science* 63: 1338–1345.
- , Tomova, A., López, A., Maldonado, M. A., Henríquez, L. A., Ivanova, L., Moy, F., Godfrey, H. P. & Cabello, F. C. 2012. Salmon aquaculture and antimicrobial resistance in the marine environment. *PLoS ONE* 7: 42724.
- Feldman, G. C. & McClain, C. R. 2013. Ocean Color Web. Aqua MODIS Reprocessing 3. World Wide Web electronic publication. <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/> [accessed 1, February, 2013].
- Furci, G. 2009. App No. 49. El piojo del salmón en la salmonicultura chilena. Fundación Terram. World Wide Web electronic publication. [www.terram.cl](http://www.terram.cl).
- Försterra, G., Häussermann, V., Laudien, J., Jantzen, C., Sellanes, J. & Muñoz, P. (in press). Can cold seeps kill cold-water corals? – Mass die off of the cold-water coral *Desmophyllum dianthus* in Comau Fjord. *Bulletin of Marine Science*.
- Grant, J. 2010. Coastal communities, participatory research, and far-field effects of aquaculture. *Aquaculture Environment Interactions* 1: 85–93.
- Häussermann, V. 2004, Erratum 2005. The sea anemone genus *Actinostola* Verrill 1883: variability and utility of traditional taxonomic features; and a re-description of *Actinostola chiensis* McMurrich, 1904. *Polar Biology* 28: 338–350.
- & Försterra, G. 2007. Large assemblages of cold-water corals in Chile: a summary of recent findings and potential impacts. Pp. 195–207 in: George, R. Y. & Cairns, S. D. (eds). *Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami*. Miami.

- & Försterra, G. 2009. Marine benthic fauna of Chilean Patagonia. 1000 pp., Puerto Montt (Nature in Focus).
- , Försterra, G. & Plotnek, E. 2012. Sightings of marine mammals and birds in the Comau Fjord, Northern Patagonia between 2003 and mid 2012. *Spixiana* 35: 247–262.
- Hall-Spencer, J. & Bamber, R. 2007. Efectos del cultivo de salmón sobre crustáceos bénticos / Effects of salmon farming on benthic Crustacea. *Ciencias Marinas* 33(4): 353–366.
- , White, N., Gillespie, E., Gillham, K., Foggo, A. 2006. Impact of fish farms on maerl beds in strongly tidal areas. *Marine Ecology Progress Series* 326: 1–9.
- Hargrave, B. T. 2010. Empirical relationships describing benthic impacts of salmon aquaculture. *Aquaculture Environment Interactions* 1: 33–46.
- HFFR-NFS. 2012. Huinay Foundation formal request (National Fisheries Service).
- HFFR-UF 2012. Huinay Foundation formal request (Undersecretary of Fisheries).
- Mundo Acuicola Pesquero 2012. Estudiarán posible impacto de Cipermetrina y Deltametrina en mitílidos y el mediomarino. World Wide Web electronic publication. <http://www.mundoacuicola.cl/comun/index.php?modulo=&cat=5&view=1&idnews=56296&especial=> [accessed January 2013]
- Mundo Acuicola Pesquero 2013. La incertidumbre que rodea a la mitilicultura chilena tras la grave escasez de semilla de choritos. World Wide Web electronic publication. <http://www.mundoacuicola.cl/comun/?modulo=3&view=1&cat=1&idnews=341> [accessed January 2013]
- Papworth, S. K., Rist, J., Coad, L. & Milner-Gulland, E. J. 2009. Evidence for shifting baseline syndrome in conservation. *Conservation Letters* 2: 93–100.
- PFFR 2012. Pumalin Foundation formal request. (National Fisheries Service).
- Radio del Mar. 2013. Crisis pesquera: Sobre explotación industrial deja sin peces mesa de chilenos. World Wide Web electronic publication. [http://radiodelmar.cl/rdm\\_2012/index.php/component/content/article/90-noticias/2517-crisis-pesquera-sobreexplotacion-industrial-deja-sin-peces-mesa-de-chilenos.html](http://radiodelmar.cl/rdm_2012/index.php/component/content/article/90-noticias/2517-crisis-pesquera-sobreexplotacion-industrial-deja-sin-peces-mesa-de-chilenos.html) [accessed September 2013]
- Roark, E. B., Guilderson T. P., Dunbar, R. B., Fallon, S. J., Shester, G. S. & Mucciarone, D. A. 2009. Extreme longevity in proteinaceous deep-sea corals. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 5204–5208.
- Roberts, C. M. 2003. Our shifting perspectives on the oceans. *Oryx* 37(2): 166–167.
- Rogers, C. S. 1990. Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Marine Ecology Progress* 62: 185–202.
- Sepúlveda, S. A., Náquira, V. & Arenas, M. 2011. Susceptibility of coastal landslides and related hazards in the Chilean Patagonia: the case of Hornopirén area (42°S). *Investigaciones Geográficas* 43: 35–46.
- Shick, J. M. 1991. A functional biology of sea anemones. 395 pp., London (Chapman and Hall).
- Vaquero-Sunyer, R. & Duarte, C. M. 2010. Sulfide exposure accelerates hypoxia-driven mortality. *Limnology and Oceanography* 55: 1075–1082.
- Vester, H. & Timme, M. 2010. Call for cooperation to contain damage by Chile's salmon farms. *Nature* 465: 869.
- Wildish, D. J. & Pohle, G. W. 2005. Benthic macrofaunal changes resulting from finfish mariculture. *The handbook of environmental chemistry* 5: 1–30.



## Buchbesprechungen

4. Lampe, Rudolf E. J. 2010. *Saturniidae of the World – Pfauenspinner der Welt.* – Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, 368 Seiten, 336 Farbtafeln, Hardcover, in Englisch und Deutsch. ISBN 978-3-89937-084-3.

Der Untertitel verspricht nicht zu viel: "Their Life Stages from the Eggs to the Adults – Ihre Entwicklungsstadien vom Ei zum Falter". In der Tat bietet dieser prächtige Bildband für einen vergleichsweise moderaten Preis (68 Euro) eine vollständige fotografische Dokumentation der Entwicklungsstadien von über 300 Pfauenspinner-Arten (Saturniidae) aus aller Welt. Den Entomologen und Naturfreund erwartet bei der Lektüre ein wahres Feuerwerk außergewöhnlicher Bilder von nicht minder spektakulären Geschöpfen!

Dem Buch ist eine auf 7 Seiten relativ knapp gehaltene zweisprachig deutsch/englische Einleitung zur Systematik, Entwicklung und Zucht von Pfauenspinnern vorangestellt. Darauf folgen die 336 in hervorragender Qualität sauber gedruckten Farbtafeln, wobei in der Regel 6–10 Bilder einer Art auf einer einzigen Tafel zusammengefasst sind. Jede Art wird in der Kopfzeile mit dem Namen der Unterfamilie, dem wissenschaftlichen Artnamen sowie dem Herkunftsland vorgestellt. Weitere Informationen findet der Leser im Anhang, wo auf 21 Seiten Details aus den Zuchtprotokollen niedergelegt sind. Diese beinhalten auch Fotonachweise, aus denen hervorgeht, dass die allermeisten Aufnahmen vom Autor selbst, jedoch viele Fotos von Arten der australischen und äthiopischen Region von R. Oberprieler und N. Duke stammen.

Einziges Problem bei der Benutzung dieses Werks ist die etwas unübersichtliche Anordnung der Arten: Ohne dass dies irgendwo erklärt oder gekennzeichnet wäre, sind die Arten zunächst nach biogeographischen Regionen geordnet, innerhalb derer eine Gruppierung zu Unterfamilien erkennbar ist. Die Wahl der Reihenfolge der Arten bleibt jedoch im Dunklen. Die Benutzerfreundlichkeit des Buches leidet ein wenig darunter, dass die Artnamen auch im Index nicht alphabetisch gesucht werden können.

Nichtsdestotrotz empfiehlt der Rezensent, sich vom Augenschmaus der prächtigen Fotos dieses wunderbaren Bildbandes verwöhnen zu lassen. Posthum gilt unser herzlicher Dank dem Autor für die Publikation seines so umfangreichen Lebenswerkes, die er glücklicherweise noch erleben durfte. Es war dann seiner Tochter vorbehalten, der Grundlage dieses Buches, nämlich seiner Sammlung, im Jahr 2012 an der ZSM eine dauerhafte Bleibe zu sichern.

Axel Hausmann

5. Bauer, Aaron M. 2013. *Geckos: the animal answer guide.* – The Johns Hopkins University Press, Baltimore; Softcover, I–XIV, 159 S., 35 Farabbildungen, 93 S/W-Abbildungen, 1 Zeichnung, 2 Diagramme, 4 Tabellen, 5 Verbreitungskarten, in Englisch. ISBN 978-1-4214-0852-1.

Geckos, die Schneider (1802) Wandkletterer nennt und Boettger (1900) als Haftzeher bezeichnet, gehören seit vielen Jahrzehnten zu den beliebtesten Terrarientieren. Es kann also kaum verwundern, dass nach Erscheinen von Seufers' kleinem Geckobüchlein, gewiss eines der ersten ausschließlich dieser artenreichen Gruppe gewidmeten, eine Fülle populärwissenschaftlicher Fachliteratur über diese faszinierenden Echsen den Buchmarkt inzwischen überschwemmt hat. Das Spektrum reicht dabei von umfangreichen Monographien, über ausführlichen Bearbeitungen einer oder mehrerer Gattungen, bis hin zu detaillierten Beschreibungen einzelner, besonders beliebter Geckoarten. Obwohl in den heute erhältlichen, über 100 Büchern und Broschüren auch mehr oder weniger ausführlich auf Hintergrundwissen und Besonderheiten der Geckos eingegangen wird, richten sich doch die meisten in erster Linie an einen nach Handlungsanleitungen und Vermehrungshinweisen suchenden Leserkreis.

Die lange Liste von Praxisratgebern zur Geckopflege ergänzt Aaron M. Bauer nun durch ein Werk, das populärwissenschaftlich aufbereitetes Basiswissen zur Biologie der Geckos den vielen Liebhabern und Amateurwissenschaftlern verständlich vermittelt. Didaktisch professionell gelingt ihm dies, indem er in 12 Kapiteln 112 Fragen stellt und diese, wie der Untertitel "The Animal Answer Guide" verrät, dem Leser beantwortet, ohne dabei übertrieben wissenschaftlich zu werden. Die ersten drei Kapitel sind dabei grundsätzlichen Fragestellungen gewidmet, u. a. was Geckos sind, wodurch sie sich von anderen Echsen unterscheiden und woher die Bezeichnung Gecko kommt (Exkurs zur Namensgebung). Eingegangen wird in diesen Abschnitten auch auf ihre Klassifizierung (die Geckos gliedern sich in sieben Familien), Fossilgeschichte (früheste "echte" Geckos sind *Hoburogecko* und *Gobekko*), Morphologie (Körperform, Größe, Färbung, Augen, Haftstrukturen, Haut usw.), Phylogenie (Pygopodoidea ursprünglicher als Gekkonoidea) und Physiologie (Farbwechsel, Schlafen, Aktivitätsmuster usw.). Im vierten Kapitel werden das Sozial-, Kommunikations-, Sexual- und Schutzverhalten sowie die damit verbunden Sinnesleistungen (Sehen, Hören, Riechen, Lautabgabe usw.) von Geckos behandelt. Aus den nachfolgenden drei Kapiteln, die sich mit der Ökologie (u. a. Verbreitung, Lebensweise, Lebensraum), Reproduktion (Geschlechtsmerkmale, vivipare versus ovipare Arten, hartschalige versus weichschalige Eier usw.), Ontogenese (u. a. maximale Lebensalter tabellarisch), Nahrung und Beuteerwerb befassen, lassen sich

Fortsetzung S. 200

The annual subscription rate is 60.00 €, supplements are charged separately.  
 For members of the "Freunde der Zoologischen Staatssammlung München" a reduced rate of 25.50 € applies.  
 Journal exchange requests are welcome.  
 Orders should be addressed to the  
 Library of the Zoologische Staatssammlung München, Münchhausenstraße 21, 81247 München

### Author Guidelines

The journal considers manuscripts written in English, German, or French. Manuscripts should be submitted electronically as e-mail attachment to one of the managing editors (arthropods: Melzer@zsm.mwn.de; other invertebrates and vertebrates: Michael.Schroedl@zsm.mwn.de), or to spixiana@zsm.mwn.de.  
 The organisation of the manuscript should be as follows: Title, Author(s), Address(es), Abstract (max 300 words), Text, Acknowledgments, Literature Cited, Appendix, Tables, Figure Captions, Figures. The text should be in Word or RTF format with a minimum of character and paragraph formatting (e.g. italics exclusively for genus and species names, and bold for headings). Identification keys should be formatted using tabulators. Avoid using blank spaces for adjusting text. Capitalization should be avoided except for abbreviations of depositories. The editors reserve the right to make minor textual changes that do not alter the author's meaning. The name, postal address, and e-mail of the corresponding author should be given on the first page. All papers must conform to the latest edition of the International Code of Zoological Nomenclature. The original author and date of a taxon name should be cited at least once (e.g. at first mention). If possible, representative material from contributions published in SPIXIANA should be deposited in the Zoologische Staatssammlung.

Digital photographs and other half-tone images should have high quality and a resolution of at least 400 dpi at the final image size. Line drawings should be scanned at a resolution of 1200 dpi as black and white (not greyscale) images and saved as TIFF (not JPG). Illustrations should be supplied in digital format, TIFF or PSD for raster images, EPS or Adobe Illustrator™ (together with externally linked images) for vector graphics. Labels and scale bars should be placed in separate layers (for PSD files) or added with a vector graphics program. Line-art and halftones must not be combined in a single grouped illustration. Printing of figures in colour is available at author's cost.

In-text citations should be in the form (Arratia et al. 1996, Glaw & Vences 2003, Meyer 2003). References should be listed at the end of the paper using the following format:

- Meyer, C. P. 2003. Molecular systematics of cowries (Gastropoda: Cypraeidae) and diversification patterns in the tropics. *Biological Journal of the Linnean Society* 79: 401-459.  
 Glaw, F. & Vences, M. 2003. Introduction to Amphibians. Pp. 883-898 in: Goodman, S. M. & Benstead, J. P. (eds). *The Natural History of Madagascar*. Chicago and London (The University of Chicago Press).  
 Arratia, G., Schultze, H.-P. & Viohl, G. 1996. *Mesozoic Fishes – Systematics and Paleoecology*. 604 pp., München (Pfeil).  
 Noyes, J. S. 2003. Universal Chalcidoidea Database. World Wide Web electronic publication. [www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/](http://www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/) [accessed 05-Sep-2003]

The journal is published on a non-profit basis, editors and reviewers do not receive any payment. Authors will receive one copy of the issue with their article. Reprints are available at author's cost and must be ordered when proofs are returned.

## INHALT - CONTENTS

Seite

|                                                                                                                                                                                                                                                                              |                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Häussermann, V., G. Försterra, R. R. Melzer & R. Meyer: Gradual changes of benthic biodiversity in Comau Fjord, Chilean Patagonia – lateral observations over a decade of taxonomic research .....                                                                           | 161–171            |
| Miyahira, I. C., M. C. D. Mansur & S. B. Santos: Revision of the type specimens of <i>Diplodon ellipticus</i> and <i>Diplodon expansus</i> (Bivalvia, Unionoida, Hyriidae)....                                                                                               | 173–182            |
| Anton, R. F. & M. Schrödl: The “inner values” of an endoparasitic copepod – computer-based 3D-reconstruction of <i>Ismaila aliena</i> (Copepoda, Poecilostomatoida, Splanchnotrophidae) .....                                                                                | 183–199            |
| Anton, R. F., A. Stevenson & E. Schwabe: Description of a new abyssal copepod associated with the echinoid <i>Sperosoma grimaldii</i> Koehler, 1897 (Crustacea & Echinodermata) .....                                                                                        | 201–210            |
| Baehr, M.: New species and new records of the leleupidiine genus <i>Colasidia</i> Basilewsky from the island of Borneo (Coleoptera, Carabidae, Zuphiini, Leleupidiina) .....                                                                                                 | 211–221            |
| Baehr, M.: A new species of the genus <i>Anomotarus</i> Chaudoir from Andaman Islands. 4 <sup>th</sup> supplement to the revisions of the genus <i>Anomotarus</i> s. str. (Coleoptera, Carabidae, Lebiini).....                                                              | 223–226            |
| Horstmann, K. (†): Revisions of Nearctic Tersilochinae V. Genera <i>Allophroides</i> Horstmann and <i>Gelanes</i> Horstmann (partim) (Hymenoptera, Ichneumonidae) .....                                                                                                      | 227–261            |
| Schmidt, S.: In memoriam Klaus Horstmann (1938–2013).....                                                                                                                                                                                                                    | 263–264            |
| Börzsöny, L.: <i>Polythore koepcke</i> spec. nov. from the Sira Mountains in Peru with remarks on related species (Odonata, Zygoptera, Polythoridae).....                                                                                                                    | 265–268            |
| Wegener, J. E., S. Swoboda, O. Hawlitschek, M. Franzen, V. Wallach, M. Vences, Z. T. Nagy, S. B. Hedges, J. Köhler & F. Glaw: Morphological variation and taxonomic reassessment of the endemic Malagasy blind snake family Xenotyphlopidae (Serpentes, Scolecophidia) ..... | 269–282            |
| Balke, M., E. Warikar, E. F. A. Toussaint & L. Hendrich: <i>Papuadessus baueri</i> spec. nov. from Biak Island, Papua (Coleoptera, Dytiscidae, Hydroporinae)....                                                                                                             | 283–288            |
| Buchbesprechungen .....                                                                                                                                                                                                                                                      | 172, 200, 222, 262 |





---

FUNDAMENTACIÓN TÉCNICA  
SOBRE LAS ÁREAS DE PROTECCIÓN  
EN EL BORDE COSTERO XI REGIÓN AISÉN.

---

**Carlos A. Viviani R.**  
**Dr.rer.nat.**

28 de Febrero de 2001.

## TEMARIO.

1. Características de las aguas marinas costeras de la Región.
2. Macrotipificación de los biomas litorales.
3. Conservación y Preservación de la Biodiversidad marina.
4. Corredores marinos.
5. Zonas de interacción tierra-mar.
6. Áreas de valores especiales: Santuarios de la Naturaleza; Parques Marinos.
7. Sitios arqueológicos litorales.
8. Zonificación del borde costero; Áreas de Conservación y de Preservación.

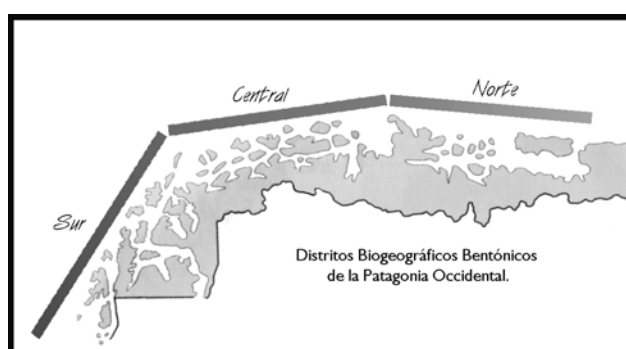
### **1.- Características de las aguas marinas costeras de la Región.**

Aunque toda la costa de Chile continental tiene una misma conformación como estructura de falla geológica longitudinal desde Arica hasta el Cabo de Hornos, el profundo cambio climático que marca el paso del Plioceno al Pleistoceno, con el inicio de las grandes glaciaciones que caracterizan al Cuaternario, produjo un quiebre fundamental en la relativa regularidad del litoral en su desarrollo latitudinal Norte-Sur. Avanzando hacia el sur, a partir del punto donde los máximos avances de los glaciares lograron traspasar la Cordillera de la Costa hasta hacer contacto con el Océano Pacífico, el mar penetró hacia la depresión intermedia y por los valles pedemontanos, inundando los terrenos liberados por los hielos al retroceder éstos hacia las cumbres andinas.

El litoral chileno se diferenció así en dos extensos sectores: la costa regularizada por las grandes fallas geológicas longitudinales dominantes, desde Arica hasta el Canal de Chacao, y la costa patagónica, de estructuración glacial, desmembrada, irregular, con brazos de mar que se introducen entre las pulidas paredes rocosas del plegamiento cordillerano austral. Este sector se denomina genéricamente Zona de los Canales, o Patagonia Occidental, incluyendo el fiordo Reloncaví y los fiordos de Chiloé Continental hasta el Cabo de Hornos.

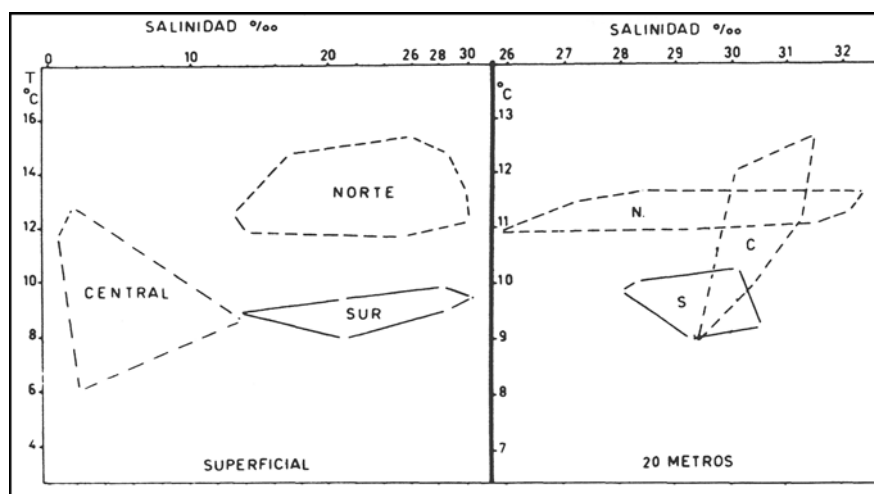


La Patagonia Occidental se ha dividido en tres sectores o Distritos Biogeográficos marinos litorales: La **Patagonia Norte**, desde Reloncaví a la Península de Taitao ( $41^{\circ}30'S$  a  $46^{\circ}30'S$ ), la **Patagonia Central**, desde desde Taitao hasta la entrada occidental del Estrecho de Magallanes ( $46^{\circ}30'S$  a  $52^{\circ}30'S$ ), y la **Patagonia Sur**, desde el Estrecho de Magallanes hasta el Cabo de Hornos ( $52^{\circ}30'S$  a  $55^{\circ}30'S$ ) (**Fig.1**, original ).



**Fig.1**

El progresivo enfriamiento del clima a medida que se avanza hacia el sur y un máximo de precipitaciones en la Patagonia Central, se refleja en la temperatura y en la salinidad del mar, tanto en superficie como a 20 m de profundidad, lo que puede apreciarse en la **Fig.2** (original, con datos oceanográficos de **Pickard,1971**).

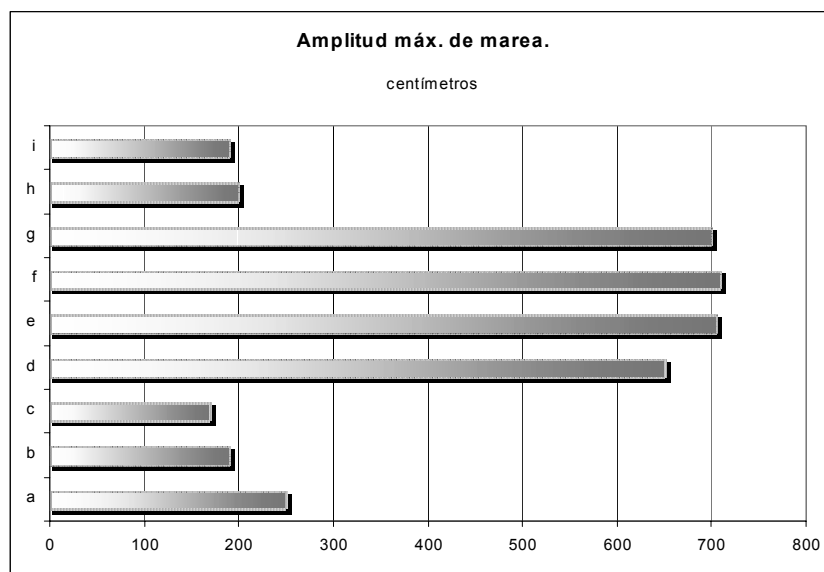


**Fig.2.** Diagramas temp/salin para superficie y a 20 mts de profundidad, en los distritos patagónicos Norte, Central y Sur, según mediciones de **Pickard, 1971.**

En el gráfico se observa que la temperatura y la salinidad superficiales del Distrito Norte (valores que se ubican dentro del área correspondiente) son significativamente más elevadas que las del distrito central, en concordancia con el aumento de la pluviometría (que hace bajar la salinidad superficial del mar) y la disminución de la temperatura ambiental combinada con los aportes de aguas muy frías de los campos de hielos continentales, que llegan hasta el mar en el distrito central. Desde la boca del Estrecho de Magallanes hacia el sur (Distrito Sur), se evidencia la disminución de la pluviometría por la dominancia de un clima subpolar relativamente seco y con precipitaciones nivales, lo cual implica un aumento relativo de la salinidad superficial del mar, respecto al distrito central. A los 20 mts de profundidad (obsérvese que los valores de las coordenadas

son diferentes), en el Distrito Norte la temperatura del mar es relativamente homogénea, oscilando en torno a los 11°C, en tanto que los valores de salinidad se desplazan entre 26 y 32 o/oo. En el Distrito Central, no hay salinidades tan bajas a 20 mts, lo que se explica por una menor tasa de mezcla con las aguas superficiales al disminuir las turbulencias profundas por las fuertes corrientes de mareas, que caracterizan al Distrito Norte. En el Distrito Sur se advierte ya un significativo descenso general de la temperatura a 20 mts de profundidad, oscilando en torno a los 9.5°C, manteniéndose una salinidad media similar a la del Distrito Norte a igual profundidad.

En la **Fig.3** (original, modificado de **Viviani,1979**) se han graficado los valores de la marea alta teórica del día 4 de noviembre de 1998 (luna llena), para 9 localidades del Sur de Chile, siendo a), b) y c) registros entre Puerto Edén y Taitao, d), e), f) y g) entre Guaitecas y Puerto Montt, h) en Corral e i) en Talcahuano. Este gráfico muestra claramente uno de los más importantes atributos oceanográficos del litoral del Distrito Norte, entre Puerto Montt y Taitao, en comparación a localidades vecinas. Mareas con oscilaciones diarias cercanas a los 7 u 8 metros, en una topografía costera tan accidentada e irregular, genera fortísimas



**Fig. 3.** Amplitud de mareas en 9 localidades del Sur de Chile, incluyendo el Distrito Patagónico Norte en las columnas centrales.

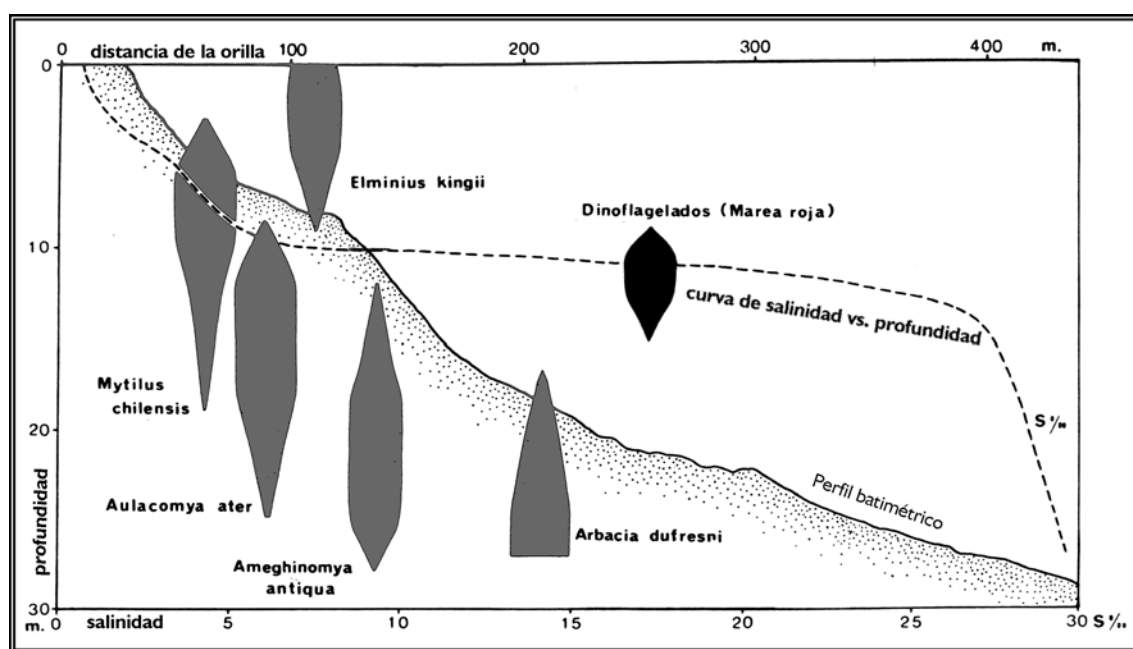
corrientes y turbulencias locales, mezclando aguas de diferentes densidades (por diferencias de temperatura y salinidad) y nutrientes, contenido planctónico y oxigenación. Esta característica mareal juega un importante rol en la ubicación y diseño de las instalaciones de cultivos marinos, salmonicultura, estructuras portuarias, en la navegación, y aún más importante, en la dispersión, composición, zonación y biodiversidad de las comunidades bentónicas litorales. La onda mareal se comprime y encajona por los estrechos canales insulares, generando corrientes locales que pueden llegar a superar los 10 nudos. Cuando la marea alta está en su máximo en el frente oceánico, el mar en los fiordos cordilleranos continentales aún se está llenando, con notables retardos horarios y desfases de nivel. De esta forma, se realiza un proceso importantísimo para la vida marina, al ingresar



hacia los sistemas interiores, aguas frescas oceánicas, bien oxigenadas y de salinidad normal, a través de los canales insulares que funcionan como “corredores” de dispersión larval planctónica, intercambio genético, alimentación, oxigenación y renovación de las aguas. Desde el continente se descargan los ríos con sus aportes de agua dulce, sedimentos en suspensión, cenizas volcánicas, ácidos húmicos, material orgánico reciclable, “harinas glaciales” coloidales y colorantes vegetales, que se dispersan al vaivén de las mareas por el laberinto de fiordos y canales. Las aguas continentales, de menor densidad, tienden a permanecer en superficie, en tanto que las masas salinas oceánicas se introducen como cuñas estuarinas bajo ellas.

En la **Fig.4** (original, modificado de **Viviani,1979**) se muestra un ejemplo de zonación del macrobentos submareal en relación a la distribución vertical de la salinidad, en un evento de muy densa marea roja en el fiordo Reloncaví (Ralún). Se observa que la máxima concentración de dinoflagelados tóxicos, invisible desde la superficie, se ubica entre 10 a 15 m de profundidad, inmediatamente bajo la curva de la haliclina o interfase entre las aguas dulces continentales y la penetración oceánica. Los típicos representantes estuarinos, indicadores de aguas de baja salinidad, como el cirripedio **Elminius kingii** (“cospa”) y el mitilido **Mytilus chilensis** (“chorito”) se ubican preferencialmente en el sustrato sobre la haliclina, pero una parte importante de la población de choritos fue afectada por la marea roja al subir las mareas, en tanto que

la población de **Aulacomya ater** ("cholga") queda inmersa en el caldo de dinoflagelados al bajar la marea. La porción superior de la población de almejas **Ameghinomya antiqua** y de los pequeños erizos **Arbacia dufresni** estaba muy contaminada, en tanto que las almejas más profundas tenían pocos dinoflagelados en sus contenidos estomacales. La capa superficial de baja salinidad se debe principalmente a los aportes del río Petrohué que desagua en el cabezal del fiordo Reloncaví.



**Fig. 4.** (original, modificado de **Viviani, 1979**). Zonación de 5 especies bentónicas comunes en la Patagonia Norte, en relación a la distribución de la salinidad y la presencia de un foco denso de marea roja.

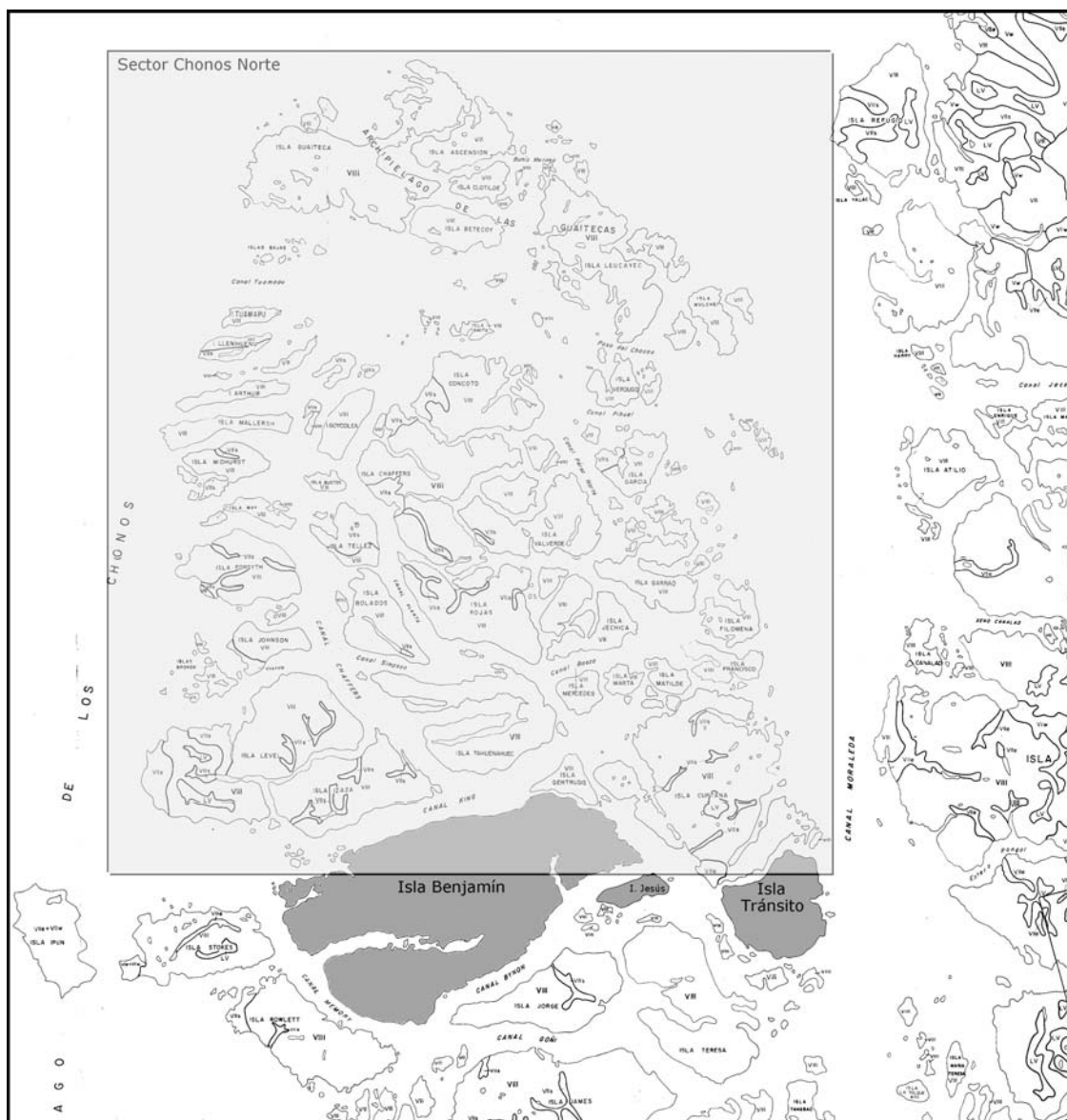
Por los obstáculos geomorfológicos al libre desplazamiento de las ondas de mareas, en la zona de los canales nordpatagónicos hay una notable gradiente

latitudinal. Gracias a la amplia entrada del Canal de Moraleda desde la boca del Corcovado, reforzada por los numerosos y amplios canales transversales de Las Guaitecas, y lejos de la desembocadura de algún río considerable, el grupo insular entre el Corcovado, a los 43°45'S, y el Canal Memory, a los 44°45'S, es proverbialmente rico en mariscos de excelente calidad y sabor. De estos 110 Km de islas se abastece una gran parte del mercado de Chiloé y Puerto Montt, soportando una considerable y sostenida carga extractiva artesanal. Los valores de salinidad, temperatura y transparencia del agua son relativamente elevados y óptimos para una fauna bentónica propiamente marina, ambientada a lugares resguardados (de fácil extracción) del fuerte oleaje oceánico. El poderoso oleaje de los frentes ciclónicos (West-Wind-Drift) o de "*los 40 bramadores*" es absorbida o reflejada por la primera línea de islas del frente occidental y se difracta al entrar por los canales dispersando su energía. Aunque por la extensión y ancho del Canal Moraleda se pueden generar olas forzadas, relativamente cortas, durante vientos prolongados del Norte y del Sur, éstas no penetran al conjunto insular por los sinuosos canales transversales. En este sector del Moraleda se abre el Canal Jacaf, por el costado norte de la gran Isla Magdalena, y se ubican las mayores profundidades detectadas (350 a 380 metros), aptas para la pesquería de la merluza. Esta última actividad ha generado nuevos asentamientos costeros de pescadores con espineles, concentrados principalmente en Gaviota y Gala, por la

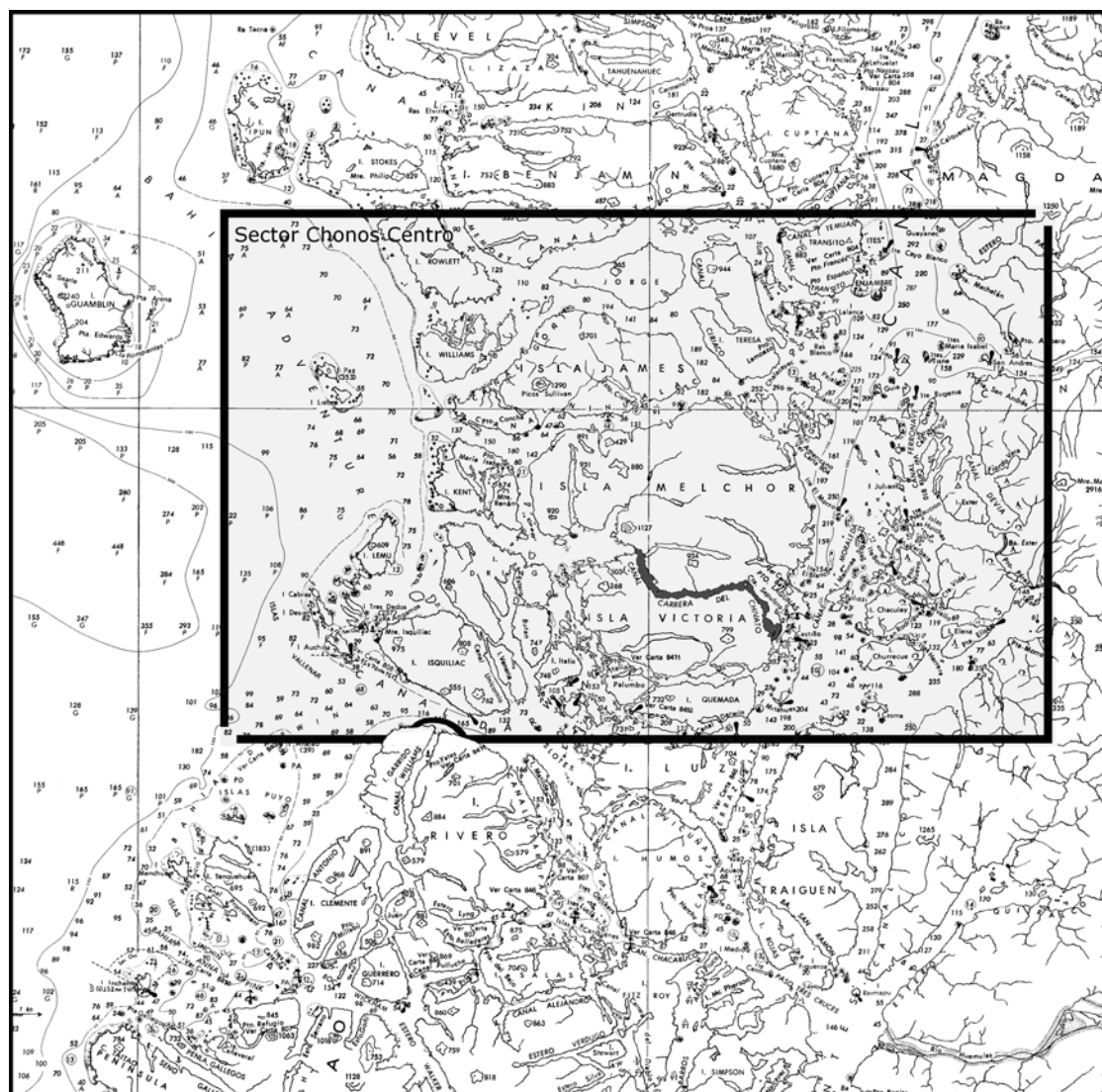
ribera oriental del Moraleda, en ambos extremos de la Isla Magdalena (Parque Nacional). A este sector lo designamos como **Sector Chonos Norte**, y se grafica en la **Fig.5**.

Desde las islas Benjamín y Tránsito hacia el sur, con las islas Rowlett y Williams resguardando la entrada del Canal Bynon, el Canal Moraleda se complica entre muchas islas pequeñas (las Huichas, Vergara, Chaculay, Churrecue, islotes y bajíos) y recibe dos grandes fiordos continentales con sus respectivos ríos de considerable caudal: el fiordo Puyuhuapi con el río Cisnes y el fiordo Aisén con los ríos Simpson y Blanco. En la **Fig.6** se ilustra este sector, marcando la Carrera del Chivato.





**Fig.5.** El sector Chonos Norte, delimitado por el grupo de islas Benjamín, Jesús y Tránsito, al poniente del Canal Moraleda.



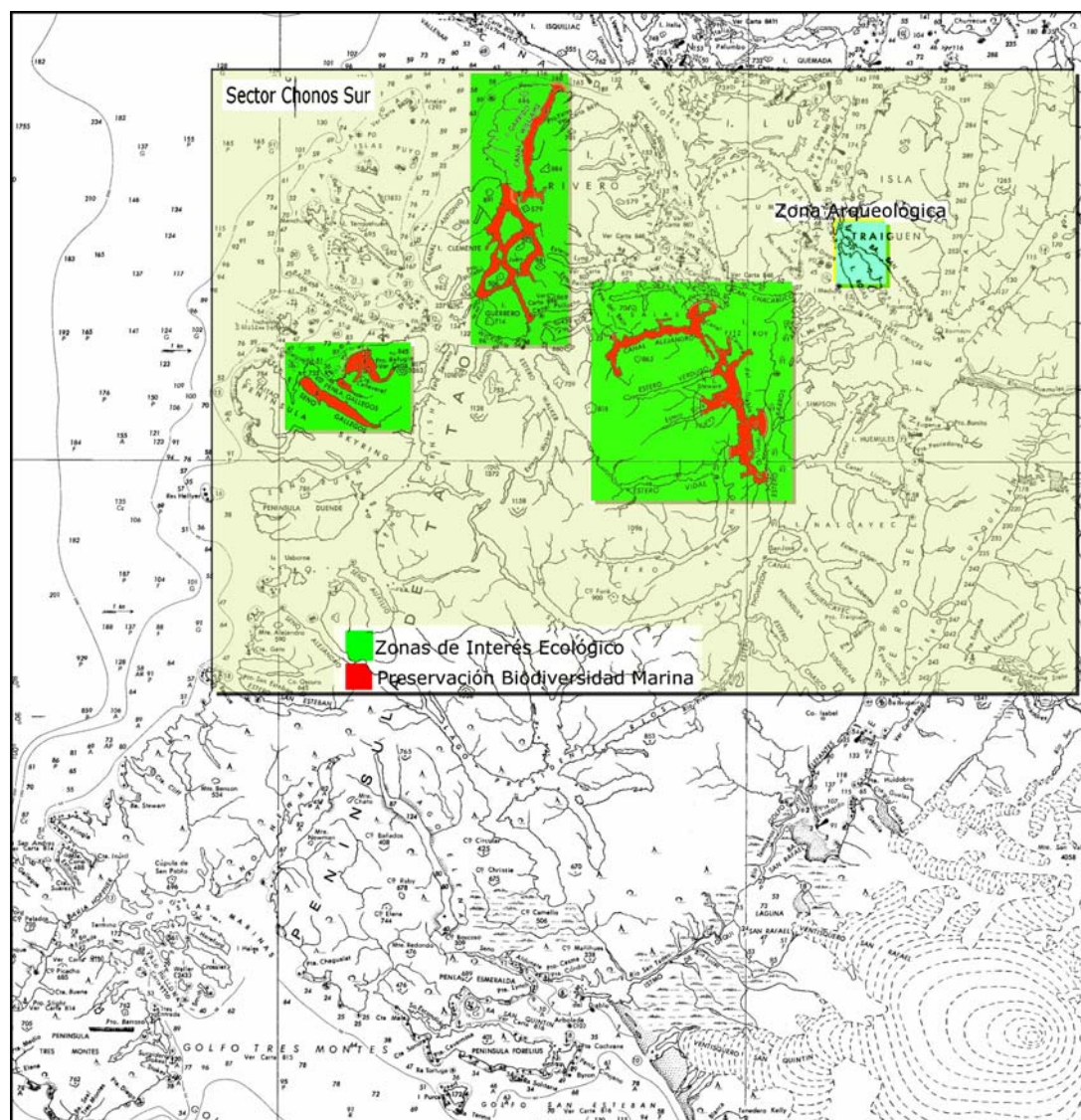
**Fig.6.** Sector Chonos Centro, entre el Canal Bynon y el Canal Darwin, que recibe los aportes continentales de los fiordos Puyuhuapi y Aisén. Se marca en oscuro, la Carrera del Chivato, que merece especial protección ambiental.

En este sector central del archipiélago de Los Chonos, la salinidad superficial y las diferencias estacionales de temperatura reflejan la mayor carga fluvial y el progresivo incremento de la pluviometría hacia el sistema de canales, incorporando nuevas variables en el ecosistema costero. El recambio de agua hacia el mar interior se vé retardado por

la estrechura de los canales, interfiriendo con las amplitudes y retardos horarios de las mareas. Las dos grandes islas Melchor y Victoria, separadas entre sí por el angosto y sinuoso canal transversal Carrera del Chivato, ejercen una barrera a la penetración de las aguas oceánicas. Por este canal, importantísimo desde el punto de vista biológico y oceanográfico, penetra la corriente marina con gran fuerza, por las diferencias mareales, entorpeciendo la navegación de embarcaciones menores. Al Moraleda se le suma el Canal Ferronave y el Pilcomayo, dando paso hacia la boca del Fiordo Aisén. Entre el canal Bynon con su continuación hacia el oriente por el Canal Tránsito, y el Canal Darwin, hay numerosos sitios aptos para cultivos marinos, relativamente cercanos a los centros de abastecimiento y control. Hacia el poniente de las islas Melchor y Victoria, una serie de fallas geológicas longitudinales oblicuas orientaron los glaciares locales originados en elevadas cumbres insulares, con elevaciones mayores que 1000 m. Estos “esteros” cerrados y canales del grupo más occidental poseen una acentuada influencia oceánica, con expedito ingreso de las ondas mareales que penetran desde la Bahía Adventure. La bahía, en forma de un espacioso arco abierto hacia el poniente, tiene una costa muy expuesta y peligrosa, plagada de bajeríos e islotes. Al poniente, a unos 50 Km de la costa, se encuentra la Isla Guamblin, en la cual hay depósitos calcáreos marinos del Terciario Superior (Plioceno) que no alcanzaron a ser barridos por los glaciares del Cuaternario.

El sector central del archipiélago de Los Chonos es una zona de transición entre el sector norte, de clima más moderado y con características predominantemente oceánicas, y el sector sur, que queda encerrado por las prolongaciones de la península de Taitao, con elevadas cumbres cercanas al mar, y que recibe directamente las descargas de los ventisqueros del Hielo Patagónico continental. El Sector Chonos Sur se ilustra en la **Fig.7**. Muy justificadamente, la península de Taitao y el sistema de islas adyacentes, incluyendo el istmo de Ofqui y el Hielo Patagónico Norte, han sido declarados Parque o Reserva Nacional.



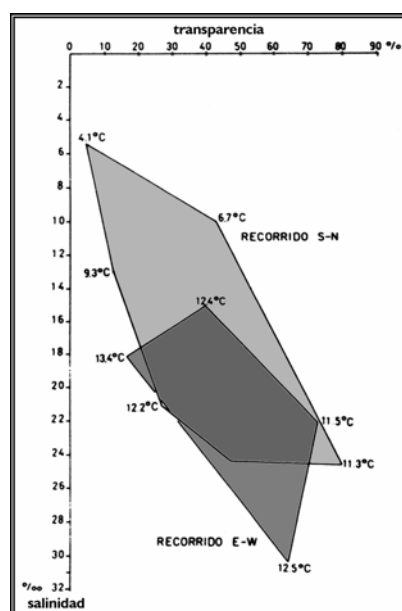


**Fig.7.** Sector Chonos Sur. Se muestran algunas áreas de especial rigor en su preservación o conservación, específicamente por los sitios arqueológicos de la bahía San Ramón en la Isla Rojas, el sistema de canales asociados a la Carrera del Diablo, los canales longitudinales occidentales a sotavento de las islas Garrido y Clemente, y los fiordos conectados al mar abierto en la Península Skyring.

Las características oceanográficas de las aguas interiores reflejan la influencia de las aguas continentales muy frías y ricas en sedimentos glaciales tipo coloidales (“harina glacial”), que le dan un tinte lechoso al agua, y de



las aguas provenientes de turberas frías periglaciales con suelos muy ácidos, que se descargan hacia los “esteros” o canales interiores con escasa renovación, dando un color pardo a las aguas por el alto contenido en ácidos húmicos o “yellow substance”, que floculan al mezclarse con el agua salada formando una lluvia de humatos finos de lenta deposición. Además, este sector sur está bajo la influencia de las descargas de cenizas y piroclastos del activo volcán Hudson. Las partículas flotantes de pómez llegan a formar extensos tapices en el interior de los canales y esteros, que oscilan en vaivén durante años, al compás de las mareas. En la **Fig.8** (original, modificada de **Viviani, 1979**) se ilustra el resultado de mediciones de salinidad, temperatura y transparencia a lo largo de dos transectos en la zona de Los Chonos.



**Fig.8.** (modificada de **Viviani, 1979**). Diagramas de Salinidad vs. Transparencia en aguas superficiales, marcando los puntos extremos de cada área dentro de la cual se desplazan los valores observados.

En el recorrido S-N (Sur-Norte), el valor superior a sólo 4.1°C de temperatura corresponde a la Laguna San Rafael, con una salinidad de sólo 4.5 o/oo y una transparencia muy reducida (3%), por efecto de la carga de “harina glacial” en suspensión, proveniente del ventisquero. Esta condición es un modelo a pequeña escala de un “relicto periglacial”, con una fauna bentónica en los fondos arcillosos de muy especial interés para la ciencia. El valor de máxima transparencia (80%) y salinidad superficial relativamente elevada (24.8 o/oo), con una temperatura de 11.3°C, es en el Canal Leucayec (Guaitecas). El recorrido E-W (Este-Oeste) agrupa los valores superficiales observados en un transecto desde el fondo del fiordo Quitralco (12.4°C), con 15.2 o/oo de salinidad y 39% de transparencia, hasta el fiordo Refugio en la península Skyring, con salinidad elevada, propiamente marina (30.5 o/oo), a 12.5°C. La abundancia de fitoplancton en esta última localidad se refleja en la transparencia relativamente baja (61%), y durante los buceos exploratorios se detectó la presencia de densos cardúmenes de crustáceos y peces pelágicos favorecidos por este microclima marino excepcional.

En el Sector Chonos Sur se dan así muy particulares condiciones para la vida marina, que deben ser mantenidas. El ambiente marino relictual periglacial de San Rafael y el Golfo Elefantes (los más cercanos a la línea ecuatorial del planeta), los fiordos refugiales occidentales de la Península Skyring abiertos directamente al océano, el sistema de

canales longitudinales occidentales entre el Canal Darwin y el Canal Wickham, con una extraordinaria riqueza en biodiversidad bentónica, y el “corredor” transversal estrechado en la Carrera del Diablo que abastece de aguas marinas a los numerosos y larguísimos fiordos Walker, Verdugo, Silva, Vidal, Albano, Puelma y Thomson al norte del lago Presidente Ríos en la Península de Taitao, deben ser rigurosamente protegidos contra cualquier tipo de contaminación e intervención humana que pueda tener impactos negativos. En este sector debieran también enfatizarse las investigaciones científicas marinas, ya que ofrece una especial diversificación de ambientes muy particulares y que aún se mantienen relativamente prístinos.

La antigua, legendaria y ahora abandonada “Ruta de los Chonos” para cruzar la Península de Taitao vía Lago Elena – Lago Presidente Ríos – Estero Thomson hasta el Canal Barros Arana, evitando el paso por la entonces temida Laguna San Rafael, tenía su lugar estratégico de aprovisionamiento y reposo en la Bahía San Ramón, entre las islas Traiguén y Rojas. En este bellissimo lugar se ubican algunos de los más importantes registros arqueológicos del archipiélago.

## **2.- Macrotipificación de los biomas litorales.**

Debido a la gran diversidad de ambientes marinos que se generan en la zona de los canales patagónicos, ya sea por la compleja geomorfología del sistema andino, la cercanía de los inlandsis al mar, los aportes sedimentarios terrígenos, los desfases horarios de los regímenes de mareas, la distribución de la salinidad, el grado de protección al oleaje oceánico, las corrientes generadas en los fiordos y canales, la gradiente latitudinal climática en relación a la ubicación estacional de los frentes ciclónicos, al efecto pantalla de elevadas cumbres insulares occidentales próximas al mar abierto, a la variada extensión y ubicación de los fiordos insulares y continentales, y al grado de alteración de los ecosistemas terrestres por acciones antrópicas (destrucción de la cobertura silvática en las hoyas hidrográficas, erosión y transporte sedimentario fluvial al mar), es posible diferenciar varios biomas marinos litorales que se distribuyen como un complejo puzzle biogeográfico regional. **No se ha realizado un levantamiento cartográfico general sobre la distribución espacial de los principales biomas litorales de Aisén, lo que sería de gran utilidad para definir el destino de uso del borde costero.** Con las investigaciones realizadas hasta ahora, sin tener una cartografía temática de los principales biomas costeros regionales, es factible sintetizar algunas unidades básicas con características propias:



a) **Bioma de marismas sedimentarias intermareales:**

- **Fluviales**
- **Periglaciales**
- **Volcánicas**

b) **Bioma de fiordos cerrados:**

- **Fiordos continentales pedemontanos**, con aportes fluviales significativos.
- **Fiordos insulares o peninsulares** (Ofqui, Skyring), con aportes fluviales reducidos, y elevadas concentraciones superficiales de ácidos húmicos edáficos (turberas frías).
- **Fiordos del frente occidental** directamente abiertos a las aguas oceánicas.

c) **Bioma de canales abiertos:**

- **Canales transversales de penetración mareal**, con fuertes corrientes alternadas (llenante y vaciante) entre estoas.
- **Canales longitudinales interinsulares occidentales**, con corrientes moderadas.
- **Canales interiores de la depresión intermedia**, extensos, de gran profundidad.
- **Canales interiores intermorrénicos**, cortos, con barreras y bajaríos, de profundidades someras.

d) **Bioma periglacial pedemontano con ventisqueros y témpanos hasta el mar:**

- **Del Hielo Patagónico Norte** (“lagunas” Elefantes, San Rafael, San Quintín, Kelly).
- **Del Hielo Patagónico Sur**, en el extremo austral de la Región de Aisén, al sur del Golfo de Penas.

e) **Bioma del frente occidental expuesto al oleaje oceánico:**

- **Frente rocoso expuesto** (sustrato basal andino metamórfico, andesítico o magmático intrusivo).
- **Frente morrénico**, con playas expuestas, de alta energía, de bolones y cascajo no consolidados.

Cada uno de estos biomas posee una asociación biocenótica bien característica, con sus propios elementos distintivos de flora y fauna marinas, que se integran para formar las cadenas tróficas. En estos biomas litorales se dan además diferentes patrones de zonación vertical, dependientes de la gradiente de iluminación (profundidad de la zona eufótica), oxigenación, salinidad, temperatura, nutrientes, agitación del agua, etc., como es propio en toda comunidad marina costera desde la zona intermareal al submareal. En las zonas de transición entre diferentes biomas se observan interesantes ecotonos de alta biodiversidad relativa. Las especies marinas que identifican cada uno de los biomas mencionados, son tema actual de

investigación. Mapas de la microdistribución geográfica regional de las especies claves de cada comunidad (por ejemplo, de las grandes algas pardas **Lessonia**, **Durvillaea** y **Macrocystis**, y sus consumidores primarios como los erizos **Loxechinus albus** y **Arbacia dufresni**, de los principales gastrópodos depredadores bentónicos como **Concholepas** y **Nucella**, de las principales especies de filtradores planctófagos como **Mytilus chilensis**, **Megabalanus psittacus** y **Elminius kingii**, de especies detritófagas periglaciales como el isópodo **Serolis**, etc.) entregarían un buen cuadro sobre el complejo y tan diversificado mosaico ecológico de la zona. A estos cuadros de distribución deberían superponerse los datos geomorfológicos litorales, oceanográficos, cuencas hidrográficas, glaciológicos, vulcanismo y tectónica regional, identificando los factores abióticos determinantes en la composición de cada bioma.

### **3.- Conservación y Preservación de la Biodiversidad Marina.**

Entendemos por **Preservación** el cuidado integral de los ecosistemas en un área natural prístina, no alterada por la actividad humana moderna, en contraposición al concepto de **Conservación** que se aplica a un manejo cuidadoso de un área que ha sido ostensiblemente intervenida y que se pretende recuperar hacia su fase natural original previa a la acción antrópica.

Dada la estrechísima interacción tierra-mar que se hace especialmente notable en la Zona de los Canales Patagónicos, dificultosamente podemos hablar de **Áreas de Preservación Marina Costera** cuando queremos aplicarlas al litoral de la Región de Aisén. Los incendios forestales en las islas durante la era de explotación del Ciprés de las Guaitecas, así como el deterioro de los suelos por la erosión y deforestación de las cuencas hidrográficas de los ríos que vierten su material sedimentario hacia el sensible sistema marino de fiordos y canales interiores, han tenido un indudable y profundo impacto indirecto sobre los biomas marinos litorales. La creación de extensas áreas naturales terrestres, tanto continentales como insulares, sometidas al SNASPE en la Región de Aisén, contribuyen en general, a la **Conservación** indirecta del ecosistema marino costero.

Sin embargo, mientras se realizan esfuerzos de conservación de los biomas terrestres, pensando en los efectos positivos indirectos sobre los biomas marinos colindantes, la zona litoral propiamente tal, fuera de la jurisdicción del SNASPE, es sometida, simultáneamente, a fuertes presiones extractivas o usos de aguas, playas y fondos que se oponen o neutralizan lo que se gana manejando el litoral “desde tierra”.

La actividad extractiva es fundamentalmente dirigida hacia cierta o ciertas especies marinas de importancia económica, de modo que el control se orienta hacia la

cuantificación de ese recurso específico, sin consideración por el rol que él tiene internamente en la comunidad biológica. El caso demostrativo más notable es la extracción masiva de macroalgas pardas del litoral, destruyéndose el hábitat de numerosas otras especies asociadas o dependientes de ellas, ya sea como refugio, alimento, mimetismo, “sala cuna” o protección del sustrato contra la energía del oleaje y corrientes marinas, alterándose así toda la comunidad y las condiciones abióticas que la sustentan. A partir de las últimas décadas, se ha producido una generalizada conciencia sobre el costo del deterioro ambiental, de la degradación de los ecosistemas y el empobrecimiento de la Biodiversidad. Numerosas organizaciones internacionales se han hecho cargo de esta inquietud, sustentando que es un desafío histórico y una responsabilidad de nuestra sociedad demostrar que es posible el Desarrollo Sustentable. Chile ha suscrito, refrendado e incorporado a su legislación, los Convenios, Tratados y Protocolos destinados a la conservación de la Biodiversidad. La incorporación de la franja litoral marina adyacente a los Parques y Reservas de Áreas Silvestres Protegidas en el ambiente terrestre, se hace absolutamente necesaria a fin de lograr este objetivo trascendental para nuestra cultura.

En consideración a la amplia gama de biomas litorales que se presentan en la Región, las áreas de conservación de la biodiversidad marina deberán abarcar por lo menos algunos sectores claves o únicos dentro del complejo



mosaico ambiental. Por lo general, se trata de minimizar al máximo los impactos negativos de otros usos de las aguas marinas del litoral, como el turismo, la investigación científica, la navegación, actividades náuticas recreativas y deportivas, la obtención de energías alternativas y asentamientos humanos, sin dejar de lado las medidas de conservación del mar “desde tierra”, especialmente de las cuencas fluviales y de los suelos.

#### **4.- Corredores marinos.**

En Biogeografía, el concepto de “**Corredor**” o “**Puente**” se aplica a franjas territoriales naturales, utilizadas como vías migratorias, desplazamientos estacionales, intercambio o flujo genético entre secciones semiaisladas de una población, rutas de acceso a fuentes de alimentación, rutas de encuentros reproductivos, de migraciones de regulación poblacional y de dispersión o ampliación de las áreas de residencia de una especie. En este sentido, se puede hablar de un “corredor” insular en el caso de una cadena de islas que sirven como trampolín para comunicar dos lugares apartados, o en el caso de un valle, una galería boscosa, un brazo de río, etc., que tienen una función especial gracias a su ubicación y características únicas en relación al resto del territorio que lo circunda.

En el manejo de áreas silvestres naturales (Parques, Reservas) amplias, el conocimiento y conservación de estos corredores, vitales para las especies, obliga muchas veces a

rediseñar el tendido de autopistas, evitar aeródromos, represas, tala de bosques, fuentes lumínicas, ruidos, etc., a fin de permitir el libre flujo del uso especial que tienen por elementos de la flora o fauna.

En el ambiente marino, los “corredores” son “rutas de navegación” bien establecidas, muchas veces determinadas genéticamente, ya sea utilizando el fondo o la masa de agua. Los corredores marinos son propiedades naturales de cada especie y forman parte de su nicho ecológico, ya sea en el estado larval, juvenil o adulto. Las algas, erizos, picorocos, locos, almejas, sardinas, delfines, orcas, etc., dependen de estos corredores en distintas formas según la función que les otorgue cada especie.

En el caso específico de la Zona de los Canales Patagónicos, para la flora y fauna marinas los “corredores” se ubican necesariamente siguiendo el curso de ciertos canales preferenciales. Aún falta mucho por investigar en este sentido, pero es factible diseñar “a priori” las principales factibles vías de dispersión larval atendiendo a la geomorfología y dinámica oceanográfica del área y las reducidas opciones de desplazamientos genéticos dentro de tan complejo territorio marino costero. Estos corredores naturales deben ser cuidadosamente protegidos. No sólo como corredores biológicos, sino también como canales de recambio de agua, oxigenación, descarga de aguas fluviales, penetración de las ondas mareales, aporte de agua oceánica hacia los fiordos continentales, etc. Desastres ecológicos

tal como un derrame de petróleo en un “corredor”, pueden repercutir a gran distancia por la intensa dinámica de las corrientes mareales.

Algunos de los más obvios “corredores” biológicos marinos en el Archipiélago de Los Chonos, también ya han sido ocupados por la actividad humana como principales vías de navegación (Canales Moraleda, Darwin, Costa, Jacaf, etc.), en las cuales las naves deben atenerse a estrictas normas de seguridad y prevención de contaminantes. Lo mismo vale para otros usos del territorio costero, como pesca, cultivos marinos, obras portuarias, establecimientos turísticos, asentamientos humanos, abastecimiento de combustibles, etc., sin olvidar el buen manejo del litoral “desde tierra”.

#### **5.- Zonas de interacción tierra-mar.**

Aunque toda la franja litoral depende en gran medida de la interacción tierra-mar para su conservación, en la zona costera de Aisén se dan ciertos casos donde este factor es de especial importancia. En Ecología se les llama Áreas Vitales Estructurales. Una pequeña modificación estructural (por ejemplo, el dragado de un banco de arena) puede originar una respuesta ecológica en cadena, causando perturbaciones vitales para el ecosistema marino. Alteraciones estructurales en el ambiente terrestre (como la construcción del Canal por el Istmo de Ofqui hacia la

Laguna San Rafael) pueden repercutir en la conservación de una amplia zona ecológica y la destrucción del hábitat natural para muchas especies.

Así se pueden perturbar sitios de nidificación, corredores de dispersión larval, fondos o sustratos de apareamiento para el benthos o epibenthos, modificar la salinidad o transparencia del agua, desviar las corrientes, o introducir nuevas variables ambientales a las cuales el ecosistema no está genéticamente adaptado. En una cartografía ecológica del territorio, se debieran ir identificando las zonas especiales de interacción tierra-mar como categorías de Areas Vitales de Conservación o Preservación.

## **6.- Áreas de valores especiales.**

Comunmente, los Parques y Reservas Naturales deben ser territorios amplios (mayores que 10 mil Hà), diversificados, que abarquen varios ecosistemas. Se da también el caso de sitios o áreas reducidas, donde se ubican elementos naturales excepcionales, ya sea por tratarse de **Áreas Vitales de Productividad** (humedales,

lagunas costeras, pantanales), de **Reproducción y Crianza** (nidificación, apareamiento y desarrollo juvenil), de **Migración** (rutas, sitios de reposo), de **Biodiversidad** (alta diversificación y concentración de especies) o **Estructurales**, o bien por presentar especiales características estéticas, formas, colores o sonidos de la Naturaleza. Como categorías menores dentro del sistema de áreas protegidas pueden estar incluidas dentro de un Parque o Reserva, con un tratamiento especial en los Planes de Manejo, o configurar de por sí un lugar protegido como Santuario de la Naturaleza o Parque Marino. Estos sitios protegidos pasan a ser orgullo y parte importante del patrimonio cultural de una Región.

En la Región de Aisén existen varios de estos atractivos en diverso grado de protección, como la Catedral de Mármol, cascadas notables, ventisqueros colgados, etc., todos en el territorio continental, salvo la Laguna San Rafael con su ventisquero. El borde costero pasa desapercibido, pese a tener numerosos sitios excepcionales, únicos, que debieran ser reconocidos y resguardados.

Es necesario hacer una valorización y “puesta en escena” del borde costero, según opciones de intereses culturales, y una vez definidos, tomar las necesarias medidas de protección en tanto aún sea tiempo de hacerlo, antes de que sufran perturbaciones ambientales prácticamente irreversibles.



Las principales categorías que deben ser reconocidas, descritas y documentadas para recomendar protección del borde costero correspondiente son:

- **Sitios de especial interés para la investigación científica marina**, por poseer una notable riqueza y diversidad de especies concentradas en un área espacialmente reducida y con características diferentes a otras áreas costeras.
- **Sitios únicos por sus características geomorfológicas y oceanográficas**, como fuentes termales marinas, rápidos o corrientadas mareales, bosques sumergidos, marismas intermareales, cascadas litorales, “lagunas marinas” escondidas, cavernas, bufaderos, etc.
- **Sitios de observación de flora y fauna**, como loberas, concentraciones de cisnes, pingüinos, cormoranes, nutrias, orcas, delfines, etc.
- **Sitios costeros de particular belleza escénica**, en playas y ensenadas notables, angosturas, riscos, glaciares, etc.

- **Sitios notables por su estructura geológica**, como paredes de basalto cristalino, fallas geológicas, filones estructurantes, etc.
- **Sitios arqueológicos litorales.**

**En todos estos casos, es necesaria la participación protectiva regularizada del borde costero en cuestión, ya que quedan fuera del área de influencia directa de las áreas protegidas terrestres.**

#### **7.- Sitios arqueológicos litorales.**

La investigación arqueológica en el litoral de Aisén está muy postergada en comparación al territorio oriental. Las leyendas insulares cuentan de tesoros perdidos, piratas y barcos fantasmas, adornadas de la fértil creatividad mítica de Chiloé, pero de sus habitantes seculares, los indígenas Chonos, apenas se dice que fueron absorbidos por los huilliches chilotes.

Una de las principales causas de la escasez de investigaciones arqueológicas en la franja costera es la espesa cobertura vegetal arbórea que ha sepultado, en unos

pocos siglos, los vestigios de una cultura de nómades del mar que habitaron las islas. Los sitios arqueológicos se encuentran bajo las raíces de gruesos arrayanes u otros árboles que profitaron de la fertilidad adicional de los conchales y basurales orgánicos depositados en las playas de los campamentos chonos, ubicados en la proximidad de sitios estratégicos de especial abundancia de caza y mariscos, al resguardo de los vientos, oleajes y correntadas. Como es natural, estos mismos sitios privilegiados tienden a ser reocupados posteriormente por los campamentos modernos, se talan los árboles, se despeja el terreno, y desde el subsuelo aparecen los osarios, conchas y herramientas primitivas de los ocupantes chonos. Excavaciones para hacer pozos sépticos, alcantarillas y cimientos modernos en el borde costero, comunmente se topan con enormes depósitos de conchales, osarios y basurales arqueológicos. Estos sitios están legalmente protegidos y las obras debieran ser detenidas hasta que se permita continuar con los movimientos de tierra. En la mayoría de los casos, las excavaciones prosiguen sin informar sobre el hallazgo para no retardar la ejecución de la obra. Para hacer efectivas las normas protectivas y aplicar las disposiciones legales, debiera haber una contraparte eficiente que entregue un informe arqueológico sobre el caso en cuestión.

Independientemente a estos casos fortuitos, en los que se pierde mucha y valiosa información, es necesario promover dos actividades prioritarias: hacer una

recopilación sobre los hallazgos arqueológicos en el litoral, para confeccionar una carta arqueológica regional, y fomentar la realización de estudios sistemáticos en el litoral. Esto último sólo será posible, tanto para los arqueólogos como para los investigadores en otras disciplinas de las Ciencias Naturales, cuando se pueda disponer de una embarcación a bajo costo.

#### **8.- Zonificación del Borde Costero; Áreas de Conservación y de Preservación.**

En la Carta “Zonificación Preliminar del Borde Costero”, Escala 1:600.000, Programa de Ordenamiento Territorial Región de Aysén, SERPLAC XI, 2001, se especifican 5 categorías o Zonas de uso del litoral. En una carta similar, titulada “Zonificación Borde Costero Litoral” (estado al 20 de febrero 2001), se cambia la nomenclatura de las zonas de uso del borde costero, y se introducen algunas modificaciones en la distribución de éstas.

A la luz de los antecedentes entregados en este Informe en los capítulos anteriores, se proponen algunas normas generales de uso del borde costero, a saber:

- a) Cuando un Parque Nacional se extiende hasta el mar, el Plan de Manejo Ambiental del Parque debiera contemplar el uso del borde costero acorde a la categoría que tiene la zona terrestre adyacente. Como los Parques Nacionales

de la Región aún carecen de Plan de Manejo, se debiera acordar con la CONAF una propuesta preliminar coherente con el destino pensado para cada área terrestre (zonas intangibles, zonas de uso especial, etc.).

- b) Cuando aún no se hayan realizado estudios específicos para determinar el uso apropiado del borde costero (exploraciones de flora y fauna bentónicas submarinas, Áreas Vitales, Santuarios de la Naturaleza, Parques Marinos, sitios arqueológicos, bancos naturales de mariscos, termas, áreas de especial belleza escénica con potencial desarrollo turístico, etc.), permitir solamente actividades de mínima inversión en infraestructura y de mínimo impacto ambiental, que sean fácilmente reversibles.
- c) En lo que respecta al establecimiento de salmoniculturas y cultivos marinos en general, exigir en las Declaraciones de Impacto Ambiental, previas al inicio de las obras, la visita a terreno de una persona designada o autorizada por CONAMA, que emita un informe técnico sobre las características ambientales propias del lugar. Esta visita a terreno debiera ser costeadada por el mandante.
- d) Las solicitudes o Proyectos que involucren uso del litoral (playa, agua, fondo de mar) ya presentados, con sus respectivas Declaraciones o Estudios de Impacto Ambiental, que están a la espera de ser evaluados, clasificarlos acorde a la zonificación propuesta y según



tipo de Proyecto (turístico, obras portuarias, nuevos asentamientos humanos, salmonicultura, cultivos de especies nativas bentónicas, cultivos de especies acuáticas introducidas, alteración de cursos de agua para fines energéticos o domésticos, etc.) y emitir un informe global sobre el estado actual de las necesidades ya expresadas.

- e) Estas necesidades expresarlas gráficamente en una cartografía temática regional, a fin de poder visualizar usos múltiples (compatibles o incompatibles, con o sin limitaciones) y definir las prioridades.
- f) Estimo no aconsejable destinar grandes áreas como “zona de sacrificio” ambiental, por problemas de concentración, dispersión (“pluma”) y concurrencia (factores concurrentes) de contaminantes en aguas de escasa renovación mareal. Debe tenerse en cuenta que en la zona insular, el factor línea de costa vs. superficie de mar se dispara respecto a una costa regular.
- g) Cuando hay intereses privados de terratenientes insulares que desean acogerse a las medidas protectivas en el borde costero, estas opciones no pueden tener fines de lucro ni combatir la presencia molesta de otras actividades en su predio. En estos casos, el interesado puede ofrecer su predio en forma voluntaria, para que

sea incorporado a alguna de las categorías del SNASPE, incluyendo el uso del borde costero respectivo.

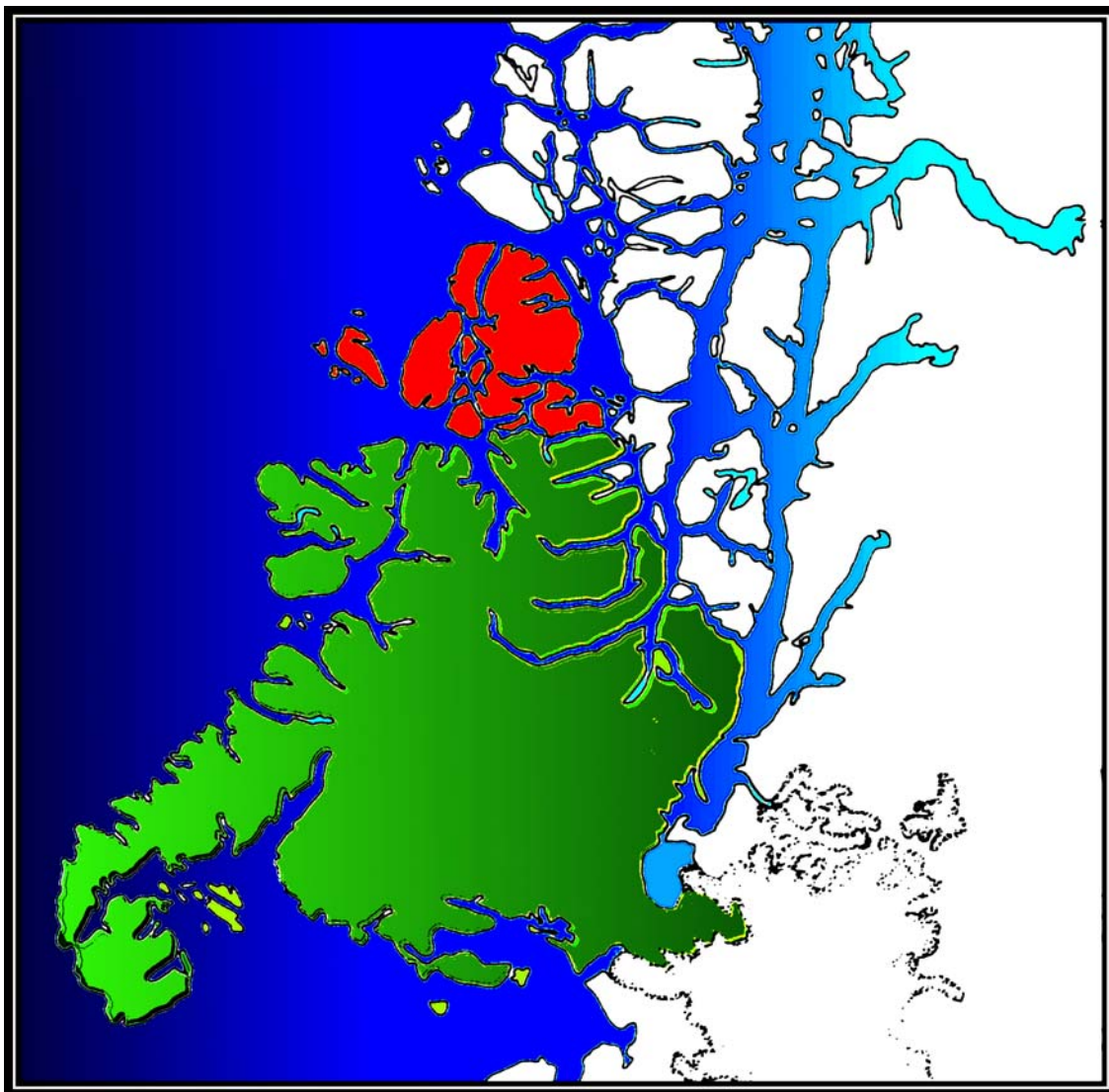
- h) Deben fijarse claramente los objetivos de la Reserva Natural “Las Guaitecas” (que debiera llamarse R.N. “Los Chonos”), ya que para esa misma unidad medioambiental, sin Plan de Manejo, se están definiendo muy diferentes usos del borde costero.
- i) En torno a cada “zona de sacrificio ambiental” se debe generar una zona buffer de dilución de impacto, que distancie a ésta de otros usos limpios del litoral. Debe tomarse en cuenta que dadas las especiales características de la zona insular y de fiordos continentales, los contaminantes se desplazan por los canales al vaivén de las mareas, siendo de mayor sensibilidad a este factor, la zona más encerrada y con menor renovación, señalada como Sector Chonos Sur (desde el Canal Darwin a la Laguna San Rafael). Esta zona tiene una marcada y natural opción ecoturística. El basural marino flotante y no biodegradable generado por las salmoniculturas y cultivos marinos en general, queda retenido y acumulativo en las aguas interiores.
- j) En las zonas de concentración de actividades costeras contaminantes, deben dejarse excluidos, limpios, ciertos canales de corrientes mareales o “corredores” biológicos de mayor importancia ambiental.

- k) Existe un sector de gran riesgo latente por las erupciones del volcán Hudson, que descarga piroclastos flotantes (pómez) hacia el interior del Archipiélago de los Chonos, específicamente por el Río de los Huemules hacia el Golfo Tres Cruces en la boca del fiordo Quitralco, y por varias descargas hacia la Bahía Erasmo en el fiordo Copquelán. Las instalaciones de cultivos marinos y salmoniculturas pueden ser seriamente afectadas, con mortandad de todos los especímenes ubicados en las aguas superficiales, interrupción del funcionamiento de motores marinos, bombas, sistemas refrigerantes, etc. Debe hacerse una Carta de Riesgos Naturales para excluir de las zonas de riesgo, ciertos usos del borde costero. El pómez flotante descargado hacia Bahía Erasmo fue desplazado por las mareas hasta formar playa en Punta Leopardos, en la entrada a la Laguna San Rafael. Efectos similares se vieron en la desembocadura del Río Ibáñez en el Lago General Carrera, que embancó con piroclastos a Puerto Ibáñez, inutilizando el puerto lacustre en pocos días.
- l) Por la habilitación de la Carretera Austral, el incremento de la actividad turística a partir de Caleta Tortel, con excursiones en embarcaciones menores hacia los ventisqueros y fiordos del Parque Nacional Bernardo O'Higgins en el Campo de Hielo Sur, obliga a fijar ciertas rutas marítimas permitidas y adoptar normas especiales de control. La navegación en estos canales muy solitarios y peligrosos tiene un gran riesgo por factores climáticos,

con fortísimas tormentas, neblinas y témpanos flotantes. Anteriormente, el acceso a este sector de la Región de Aisén se hacía desde Puerto Edén, en la XII Región.

- m) En los cabezales de los fiordos del Campo de Hielo Sur arriba mencionados, en la Región de Aisén, al pie de los glaciares, habita una importantísima población de huemules. Este es un hábitat refugial para esta especie muy vulnerable, en extinción, y debe ser protegido. El destino de este sector de ventisqueros como zona de desarrollo turístico (Carta Zonificación Borde Costero, estado Febr.2001) es incompatible con la necesaria preservación del hábitat para los huemules. En el Plan de Manejo del Parque Nacional Bernardo O'Higgins, el sector periglacial de estos ventisqueros que se desarrollan hasta el mar, debe ser declarado como **Zona Intangible**, con acceso muy restringido, sólo para científicos expresamente autorizados. Esta población de huemules fue documentada por vez primera en uno de los programas de la serie de TV "Al Sur del Mundo" (Canal 13TV), con la colaboración de personal de CONAF y del suscrito.
- n) Los recursos naturales de la zona insular al poniente del Canal Messier, en lo que corresponde a la Región de Aisén, en la Reserva Nacional Katalalixar, están prácticamente inexplorados. Este caso podemos tratarlo como Zona de Preservación de la Biodiversidad Marina Litoral.

En la **Fig. 9**, se ha resaltado en rojo, el grupo de las islas Tenquehuén, Garrido, Clemente, Rivero, Guerrero, Salas y Prieto, entre el Canal Darwin por el norte y la Boca Wickham por el sur, que encierran el sistema de canales longitudinales paralelos y próximos al frente occidental oceánico (Canal Williams y otros menores).



**Fig.9.** En color rojo, el grupo insular occidental cuyo borde costero debe ser protegido, no permitiéndose la instalación de cultivos marinos ni salmoniculturas, debido a la excepcional biodiversidad presente en sus canales interiores y a su ubicación a la entrada del sistema de canales transversales de penetración de aguas oceánicas hacia la depresión intermedia, marcada por los canales Costa, Errázuriz, Elefantes y Barros Arana, hasta la Laguna San Rafael.

Este grupo de islas, al igual que los fiordos abiertos hacia el Poniente en la Península Skyring, deben ser considerados como Zona de Preservación de la Biodiversidad Marina Litoral, protegidos de cualquier riesgo



de contaminación. En esta zona se dan muy excepcionales condiciones oceanográficas y conforma un Ecotono de máxima riqueza de especies, tanto de la flora como de la fauna bentónica. Se ubican también aquí importantes loberas, colonias de pingüinos, cisnes de cuello negro, sitios de nidificación de cormoranes y otras especies de aves costeras. En la **Fig.10** se especifica el sector de importancia arqueológica en la Bahía San Ramón, entre las islas Traiguén y Rojas, sitio el cual puede ser irreparablemente alterado por instalaciones y movimientos de tierra en el borde costero.



**Fig.10.** Ubicación de sitios arqueológicos litorales que deben ser protegidos.

En la **Fig.11** se señala una propuesta de uso general del **borde costero insular**, especificándose 3 principales categorías: a) **Zona de Pesca Artesanal**, b) **Zona de Cultivos Marinos**, Salmonicultura, c) **Zona de Protección Ecológica**. En comparación con la ZONIFICACIÓN BORDE

COSTERO LITORAL (estado 20 de febrero 2001), se mantiene la tendencia respecto al uso de la zona insular, con algunas modificaciones.

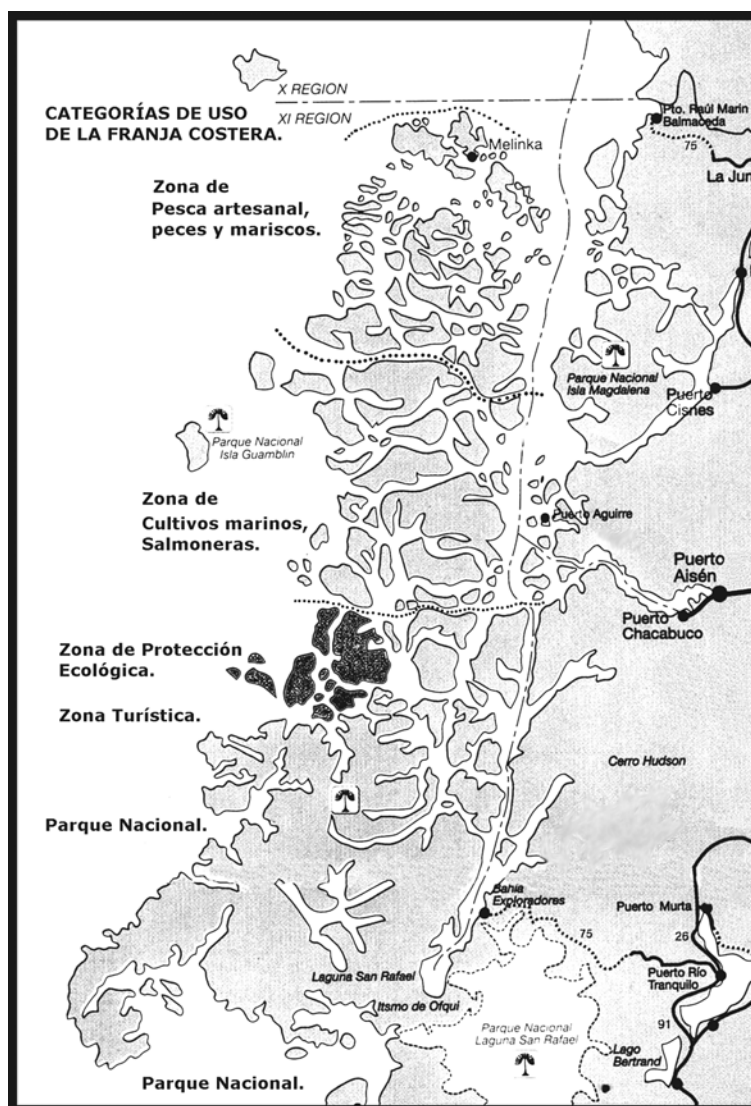


Fig.11. Propuesta de Zonas de Uso del Borde Costero Insular.

La Zona permisible para Cultivos Marinos y Salmoniculturas se extiende más hacia el norte, hasta los canales King, Pérez y Temuán; desde éstos hasta Las Guaitecas, se mantiene como Zona de Pesca Artesanal. La

Zona de Protección Ecológica se hace extensiva desde la Península de Taitao y Skyring hasta el Canal Darwin, incluyendo las islas Fitz Roy, Humos y Luz, con el importante canal transversal Carrera del Diablo y el sitio arqueológico entre las islas Traiguén y Rojas. Con esta extensión de la zona que excluye las salmoniculturas, se está protegiendo el grupo insular especificado en las **Figs. 9 y 10**, los fiordos de la Península Skyring abiertos hacia el Pacífico (ya comentados), y los extensos, estrechos “esteros” septentrionales de la Península de Taitao, que tienen escasa renovación de las aguas (abastecidos por la Carrera del Diablo). Estos “esteros” (Verdugo, Silva, Vidal, Albano, Puelma, Thompson y Charco) se introducen en la Península de Taitao y Sisquelán, recogiendo las aguas continentales de extensas zonas de turberas muy ácidas (y del Lago Presidente Ríos), ricas en ácidos húmicos, por lo que tienen un pronunciado color pardo (“agua de tepú” y “yellow-substance”) y aguas superficiales de baja salinidad. En conjunto, representan unos 200 km de extensión marina por el interior de la península de Taitao (en su porción septentrional), de fiordos cerrados, angostos y profundos, escasamente renovados. Su fauna bentónica es la menos investigada de Los Chonos. Antiguamente fueron utilizados para la extracción de Ciprés de Las Guaitecas, según testimonios de **A. Grosse**, y como vías alternativas de los indígenas Chonos y Alacalufes para cruzar hacia el Golfo de Penas utilizando las aguas del Lago Presidente Ríos. En tiempos modernos, este lago fue navegado por vez primera por el equipo de “Al Sur del Mundo” (Canal 13TV, “Por las

rutas de los Chonos en Taitao”), con participación del suscrito.

La opción como Zona Turística en los fiordos continentales Elefantes, Cupquelán, Quitralco, Puyuhuapi y Jacaf, excluyendo las salmoniculturas, podría extenderse hacia otros lugares específicos en el archipiélago, ya sea como ecoturismo y turismo de aventura, explotando la gran belleza de la zona insular y de la Península de Taitao. Especialmente la navegación deportiva (canotaje) por Carrera del Diablo con sus impresionantes rápidos marinos, y remontar hasta el lago Presidente Ríos por el río del mismo nombre, desde el fiordo Thompson.