

Caracterización y amenazas de los ecosistemas de Fiordos  
10 al 12 de octubre 2017, Puerto Chacabuco (Región de Aysén,  
Patagonia, Chile). Programa FNDR “Implementación de la Estrategia  
Regional de Biodiversidad” Ministerio del Medio Ambiente (Chile)

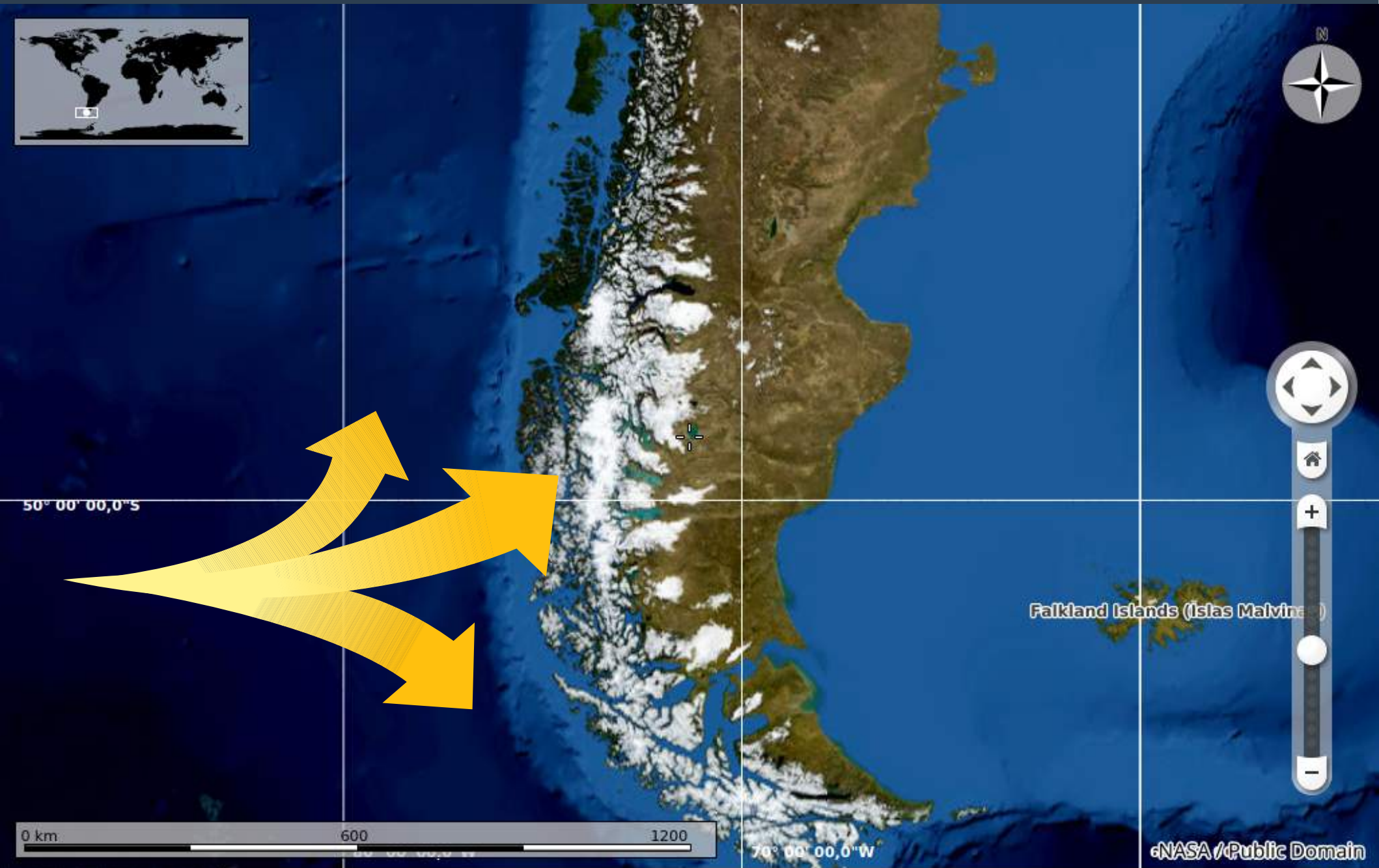
# Indicadores ecológicos para evaluar la calidad de los hábitats bentónicos




Dr. Eduardo Quiroga

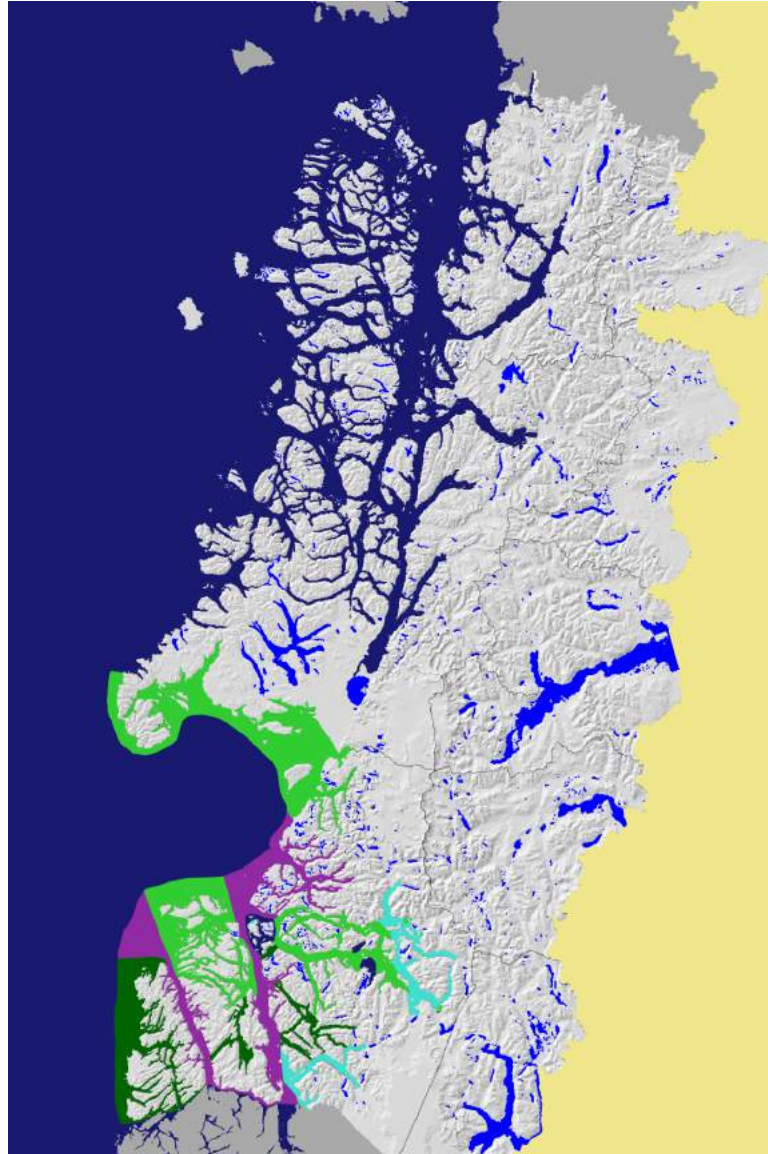
Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de  
Valparaíso. Avenida Altamirano 1480, Valparaíso. Tel.: 32 244 4252.  
COPAS Sur-Austral, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.  
Email: [eduardo.quiroga@pucv.cl](mailto:eduardo.quiroga@pucv.cl)




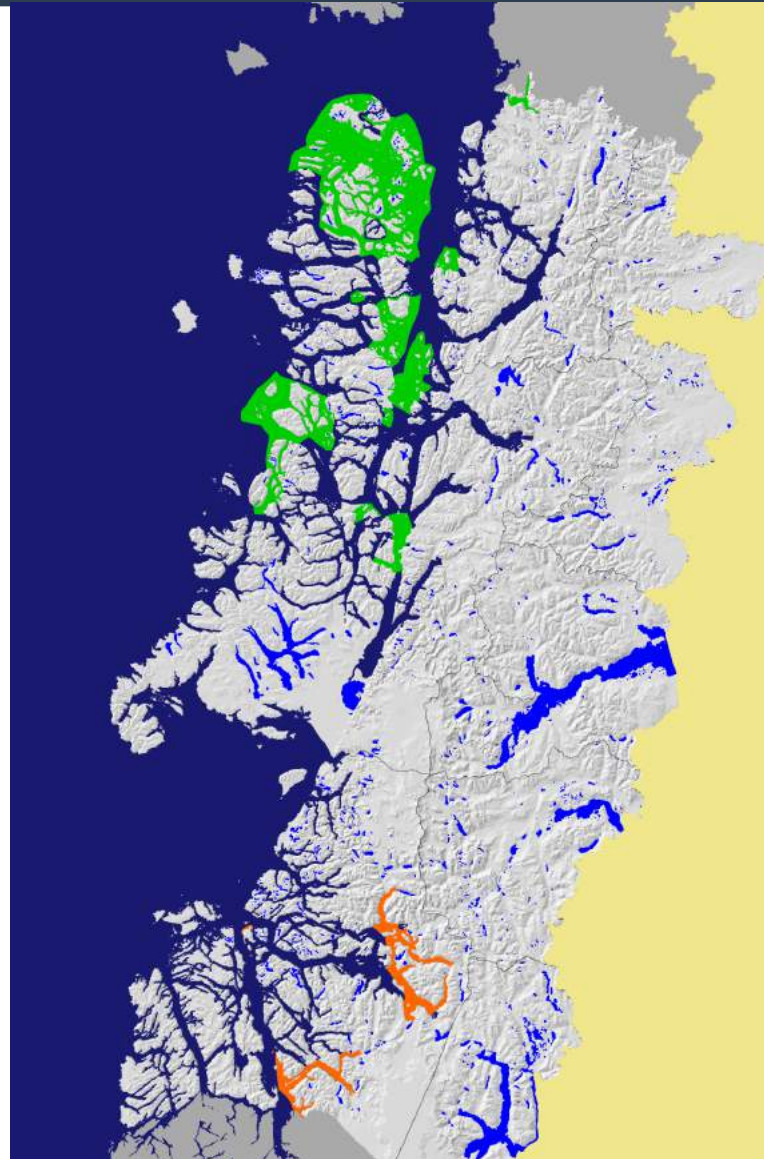
# Patagonia Chilena

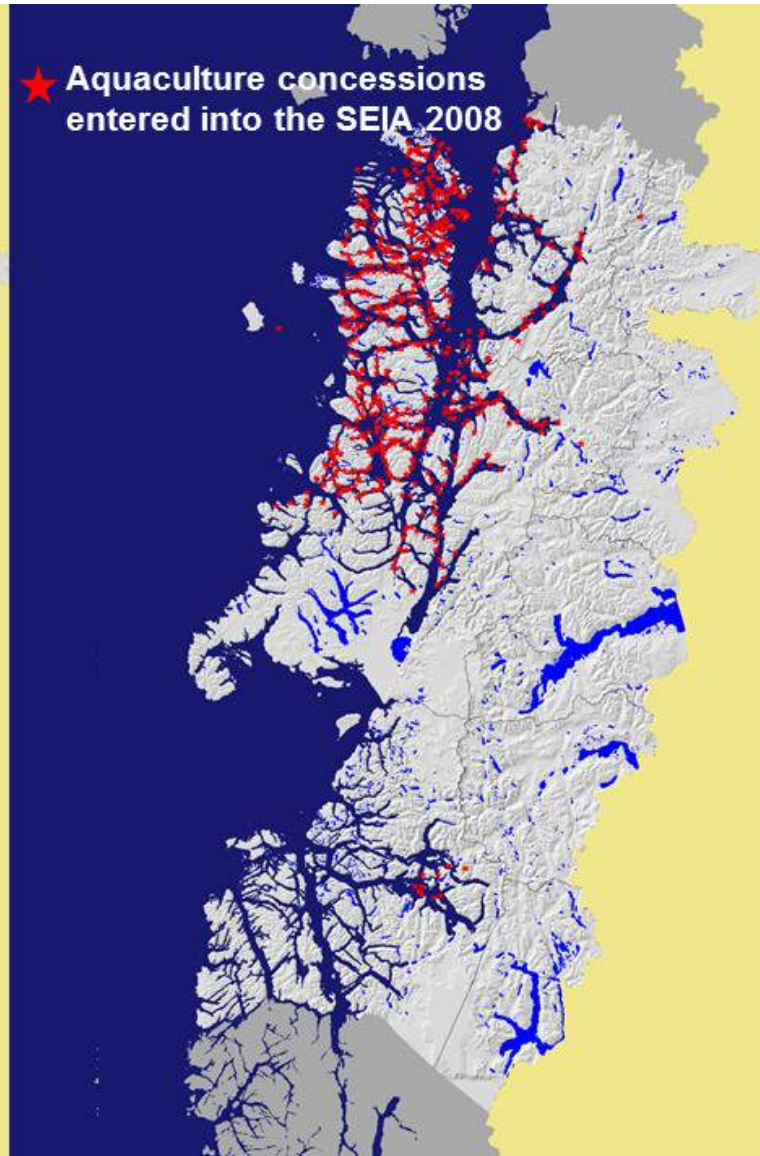
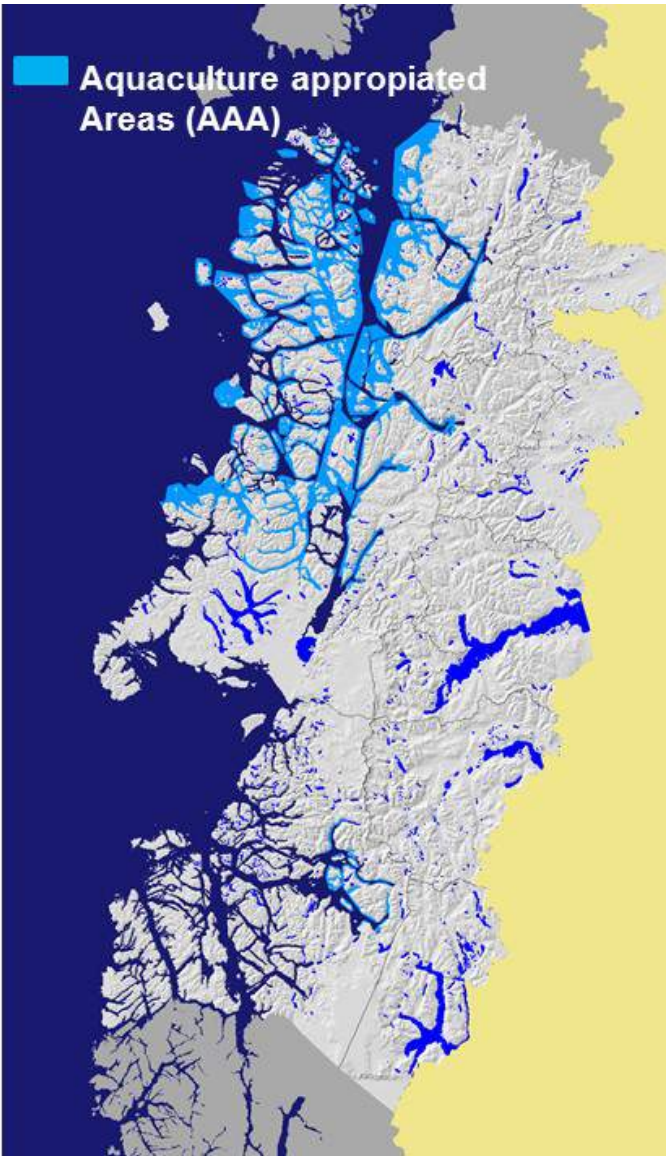


-  Preferential conservation area
-  Preferential preservation area
-  Preferential conservation area subject to further studies

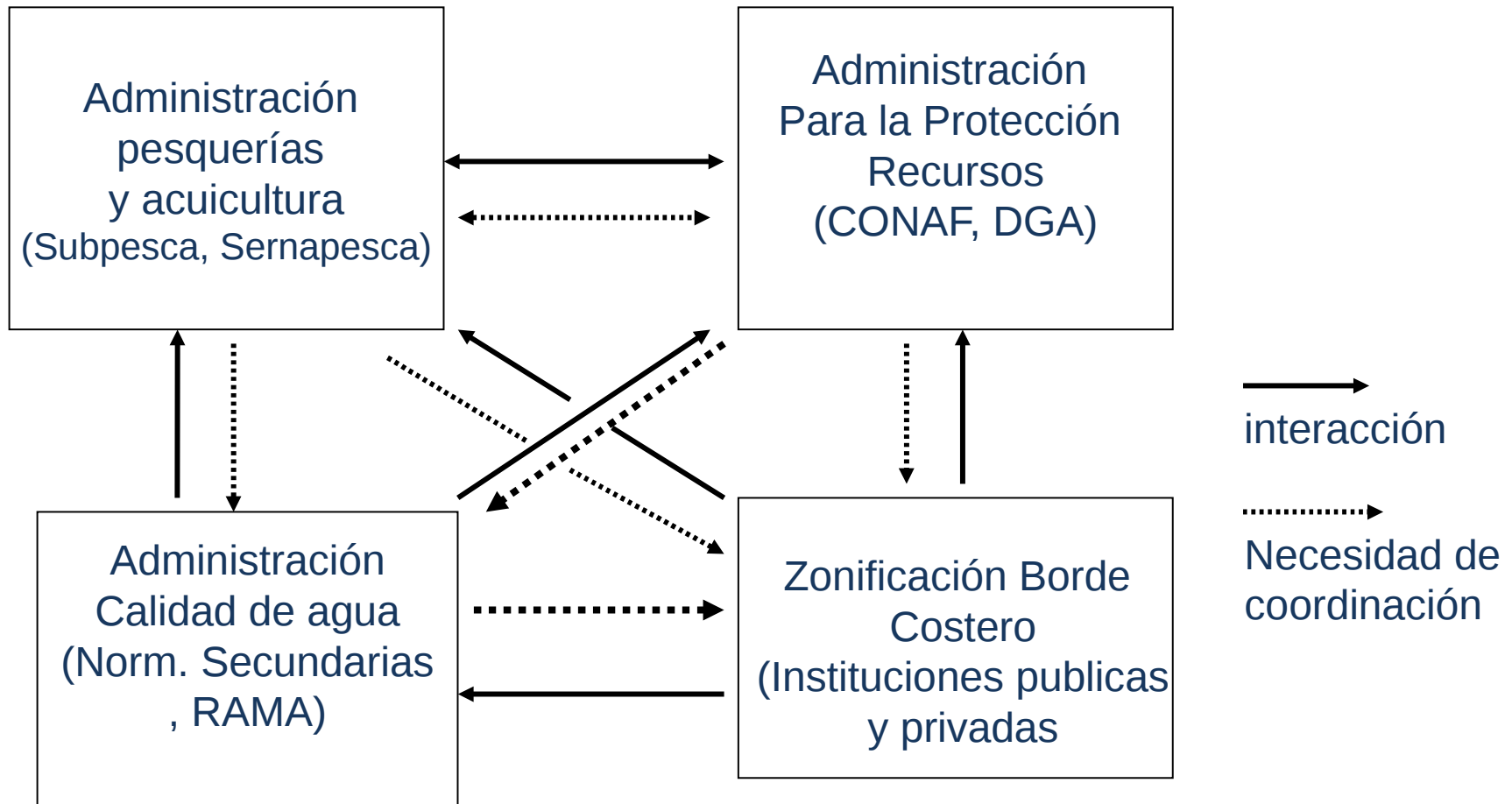


-  Preferential tourism area
-  Preferential area benthic resource extraction





# Elementos Ecosistémicos para la Regulación regional



Otras autoridades administración para navegación, santuarios, áreas protegidas, acuerdos internacionales, cambio climático, etc.



32 m 60 deg

**WATER COLUMN EFFECTS**

**LOCALISED SEABED EFFECTS**

**WIDER ECOLOGICAL EFFECTS**

Flushing by waves & currents

Waves & currents

Effects of farm structures

Feed input

Fish disease and genetic transfer

Biosecurity and transfer of fouling pests

Seabirds and marine mammals

Phytoplankton and primary production

Nutrients

Harmful algal blooms

Trace contaminants and therapeutants

Artificial reef habitat

Uneaten feed

Other seabed effects

Fish faeces

Wild fish

Sediment-water exchanges

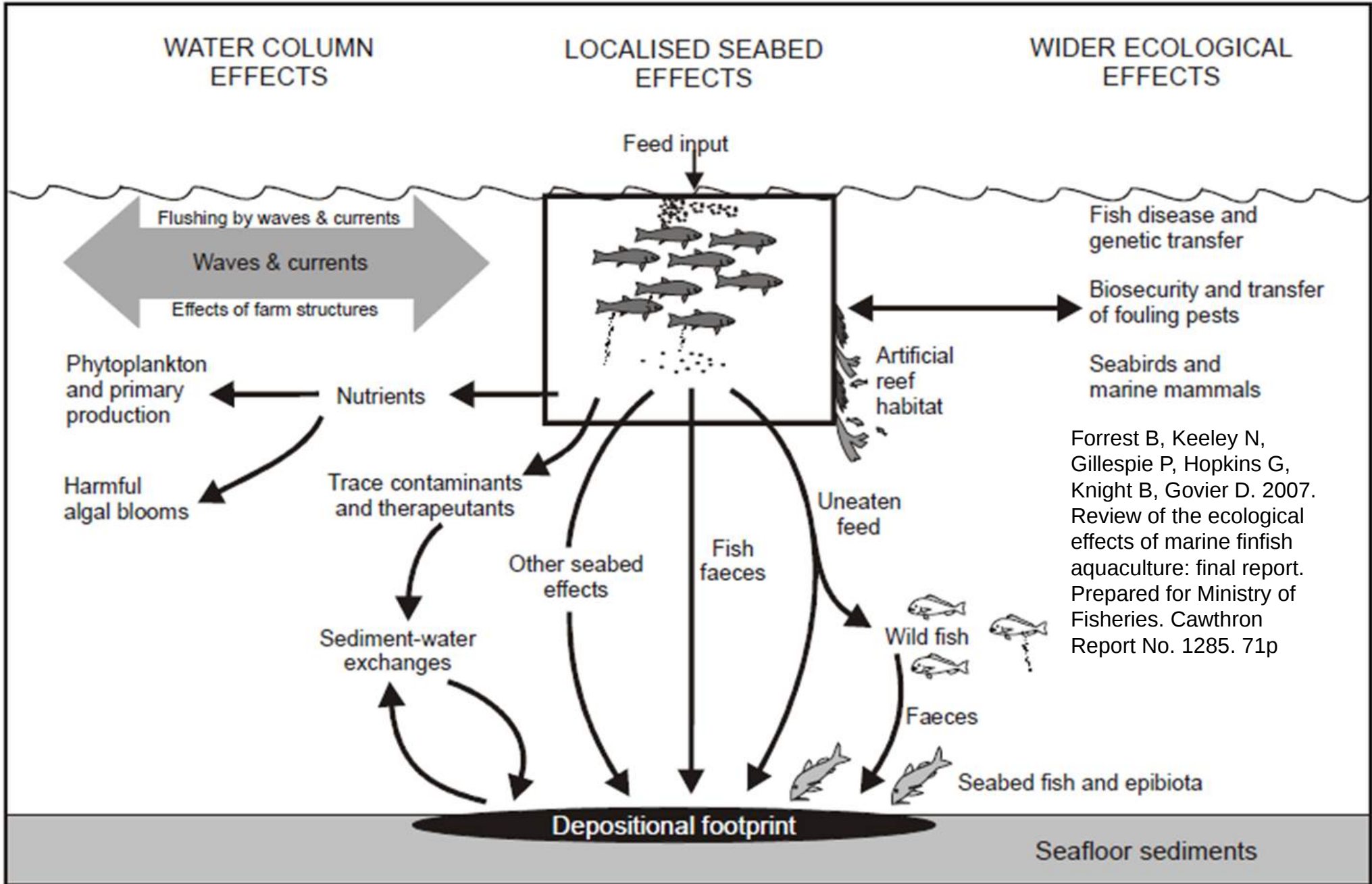
Faeces

Seabed fish and epibiota

Depositional footprint

Seafloor sediments

Forrest B, Keeley N, Gillespie P, Hopkins G, Knight B, Govier D. 2007. Review of the ecological effects of marine finfish aquaculture: final report. Prepared for Ministry of Fisheries. Cawthron Report No. 1285. 71p



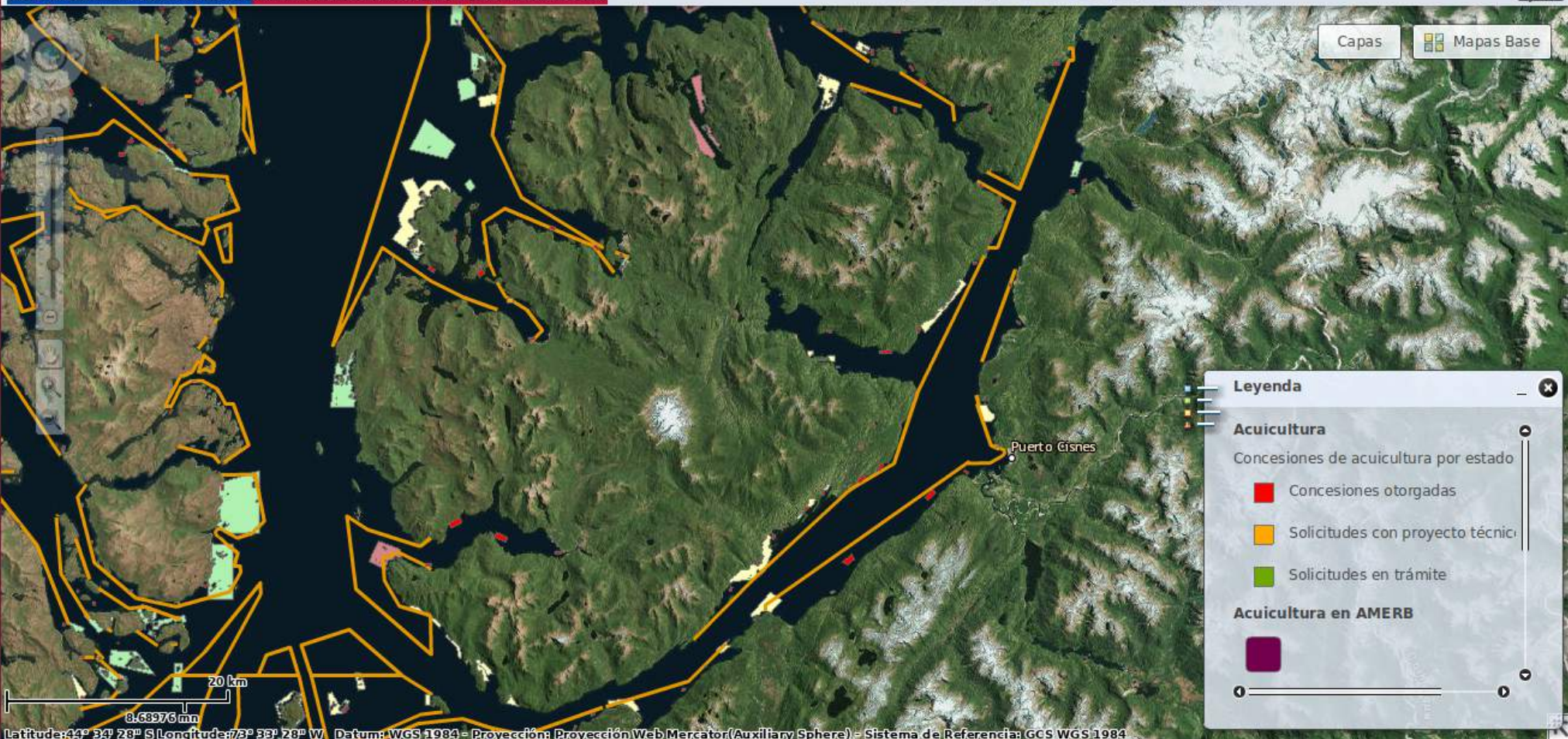


# VISUALIZADOR DE MAPAS

Aplicación de Visualización de Mapas de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

Sobre Ayuda

Capas Mapas Base



### Leyenda

**Acuicultura**

Concesiones de acuicultura por estado

- Concesiones otorgadas
- Solicitudes con proyecto técnico
- Solicitudes en trámite

**Acuicultura en AMERB**

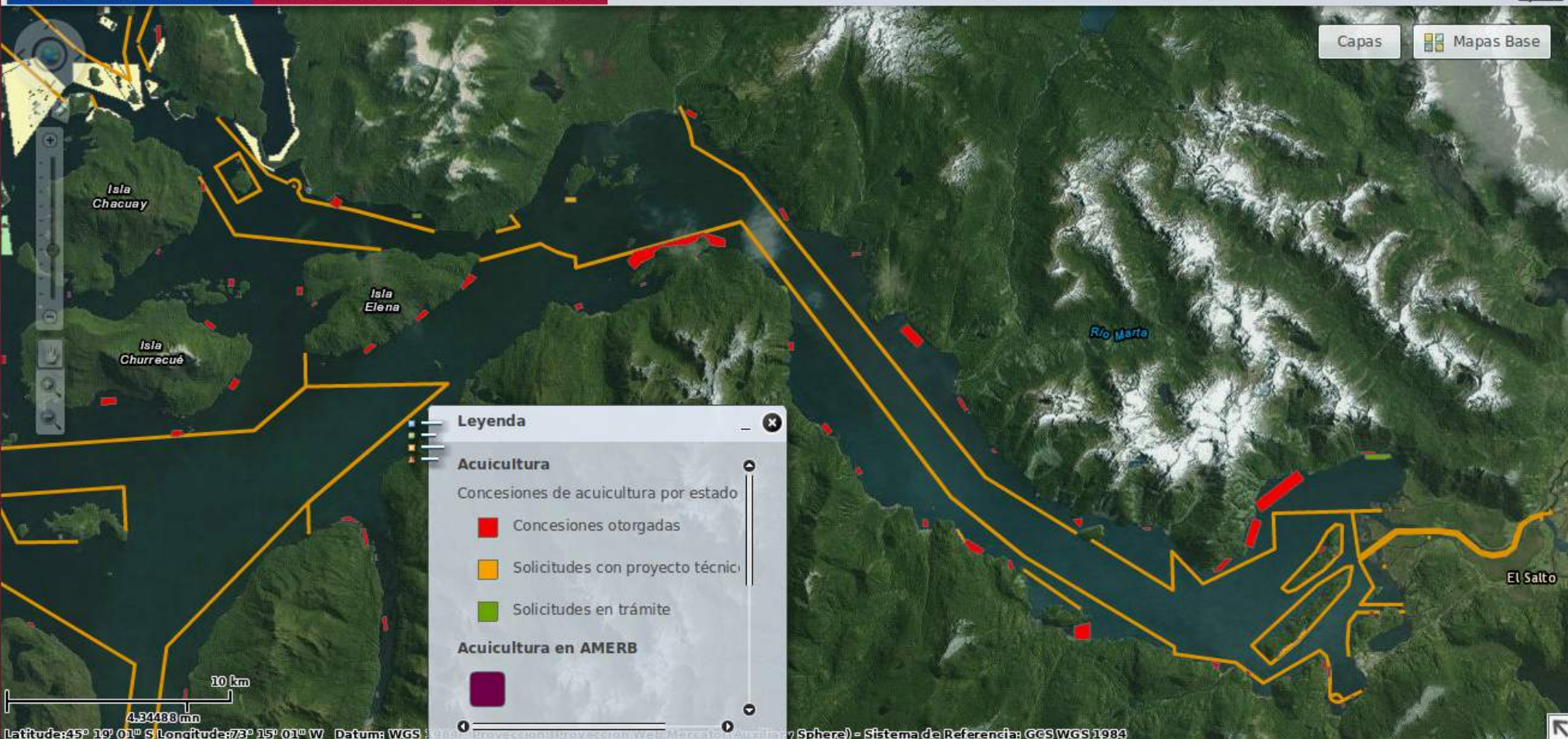
0 100%

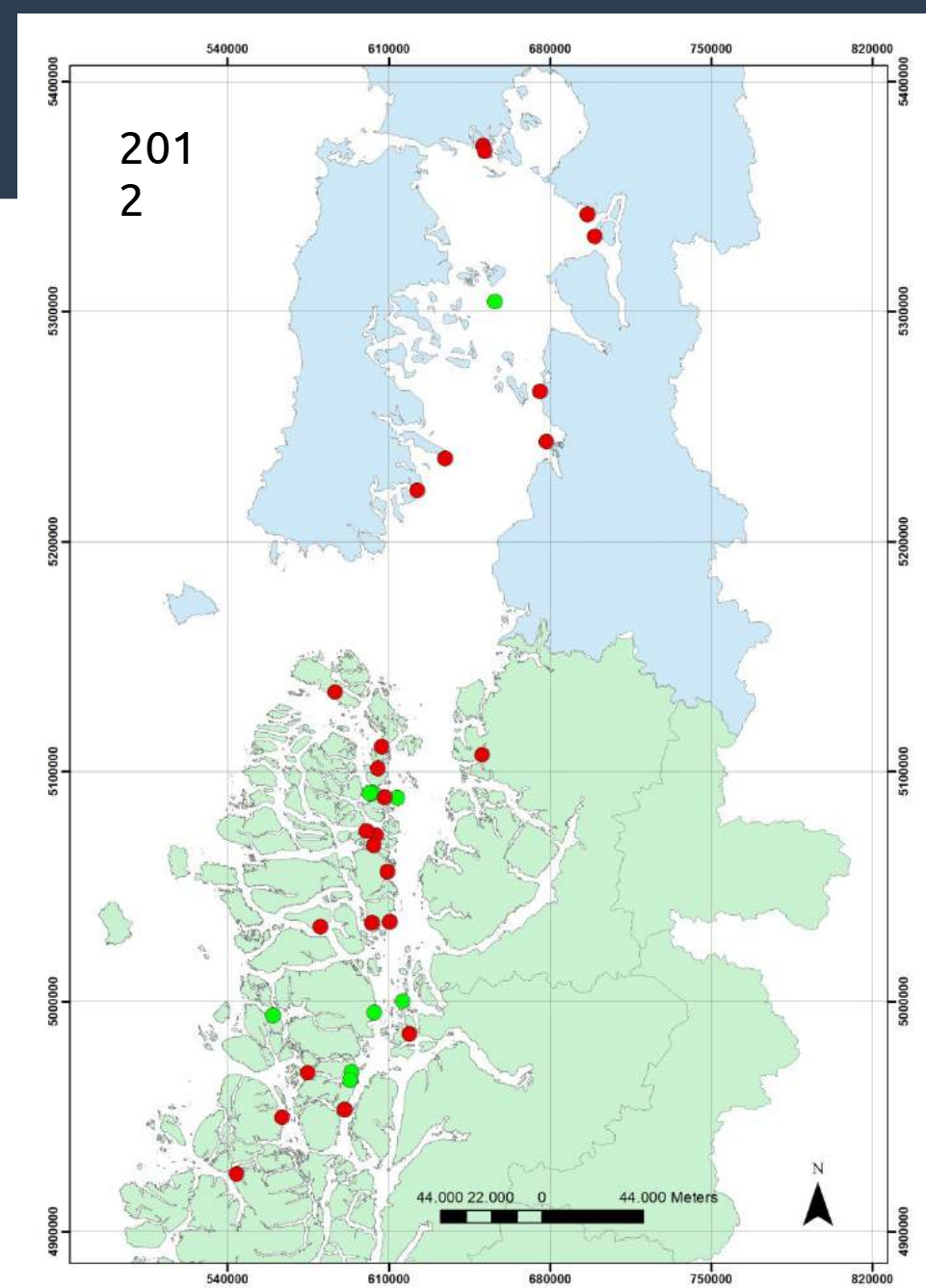
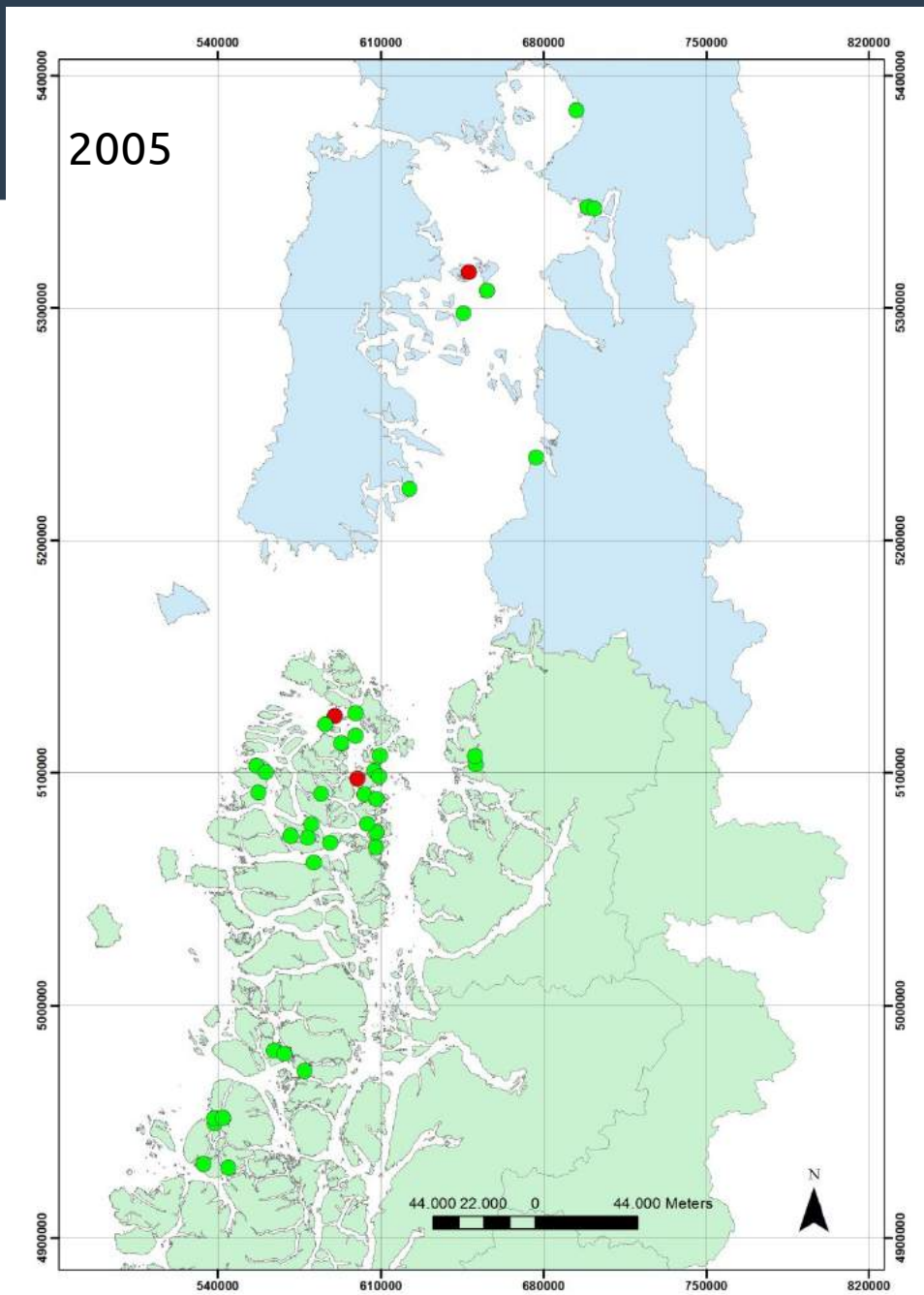
# VISUALIZADOR DE MAPAS

Aplicación de Visualización de Mapas de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

Sobre Ayuda

Capas Mapas Base





## Principales problemas de la acuicultura global

Para la FAO, los problemas y efectos negativos de la acuicultura a menudo incluyen:

- Crecientes demandas a la pesca por harina y aceite de pescado, principales componentes de las dietas de especies carnívoras y omnívoras.
- Demanda insostenible de semillas silvestres o juveniles para engorda.
- Alteración de hábitats interiores y costeros para la construcción de lagunas y sistemas de acuicultura.
- Enriquecimiento con nutrientes y materia orgánica de las aguas receptoras, que resulta en la acumulación de sedimentos anóxicos y la modificación de las comunidades bentónicas.
- Eutrofización de vías fluviales, lagos y zonas costeras.
- Liberación de productos químicos utilizados para controlar las condiciones del agua y las enfermedades.
- La competencia por y, en algunos casos, el agotamiento de los recursos como el agua.
- Efectos negativos de los organismos cultivados escapados (a menudo más relevante cuando se trata de especies exóticas).
- Reestructuración de los entornos biológicos y/o sociales.



### 31.- Límites de aceptabilidad:

La evaluación de las variables exigidas en las distintas categorías, deberán cumplir con los siguientes límites de aceptabilidad, para evaluar el centro en condición aeróbica. El no cumplimiento de cualquiera de los límites de aceptabilidad de una variable implicará que el centro de cultivo se encuentra en condición anaeróbica:

<b>Variable</b>	<b>Límite aceptabilidad</b>
Materia Orgánica	$\leq 9\%$
pH <sup>13</sup>	$\geq 7,1$
Eh (Redox)	$\geq 50$ mV
Oxígeno disuelto (1 m fondo)	$\geq 2,5$ mg/L
Registro visual	Ausencia de cubiertas de microorganismos visibles y/o burbujas de gas



**Noruega: Monitoreo ambiental y parámetros ( de acuerdo a la norma noruega 9410)**

Zona	Variabes o Características	Método de evaluación / factor	Puntuación Muestra según resultado	Ponderación Sitio y límites	Impacto y Monitoreo consecuente																										
Zona Local o Intermedia Investigación Tipo B Obligatoria para cada licenciatario	Grupo I: Presencia o ausencia de macroinfauna	Evaluación cualitativa del sedimento Presencia o Ausencia de macroinfauna	Presencia=0 Ausencia=1	Promedio de Grupo I de mínimo 10 muestras: <0,5=A; >0,5=4	Investigación B de acuerdo al Impacto Ambiental sobre el fondo: Si Grupo I=A y Grupo II&III=1, 2 ó 3 Impacto Ambiental=1, 2 ó 3 (Aceptable) 1=Monitoreo B cada 2 años 2=Monitoreo B cada 1 año 3=Monitoreo B 2 veces/año																										
	Grupo II : pH y Redox	Evaluación cuantitativa: medición a 1 cm dentro del sedimento	De acuerdo a rangos de pH y Redox se obtienen valores 0, 1, 2, 3, 4 y 5 en Tabla pH/Eh.	Promedio de todas las muestras genera el Condición del Sitio para el Grupo II	Si Grupo I=A y Grupo II&III=4 Condición Sitio=4 (Ante diferencias entre Grupo II y III, predomina puntuación Grupo II) Impacto Ambiental=Inaceptable																										
	Grupo III Evaluación Sensorial del Sedimento	Evaluación visual de color	Gris/pálido=0 Café/Negro=2 Sin Olor=0	Olor suave=2 Olor Fuerte=4	La suma de puntuaciones ("Suma corregida") de las muestras Grupo III genera la Condición del Sitio	Se obtiene la condición final del sitio promediando todos los valores promedio del Grupo I y el promedio del grupo II y III, para el total de muestras (Ante diferencias entre Grupo II y III, predomina puntuación Grupo II) Si Grupo I=4 y Grupo II&III=1 ó 2 Condición Sitio=1 ó 2 (Ante diferencias entre Grupo II y III, predomina puntuación Grupo II) Impacto Ambiental=Inaceptable Si Grupo I=4 y Grupo II&III=3 ó 4, Condición Sitio = 4 (Ante diferencias entre Grupo II y III, predomina puntuación Grupo II) Impacto Ambiental=Inaceptable																									
		Evaluación de olor	Consistencia Firme=0 Consistencia Suave=2 Sin consistencia=4	<1/4 llenado=0 1/4<llenado<3/4=1 Llenado>3/4=2	Finalmente, de acuerdo a la puntuación de las muestras del sitio se clasifican Impactos Ambientales de acuerdo a: Si el puntaje <1,1 Impacto Aceptable = 1 Si 1,1≤ puntaje <2,1 Impacto Aceptable = 2 Si 2,1≤ puntaje <3,1 Impacto Aceptable = 3 Si el puntaje >3,1 Impacto Inaceptable = 4																										
		Evaluación de consistencia	<2cm de mat. Orgánica=0 2cm<Mat. Orgánica<8cm=1 Mat. Orgánica>8cm=2	Para obtener puntaje de los parámetros del grupo III, se multiplican los puntajes por 0,22 para obtener el puntaje de cada muestra (suma corregida)																											
		Volumen de sedimento en la draga (Área mín:200 cm2)																													
		Evaluación de Burbujas sobre el sedimento																													
		Acumulación Materia Orgánica sobre el sedimento (corer transparente)																													
Zona Regional Investigación Tipo C Discrecional de la Autoridad	Análisis Macroinfauna en el sedimento	Análisis Cualitativo y Cuantitativo de Macroinfauna >1mm	Al menos 20 especies de macrofauna y ninguna especie contribuye más del 65% del número total de individuos	Condición ambiental=1																											
			5 a 19 especies de macroinfauna. Más de 20 individuos por muestra y ninguna especie contribuye con más del 90% del número total de individuos	Condición ambiental=2																											
			1 a 4 especies de macroinfauna. Sin macroinfauna	Condición ambiental=3 Condición ambiental=4 (Inaceptable)																											
			Al menos 20 especies de macrofauna y ninguna especie contribuye más del 65% del número total de individuos	Condición ambiental=1																											
Zona Regional Investigación Tipo C Discrecional de la Autoridad	Análisis Macroinfauna en el sedimento	Análisis Cualitativo y Cuantitativo de Macroinfauna >1mm	5 a 19 especies de macroinfauna. Más de 20 individuos por muestra y ninguna especie contribuye con más del 90% del número total de individuos	Condición ambiental=2																											
			1 a 4 especies de macroinfauna. Sin macroinfauna	Condición ambiental=3 Condición ambiental=4 (Inaceptable)																											
			Análisis químico de sedimento Nitrógeno Total Fósforo Zinc Cobre	Umbrales de acuerdo a SFT "Classification of Fjords and coastal waters. Guidelines" Molvaer et al. 1997																											
					<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Parámetros</th> <th colspan="3">Clasificación ( según Molvaer )</th> </tr> <tr> <th>I - Muy bueno</th> <th>II - Bueno</th> <th>III - Aceptable</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agua profunda (T° 6°C y 33%)</td> <td>Oxígeno (ml O<sub>2</sub>/l)</td> <td>&gt;4,5</td> <td>4,5 - 3,5</td> <td>3,5 - 2,5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Oxígeno Saturación (%)</td> <td>&gt;65</td> <td>65 - 50</td> <td>50 - 35</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Índice Shannon-Wiener index (H')</td> <td>&gt;4</td> <td>4,5 - 3,5</td> <td>3,5 - 2,5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Carbono Orgánico (mg/g)</td> <td>&lt;20</td> <td>20-27</td> <td>27-34</td> </tr> </tbody> </table>			Parámetros	Clasificación ( según Molvaer )			I - Muy bueno	II - Bueno	III - Aceptable	Agua profunda (T° 6°C y 33%)	Oxígeno (ml O <sub>2</sub> /l)	>4,5	4,5 - 3,5	3,5 - 2,5		Oxígeno Saturación (%)	>65	65 - 50	50 - 35		Índice Shannon-Wiener index (H')	>4	4,5 - 3,5	3,5 - 2,5		Carbono Orgánico (mg/g)
Parámetros	Clasificación ( según Molvaer )																														
	I - Muy bueno	II - Bueno	III - Aceptable																												
Agua profunda (T° 6°C y 33%)	Oxígeno (ml O <sub>2</sub> /l)	>4,5	4,5 - 3,5	3,5 - 2,5																											
	Oxígeno Saturación (%)	>65	65 - 50	50 - 35																											
	Índice Shannon-Wiener index (H')	>4	4,5 - 3,5	3,5 - 2,5																											
	Carbono Orgánico (mg/g)	<20	20-27	27-34																											
Análisis granulométrico	Proporción relativa de Arcilla, Limo, Arena y Grava (Norma Noruega 9423)																														
Evaluación Sensorial del Sedimento	Igual que en Investigación Tipo B																														



Las actividades antropogénicas tales como la contaminación orgánica (acuicultura), la modificación de los hábitats costeros y la sobreexplotación pesquera tienen un impacto negativo sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Rice, 2003; Diaz et al. 2004).

Es más, la sostenibilidad ambiental de los ambientes costeros constituye una prioridad en las regulaciones internacionales (WFD; Directive 2000/60/EC, OSPAR-HELCOM Conventions, ICES) para lo cual, se han propuesto nuevas metodologías con el fin de **evaluar la calidad ecológica (EcoQ)** de los ambientes bentónicos (Pinto et al., 2009).

En este contexto, la adopción de una visión holística para el manejo ecosistémico de los recursos biológicos bentónicos, considerando los organismos y sus hábitats, resulta esencial para proponer adecuadas medidas de conservación y manejo.



## metodologías para evaluar la calidad ecológica de los hábitat bentónicos en particular de los fondos blandos

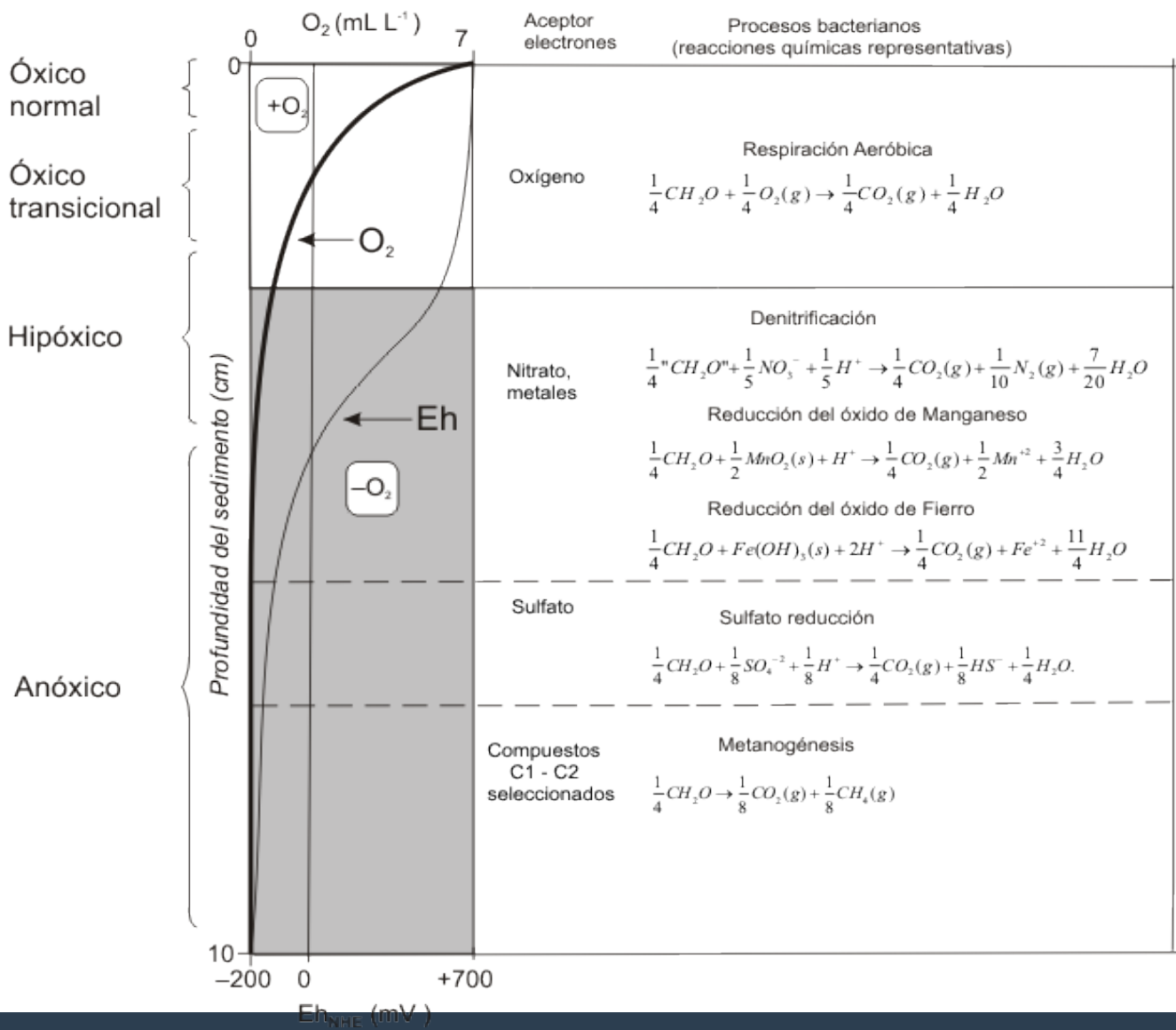
- 1) variables biogeoquímicas del sedimento (Hargrave et al., 2008)
- 2) atributos ecológicos asociados a gradientes de contaminación orgánica (Pearson & Rosenberg, 1978)
- 3) modelos estadísticos basados en índices bióticos (Borja et al., 2000)
- 4) La estructura de tamaños (espectros de tamaño-biomasa) de los organismos bentoónicos (Sprules & Munawar, 1986).

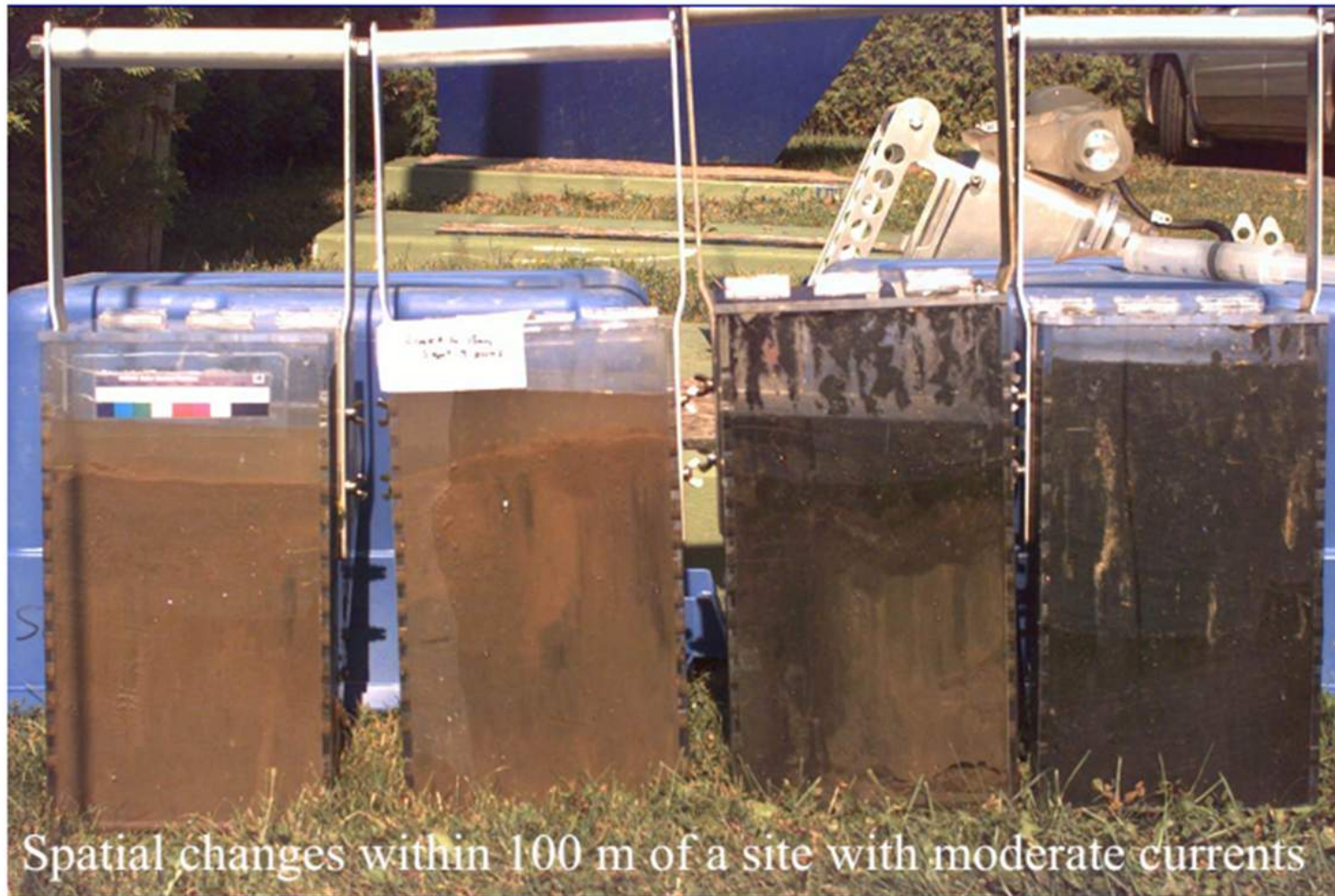




1) variables biogeoquímicas del sedimento (Hargrave et al., 2008)







Spatial changes within 100 m of a site with moderate currents

+100 m

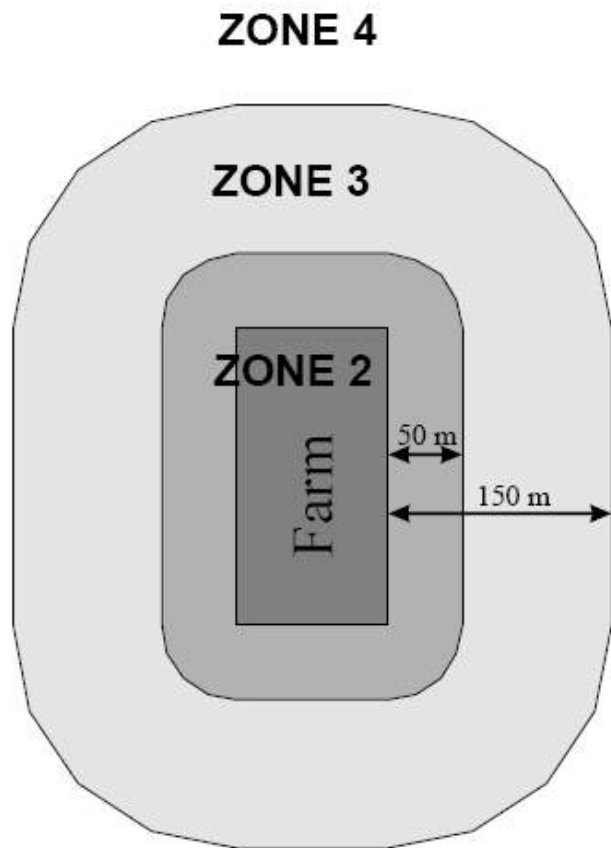
+50 m

+25 m

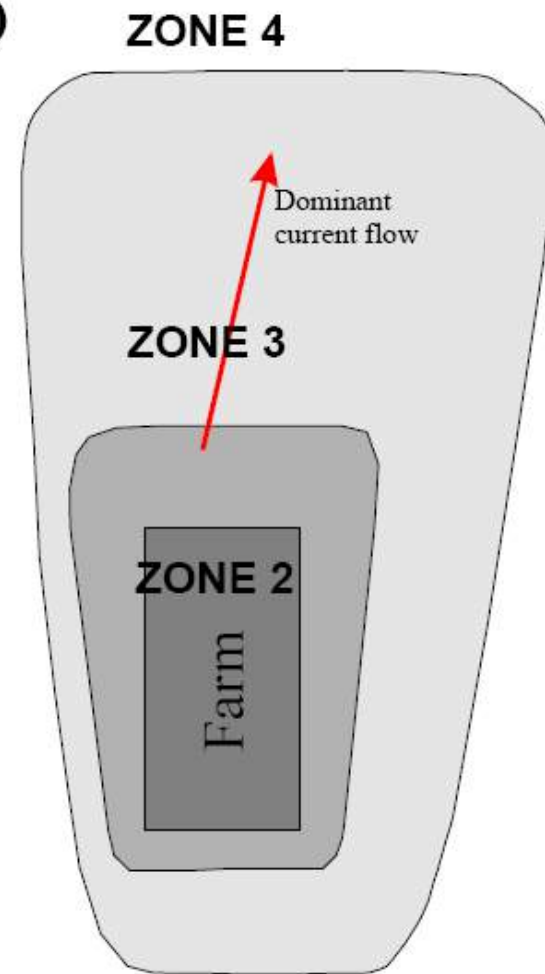
0 m cage edge



(A)



(B)



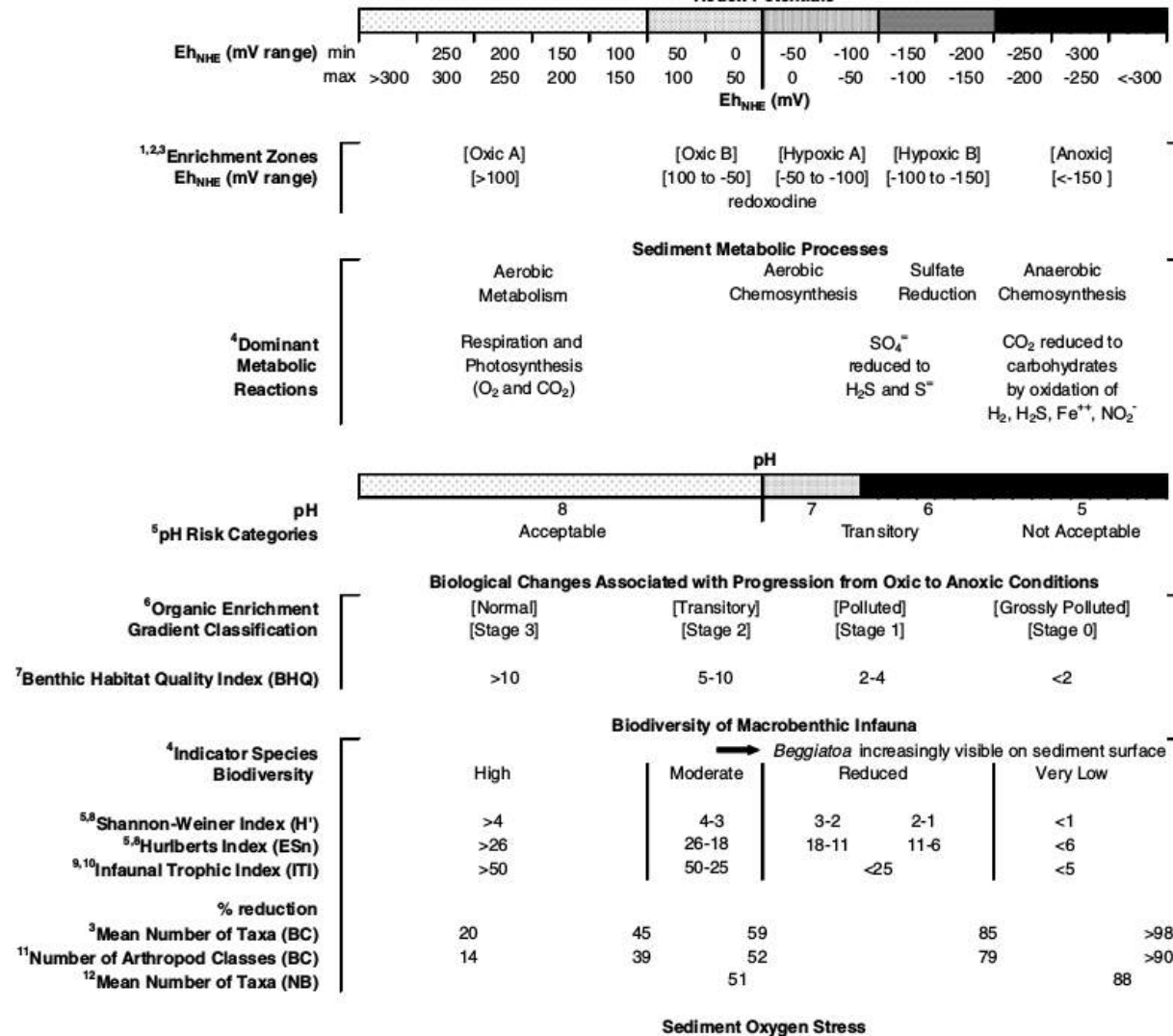
## Towards a classification of organic enrichment in marine sediments based on biogeochemical indicators

B.T. Hargrave<sup>a,\*</sup>, M. Holmer<sup>b</sup>, C.P. Newcombe<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Ecosystem Research Division, Fisheries and Oceans Canada, Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, Nova Scotia, Canada B2Y 4A2

<sup>b</sup>Institute of Biology, University of Southern Denmark, Campusvej 55, 5230 Odense M, Denmark

<sup>c</sup>2664 Orchard Avenue, Victoria, British Columbia, Canada V8S 3B3



Towards a classification of organic enrichment in marine sediments based on biogeochemical indicators

B.T. Hargrave<sup>a,\*</sup>, M. Holmer<sup>b</sup>, C.P. Newcombe<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Ecosystem Research Division, Fisheries and Oceans Canada, Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, Nova Scotia, Canada B2Y 4A2  
<sup>b</sup>Institute of Biology, University of Southern Denmark, Campusvej 55, 5230 Odense M, Denmark  
<sup>c</sup>2664 Orchard Avenue, Victoria, British Columbia, Canada V8S 3B5

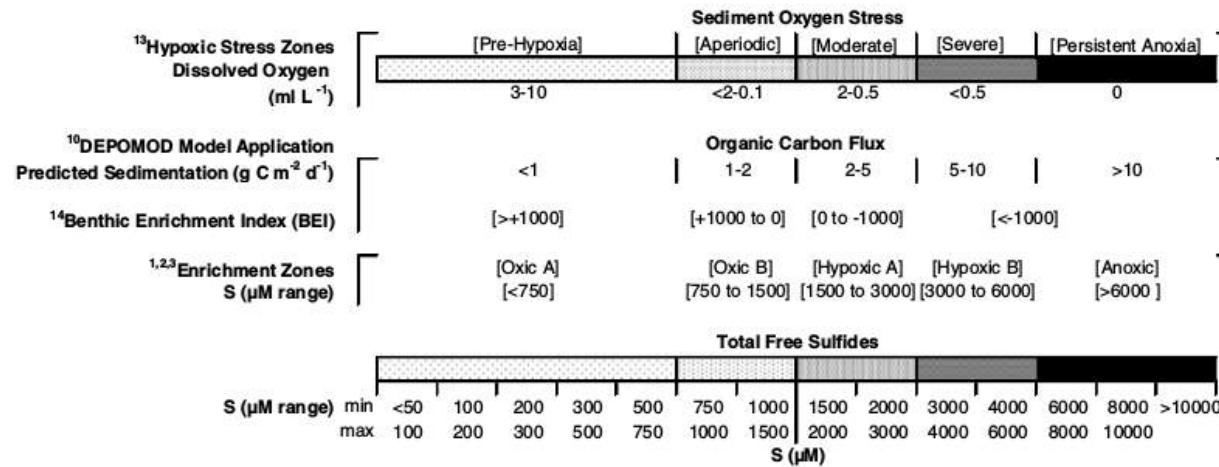
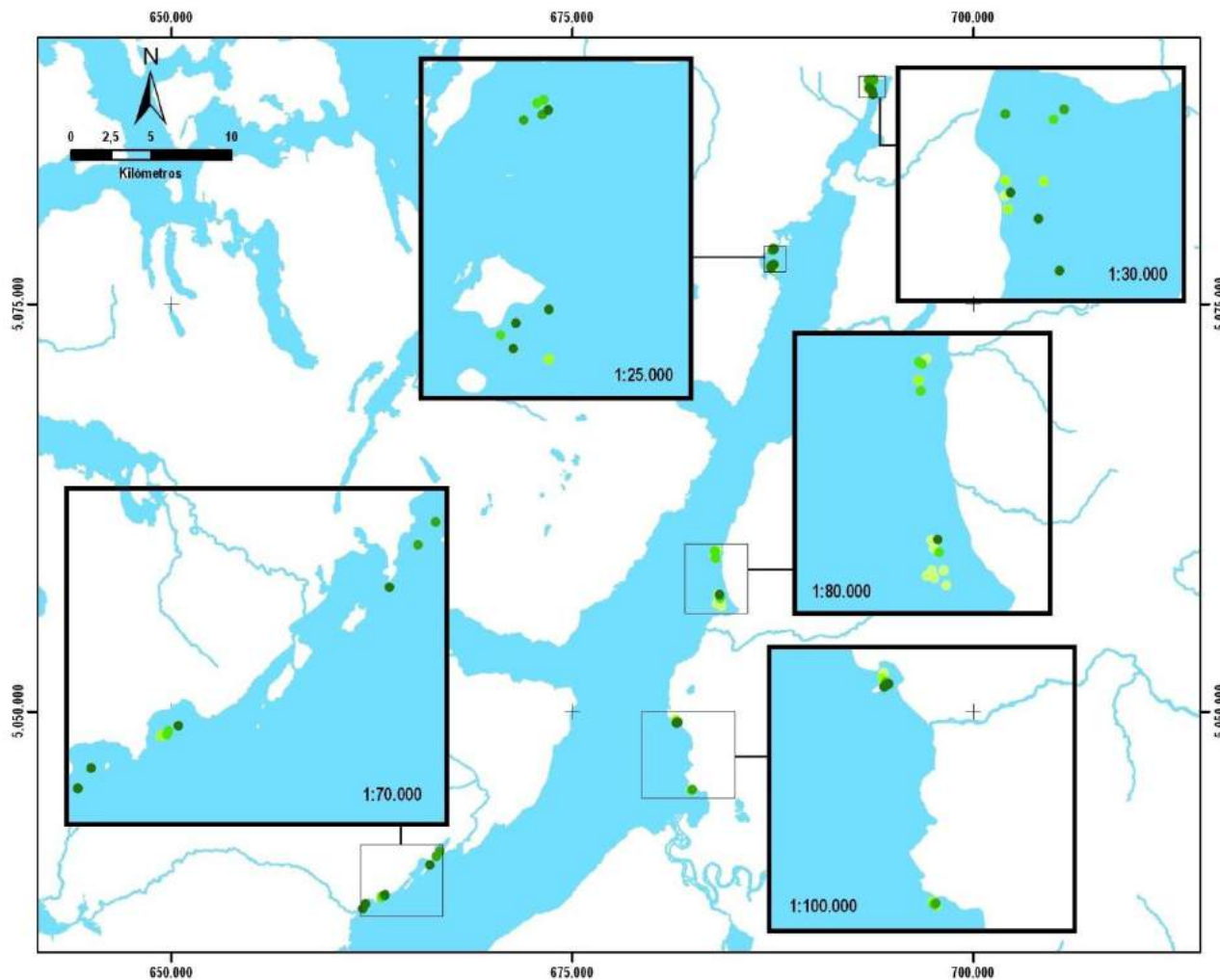


Fig. 5. Nomogram for benthic organic enrichment zonation based on  $E_{\text{NHE}}$  potentials, and total free  $\text{S}^{2-}$  derived from data in Wildish et al. (2001)<sup>1</sup>, Brooks (2001)<sup>2</sup> and Brooks et al. (2003)<sup>3</sup>. Dominant aerobic and anaerobic benthic metabolic processes in different enrichment zones as related to the sulfur cycle in marine sediments are described in Fig. 1 and Holmer et al. (2005)<sup>4</sup>. pH risk categories from Schaanning and Hansen (2005)<sup>5</sup>. The organic enrichment gradient classification is described by Pearson and Rosenberg (1978)<sup>6</sup> and a benthic habitat quality (BHQ) index is based on sediment profile imaging of surface and subsurface sediment structures and mean depth of the apparent redox potential discontinuity (redoxocline) from Nilsson and Rosenberg (1997)<sup>7</sup>. Macrobenthic infauna biodiversity using Shannon–Weiner and Hulberts indices are summarized from Hansen et al. (2001)<sup>8</sup> and Schaanning and Hansen (2005)<sup>5</sup>. Infaunal trophic index values summarized from Cromey et al. (2002)<sup>9</sup> and Chamberlain and Stucchi (2007)<sup>10</sup>. Reduction in macrofauna taxa expressed as percent decrease from the mean number at reference stations ( $n = 49$ ) in the Broughton Archipelago (BC) derived using the regression [number of taxa =  $89.8 - 21.9 * \log_{10}(S)$ ] from Brooks and Mahnken (2003)<sup>3</sup> (data shown in Fig. 4A). Reduction in number of arthropod classes expressed as percent decrease from the calculated maximum number ( $n = 6.4$ ) at a mean S concentration of  $100 \mu\text{M}$  using the regression [number of classes =  $12.07 - 2.84 * \log(S)$ ] from Sutherland et al. (2006)<sup>11</sup>. Data from reference and farm sites in Limekiln Bay (2000) southwestern Bay of Fundy (total number of taxa in L’Etang inlet in 2000,  $n = 76$ ) from Wildish et al. (2004)<sup>12</sup>. Hypoxic stress zones related to dissolved oxygen concentrations are from a conceptual model of hypoxic effects on benthic community structure described in Diaz and Rosenberg (1995)<sup>13</sup>. DEPOMOD predicted organic carbon flux from Chamberlain and Stucchi (2007)<sup>10</sup>. Benthic enrichment index (BEI) derived from  $E_{\text{NHE}}$ , S, water content and organic carbon in surface (0–2 cm) sediments (Hargrave, 1994; Hargrave et al., 1997)<sup>14</sup>.



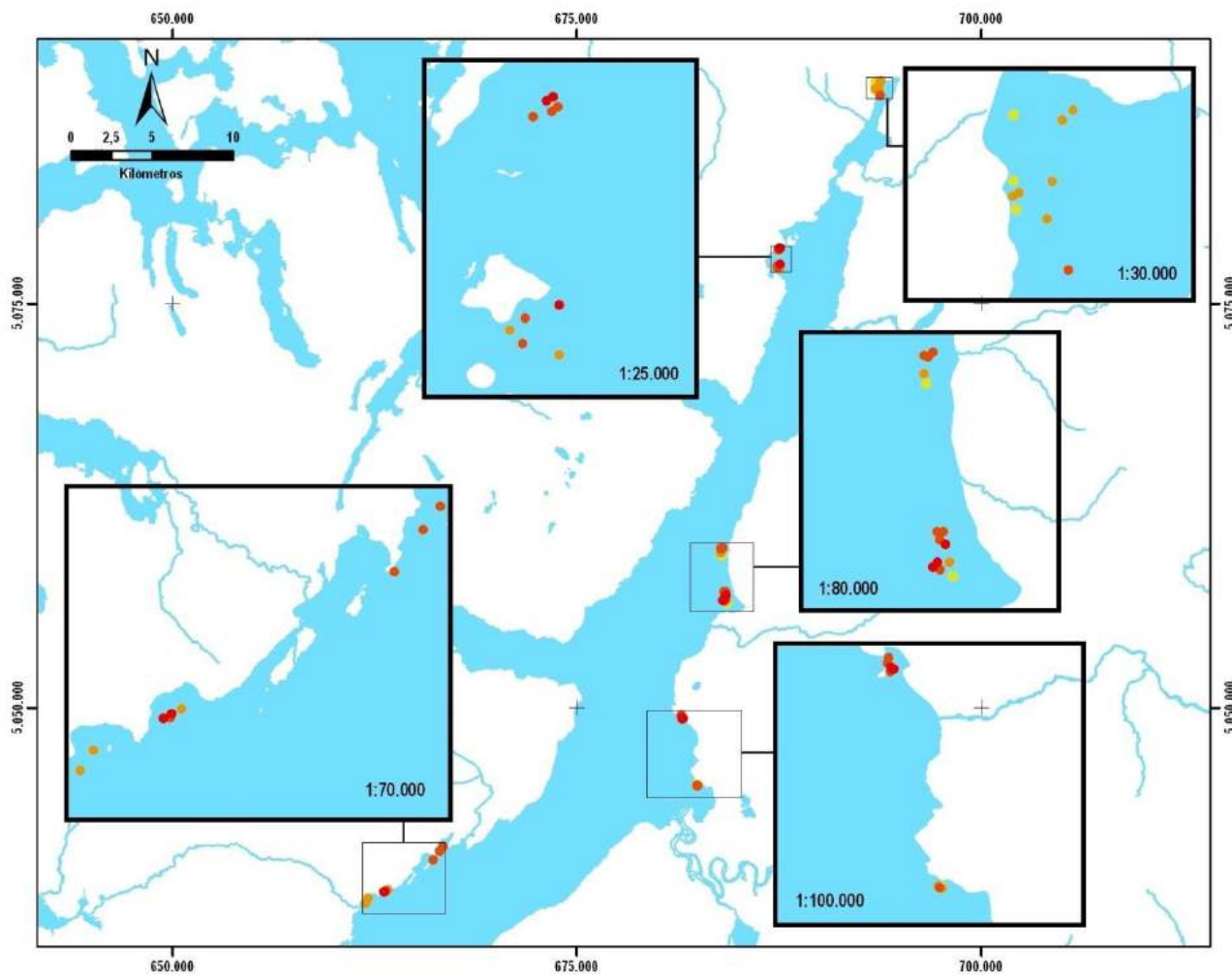
**CONTENIDO MATERIA ORGÁNICA**

- 2 - 4 %
- 4 - 6 %
- 6 - 8 %
- 8 - 10 %
- 10 - 12 %

**DATOS CARTOGRÁFICOS**

PROYECCIÓN	ZONA	ESCALA	FECHA
UTM WGS_84	18 Sur	1:325.000	Septiembre 2009





**POTENCIAL DE OXIDO-REDUCCIÓN**

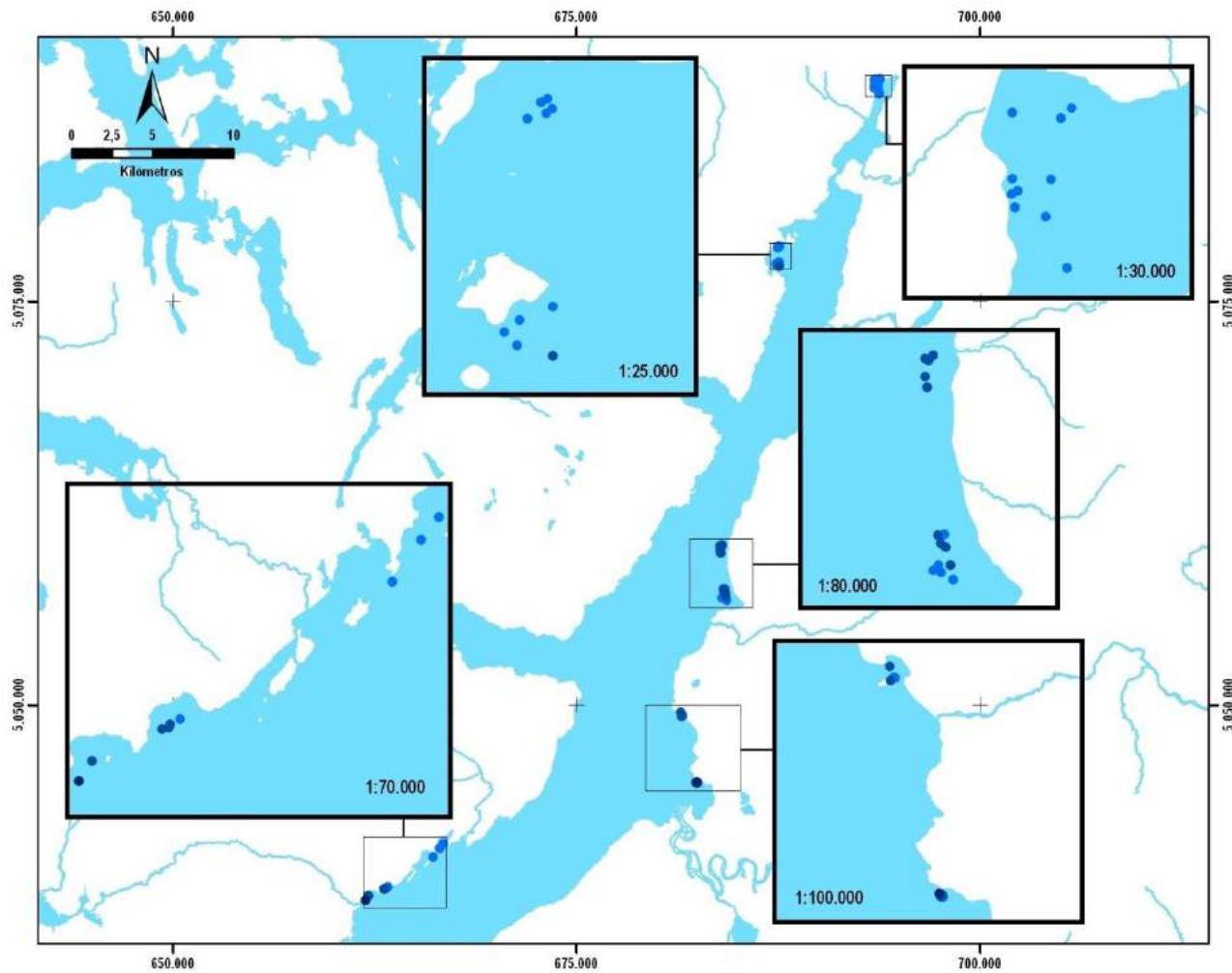
- -300 a -400 mV
- -200 a -300 mV
- -100 a -200 mV
- 0 a -100 mV

**DATOS CARTOGRÁFICOS**

PROYECCIÓN	ZONA	ESCALA	FECHA
UTM WGS_84	18 Sur	1:325.000	Septiembre 2009







#### CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO SUPRAYACENTE

- 0 a 2 m/L/L
- 2 a 3 m/L/L
- 3 a 4 m/L/L
- 4 a 6 m/L/L

#### DATOS CARTOGRÁFICOS

PROYECCIÓN	ZONA	ESCALA	FECHA
UTM WGS_84	18 Sur	1:325.000	Septiembre 2009

## Sitio

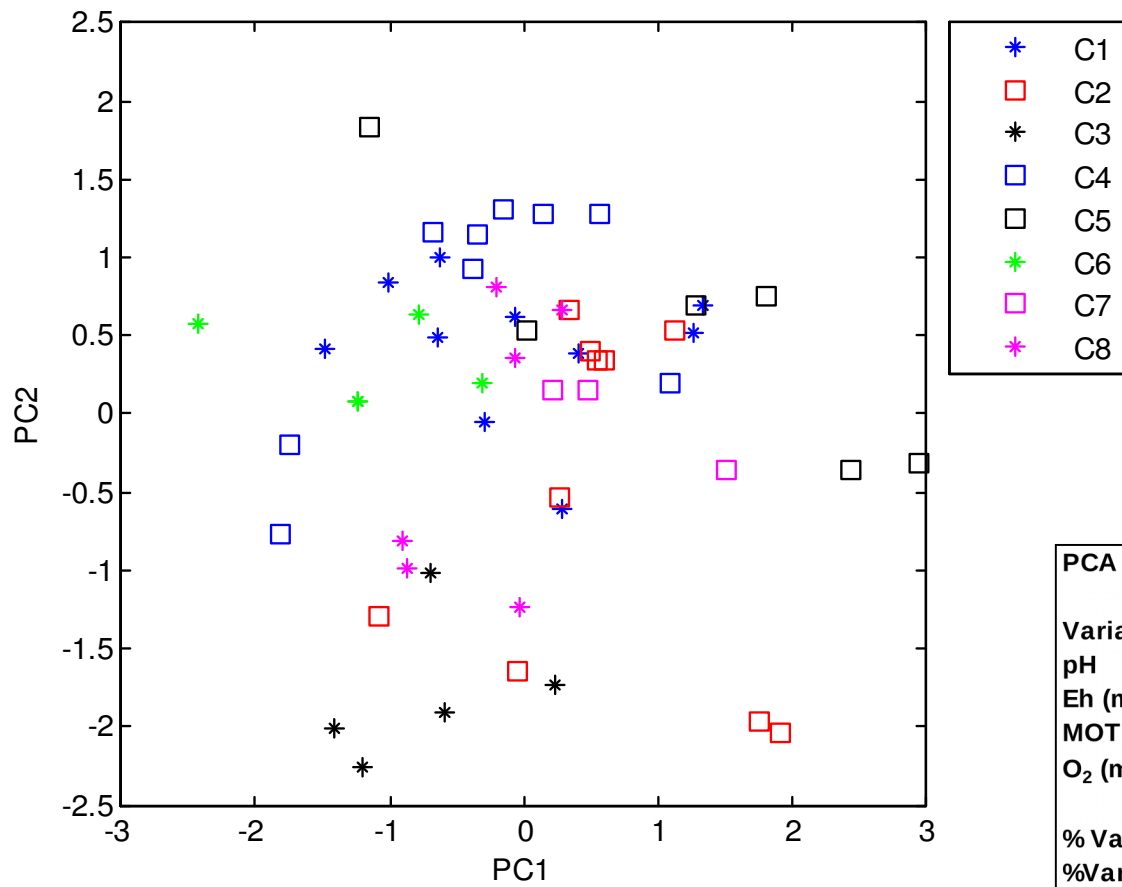
## Variable

---

<b>Balsa Jaula</b>	Sulfuro ( $\mu\text{M}$ )	TOM (%)	$\text{Eh}_{\text{NHE}}$ (mV)
Promedio	558.3	8.2	-22.2
Rango	4.1 - 3019	2.94 - 16.4	-150 - +162
<b>Control</b>			
Promedio	336.5	7.2	65.3
Rango	5.2 - 1208	3.90 - 12.0	-2 - +164

---





**PCA - 4 variables consideradas en el calculo de ICF**

Variables	PC1	PC2	PC3	PC4
pH	-0.107	0.916	-0.382	-0.051
Eh (mV)	-0.579	-0.270	-0.399	-0.658
MOT (%)	0.533	-0.263	-0.795	0.122
O <sub>2</sub> (mL/L)	-0.608	-0.134	-0.250	0.742
% VarExpl	31.1	25.4	22.3	21.2
%VarAcum	31.1	56.5	78.8	100.0



2) atributos ecológicos asociados a gradientes de contaminación orgánica (Pearson & Rosenberg, 1978)





**Primera fila:** *Cistenides ehlersi*, Polynoidae, Cirratulidae, Hesionidae, Sphaerodoridae.

**Segunda fila:** *Ampharete kerguelensis*, Phyllodocidae, *Exogone* sp., *Aonides* sp., *Aricidea* sp., *Levinsenia* sp.

**Tercera fila:** *Caecum chilensis*, *Thyasira delicata*, Bivalvia sp., Tindariidae sp., Nuculidae sp., *Gomezia serrata*.

**Cuarta fila:** Sipunculidea sp., Nemertina sp., Priapulidae sp., Ophiuroidea sp., Pseudocumatidae sp., Bodotriidae sp., Amphipoda sp.

\*las taxa corresponden a las indicadas de izquierda a derecha en la figura.

*Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 1978, **16**, 229–311  
Harold Barnes, Ed.  
Aberdeen University Press

## MACROBENTHIC SUCCESSION IN RELATION TO ORGANIC ENRICHMENT AND POLLUTION OF THE MARINE ENVIRONMENT

T. H. PEARSON

*Dunstaffnage Marine Research Laboratory, Oban, Argyll, Scotland*

and

RUTGER ROSENBERG

*Swedish Water and Air Pollution Research Laboratory, Gothenburg, Sweden*

*Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 1995, **33**, 245–303  
© A. D. Ansell, R. N. Gibson and Margaret Barnes, Editors  
UCL Press

## MARINE BENTHIC HYPOXIA: A REVIEW OF ITS ECOLOGICAL EFFECTS AND THE BEHAVIOURAL RESPONSES OF BENTHIC MACROFAUNA

ROBERT J. DIAZ & RUTGER ROSENBERG

*Virginia Institute of Marine Science, School of Marine Science,  
College of William and Mary, Gloucester Point, VA 23062, USA  
and Göteborg University, Kristineberg Marine Research Station,  
450 34 Fiskebäckskil, Sweden*

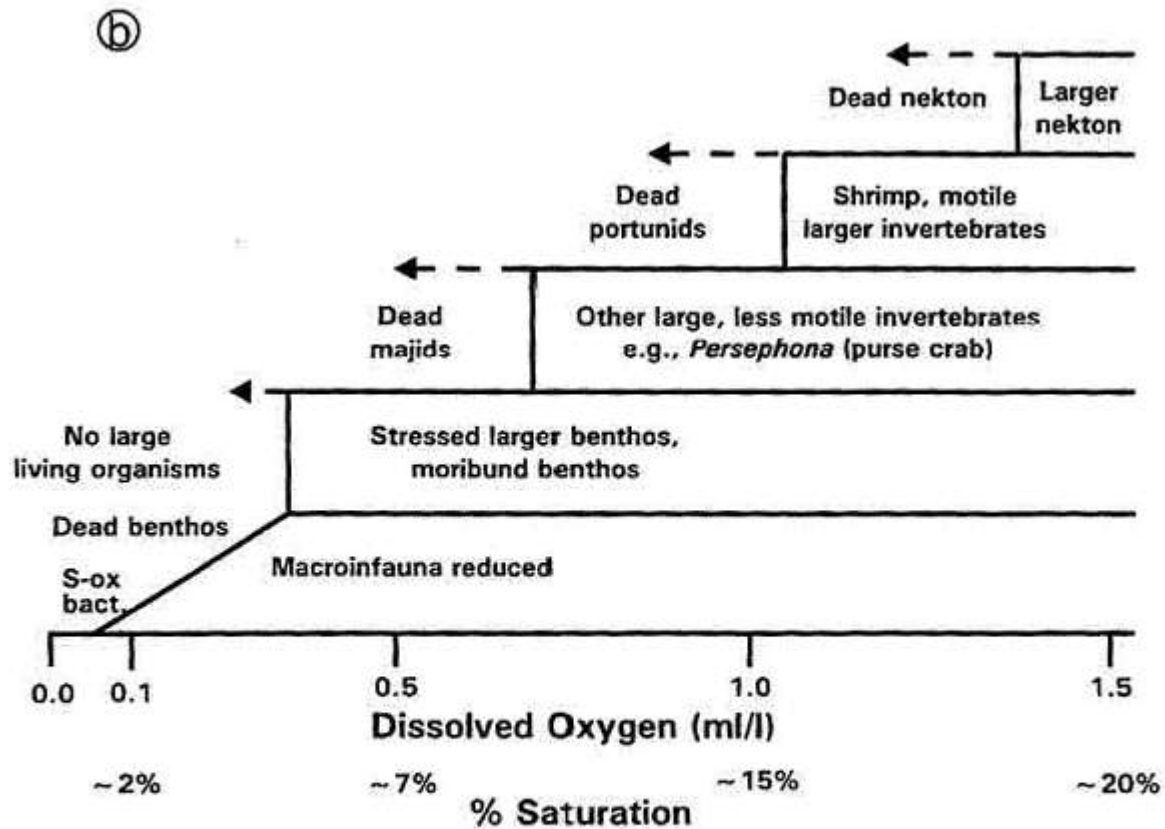


Figure 5 (a) Estimated decline in biomass (curve) and timing of macrobenthos elimination during the 1983 Gulf of Trieste hypoxic event (modified from Stachowitsch 1991). (b) Graded response of nekton, megafauna and infauna to declining oxygen concentrations (modified from Rabalais in preparation).

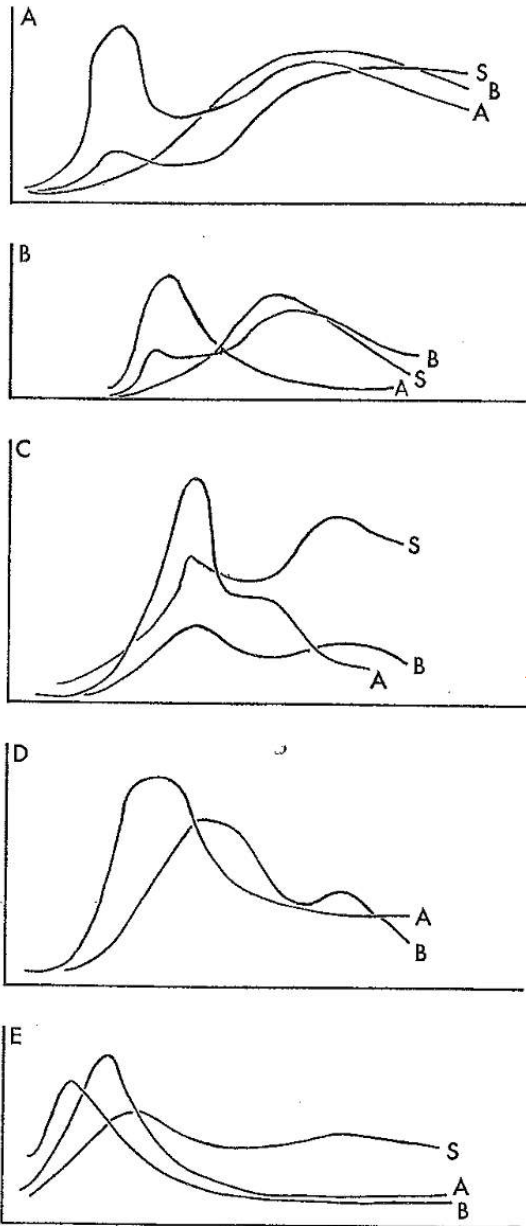


Fig. 1.—Species—abundance—biomass (SAB) curves along a decreasing gradient of organic enrichment from left to right: based on data given for A, Saltkällefjord, Sweden (Rosenberg, 1976a); B, Loch Creran, Scotland (Pearson & Stanley, in prep.); C, Fraser River Estuary, British Columbia (Otte & Levings, 1975); D, Cortiou, France (Bellan & Bellan-Santini, 1972); E, Kiel Bay, Germany (Anger, 1975a).

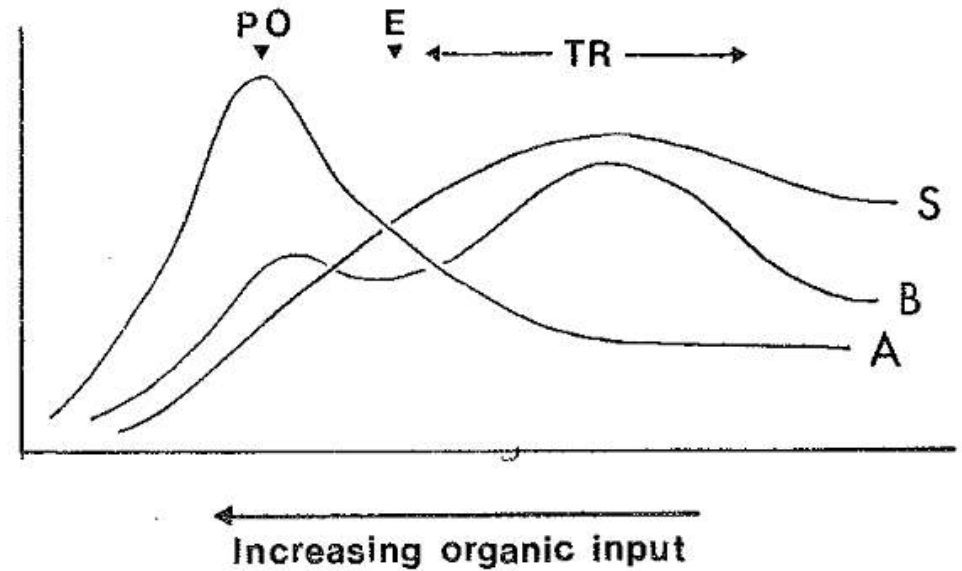


Fig. 2.—Generalized SAB diagram, based on previous figure, of changes along a gradient of organic enrichment: S, species numbers; A, total abundance; B, total biomass; PO, peak of opportunists; E, ecotone point, TR, transition zone.



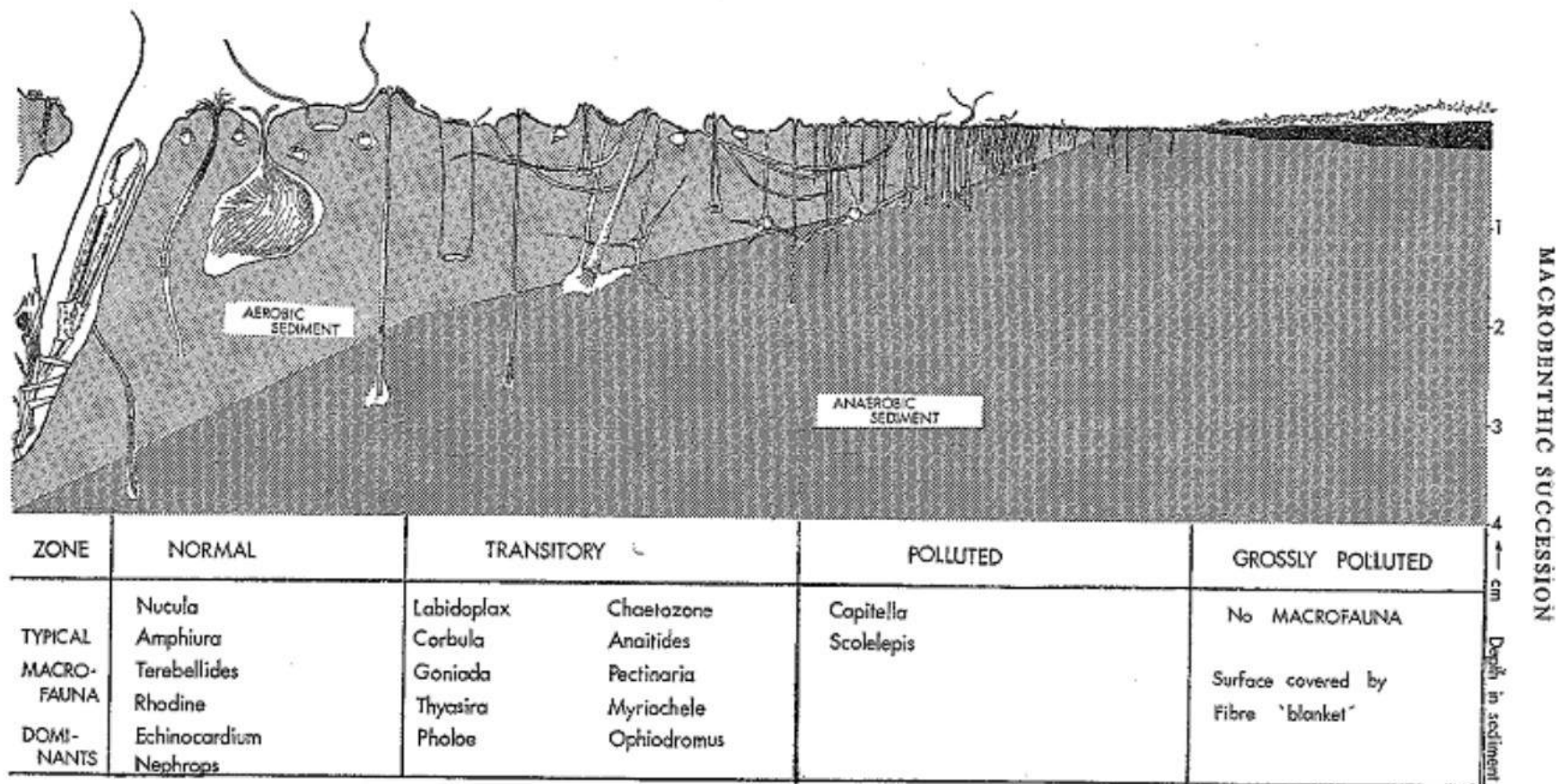


Fig. 15.—Diagram of changes in fauna and sediment structure along a gradient of organic enrichment (from Pearson & Rosenberg, 1976).

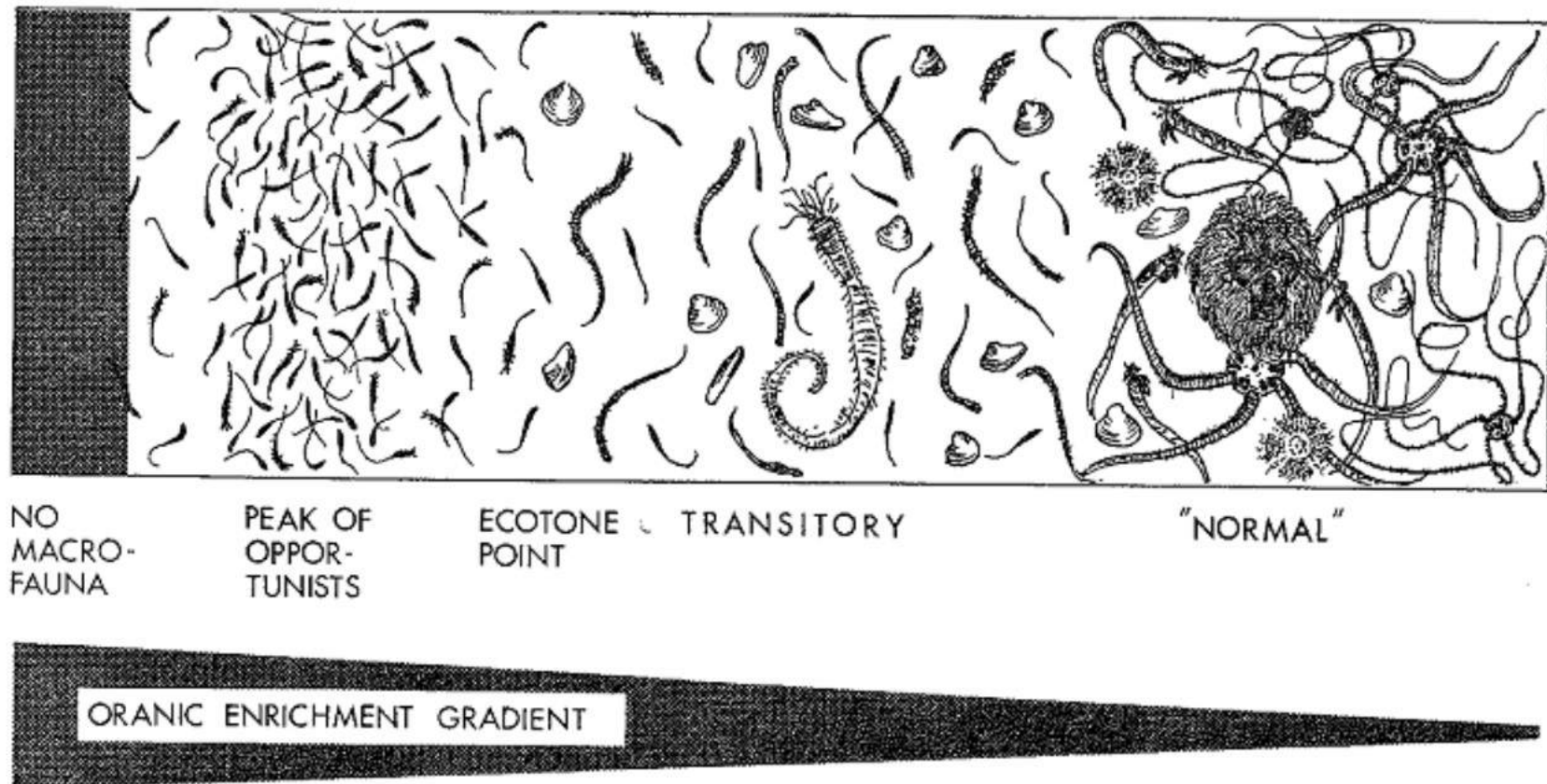
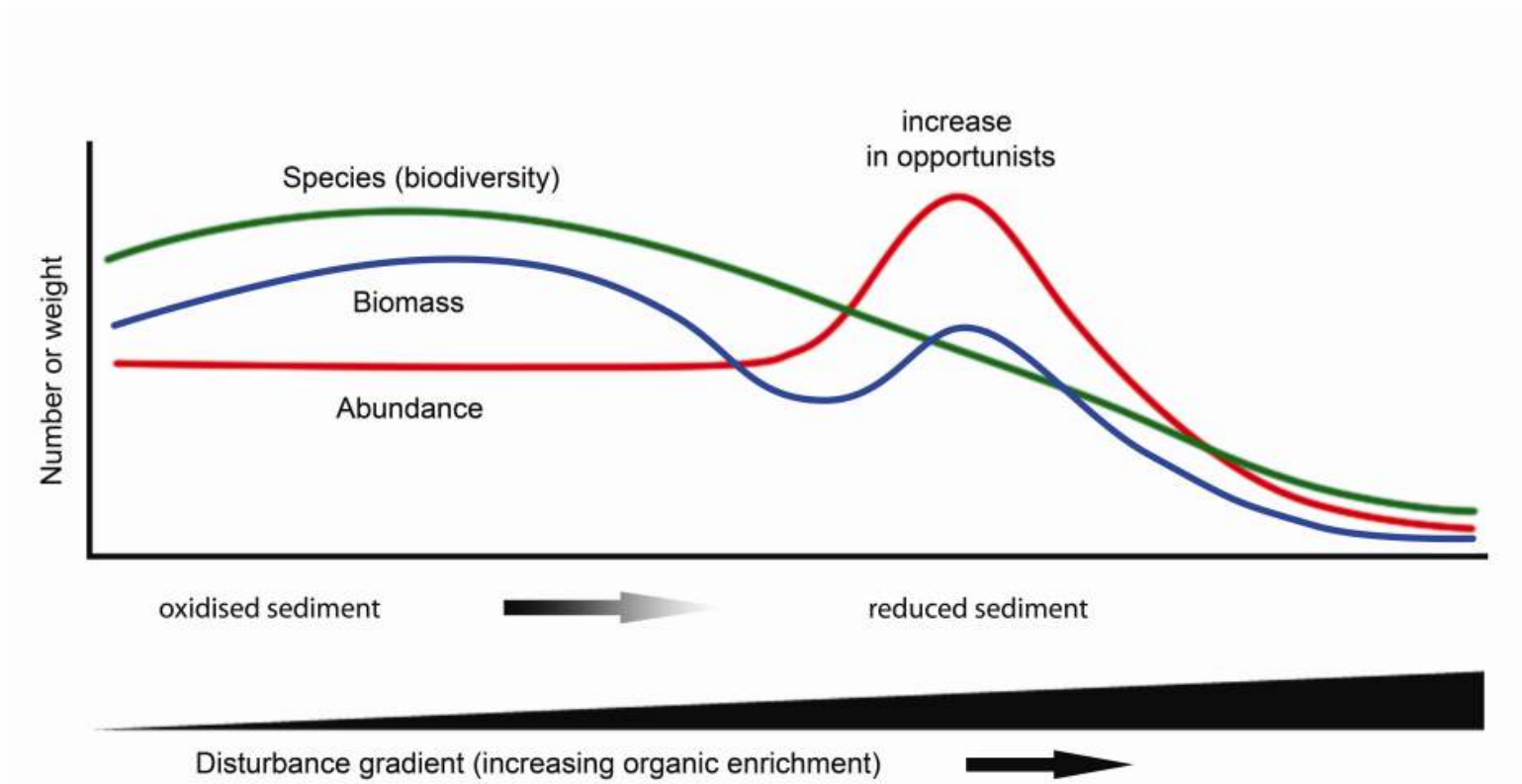
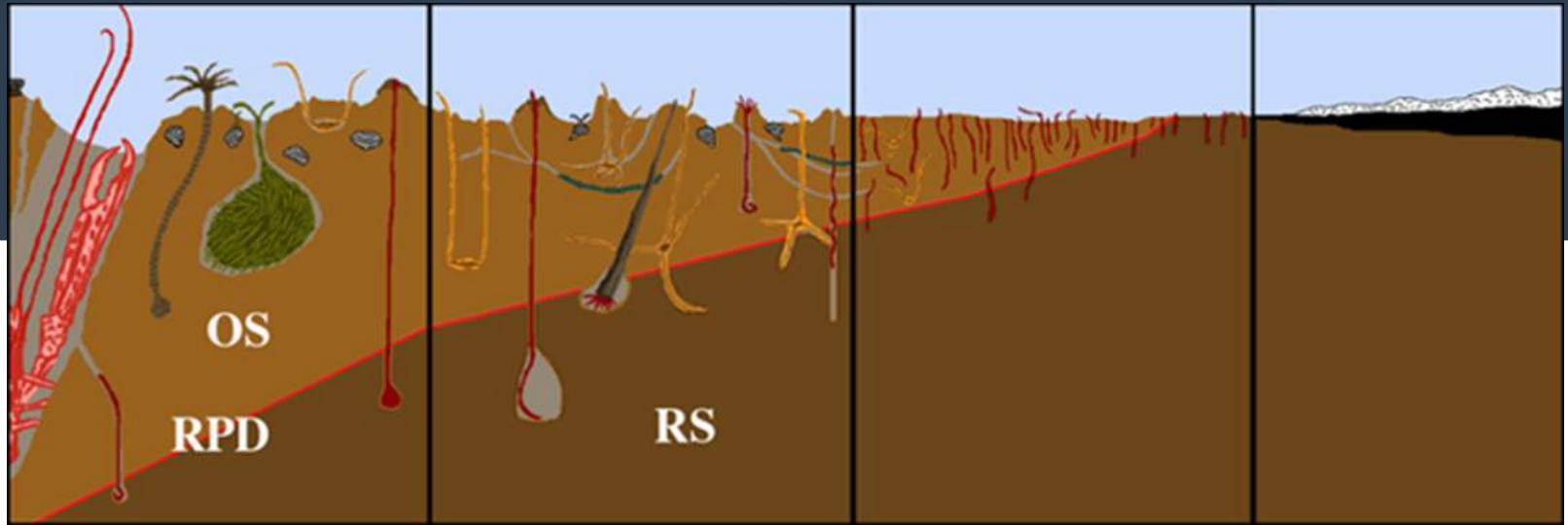


Fig. 20.—Diagrammatic representation of changes in abundance and species types occurring along a generalized organic enrichment gradient.



# Organic enrichment and structure of macrobenthic communities in the glacial Baker Fjord, Northern Patagonia, Chile

EDUARDO QUIROGA<sup>1</sup>, PAULA ORTIZ<sup>2</sup>, DIETER GERDES<sup>3</sup>, BRIAN REID<sup>2</sup>, SORAYA VILLAGRAN<sup>2</sup>  
AND RENATO QUIÑONES<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), Escuela de Ciencias del Mar, Casilla 1020, Valparaíso, Chile, <sup>2</sup>Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), Bilbao 449, Coyhaique, Chile, <sup>3</sup>Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Columbusstrasse, D-27568 Bremerhaven, Germany, <sup>4</sup>Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental (COPAS), Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile

**Table 3.** Macrofaunal community parameters obtained from three stations in the Baker Fjord; no data available for Station S1 in the September campaign 2008.

Station	Date	S	N (ind m <sup>-2</sup> )	B (gC m <sup>-2</sup> )	(ES <sub>[10]</sub> )	H'	H'/max	J'	D
River mouth									
S1	28.06.2008	22 (±8)	14034 (± 8439)	1.56 (±0.92)	4.48 (±0.64)	2.48 (±0.38)	3.04 (±0.42)	0.57 (±0.10)	0.72 (±0.07)
S2	29.06.2008	29 (±1)	10184 (± 1016)	0.38 (±0.26)	5.08 (±0.09)	2.93 (±0.05)	3.38 (±0.04)	0.60 (±0.01)	0.81 (±0.01)
S2	08.09.2008	14 (±4)	650 (± 567)	0.21 (±0.24)	5.57 (±0.91)	2.94 (±0.33)	2.59 (±0.28)	0.79 (±0.11)	0.82 (±0.07)
S1	26.11.2008	23 (±3)	12684 (± 4504)	1.14 (±0.62)	3.16 (±0.52)	1.64 (±0.35)	3.11 (±0.13)	0.36 (±0.07)	0.46 (±0.11)
S2	28.11.2008	25 (±4)	6084 (± 1895)	0.39 (±0.18)	4.93 (±0.58)	2.81 (±0.32)	3.20 (±0.18)	0.61 (±0.04)	0.79 (±0.05)
S1	23.02.2009	28 (±3)	17831 (± 9054)	0.98 (±0.40)	4.05 (±0.46)	2.28 (±0.27)	3.33 (±0.13)	0.48 (±0.07)	0.66 (±0.08)
S2	24.02.2009	26 (±3)	6641 (± 629)	0.46 (±0.20)	5.86 (±0.21)	3.28 (±0.12)	3.26 (±0.13)	0.70 (±0.02)	0.85 (±0.01)
Fjord mouth									
S3	29.06.2008	14 (±5)	744 (± 925)	0.08 (±0.08)	6.20 (± 1.02)	3.09 (±0.49)	2.58 (±0.43)	0.84 (±0.13)	0.86 (±0.06)
S3	08.09.2008	6 (±2)	95 (± 49)	0.06 (±0.07)	4.94 (±0.87)	2.16 (±0.32)	1.71 (±0.29)	0.88 (±0.05)	0.81 (±0.04)
S3	28.11.2008	9 (±3)	144 (± 88)	0.02 (±0.02)	6.22 (± 1.18)	2.74 (±0.47)	2.10 (±0.38)	0.91 (±0.05)	0.88 (±0.05)
S3	24.02.2009	7 (±3)	82 (± 37)	0.05 (±0.03)	6.47 (± 2.16)	2.66 (±0.65)	1.90 (±0.47)	0.97 (±0.03)	0.95 (±0.04)

S, number of species; N, abundance; B, biomass; ES, expected number of species; H', diversity; J', evenness; D, dominance.

3) modelos estadísticos basados en índices bióticos (Borja et al., 2000)



64 tipos de índices bióticos

Pinto et al. (2008) Ecological Indicator; Díaz et al. (2004) J. Environmental Management

MMI P-BAT Benthic index  
BENTHIX BRI BHQ  
ISI AMBI  
M-AMBI IEI  
OSI ITT Benthic quality index  
B-IBI BOPA BCI





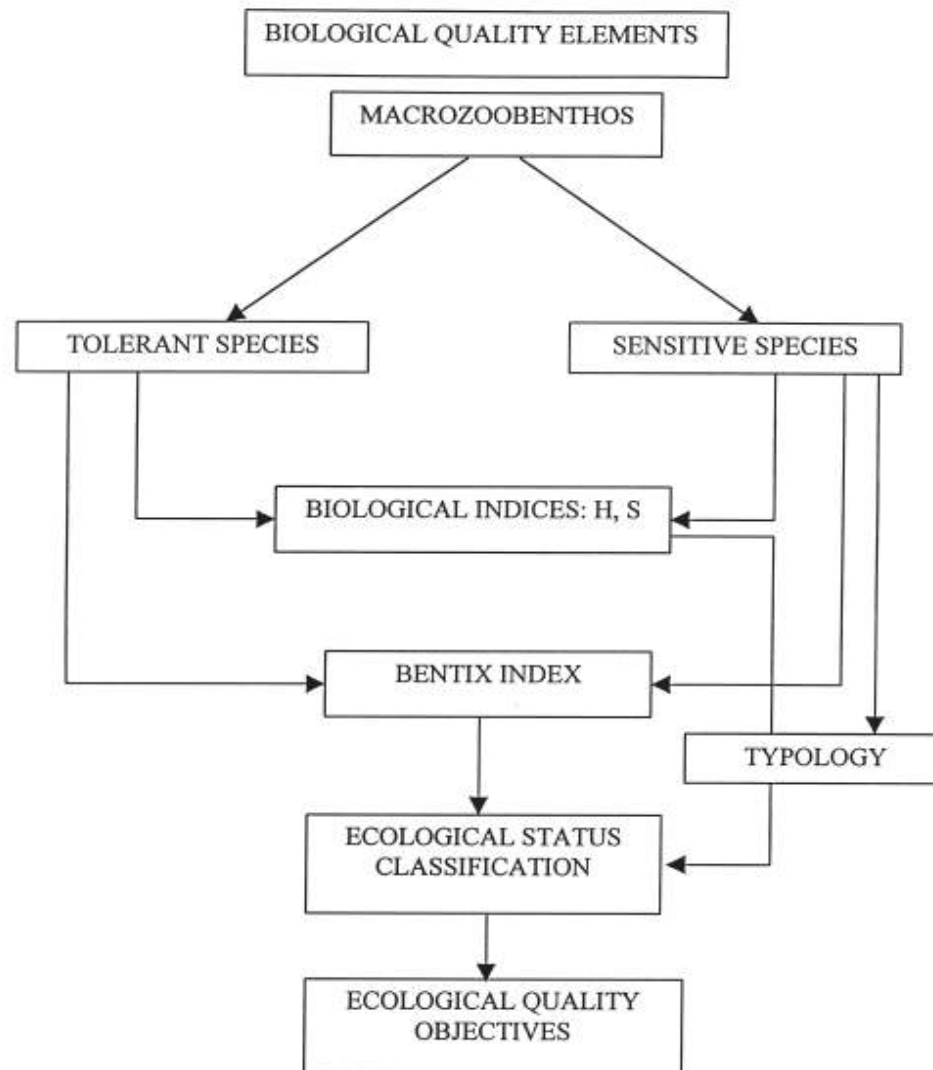
**Primera fila:** *Cistenides ehlersi*, Polynoidae, Cirratulidae, Hesionidae, Sphaerodoridae.

**Segunda fila:** *Ampharete kerguelensis*, Phyllodocidae, *Exogone* sp., *Aonides* sp., *Aricidea* sp., *Levinsenia* sp.

**Tercera fila:** *Caecum chilensis*, *Thyasira delicata*, Bivalvia sp., Tindariidae sp., Nuculidae sp., *Gomezia serrata*.

**Cuarta fila:** Sipunculidea sp., Nemertina sp., Priapulidae sp., Ophiuroidea sp., Pseudocumatidae sp., Bodotriidae sp., Amphipoda sp.

\*las taxa corresponden a las indicadas de izquierda a derecha en la figura.



*Fig 1:* Flow diagramme of typology and classification processes using benthic invertebrate fauna.







Pergamon

*Marine Pollution Bulletin* Vol. 40, No. 12, pp. 1100–1114, 2000

© 2000 Elsevier Science Ltd. All rights reserved

Printed in Great Britain

0025-326X/00 \$ - see front matter

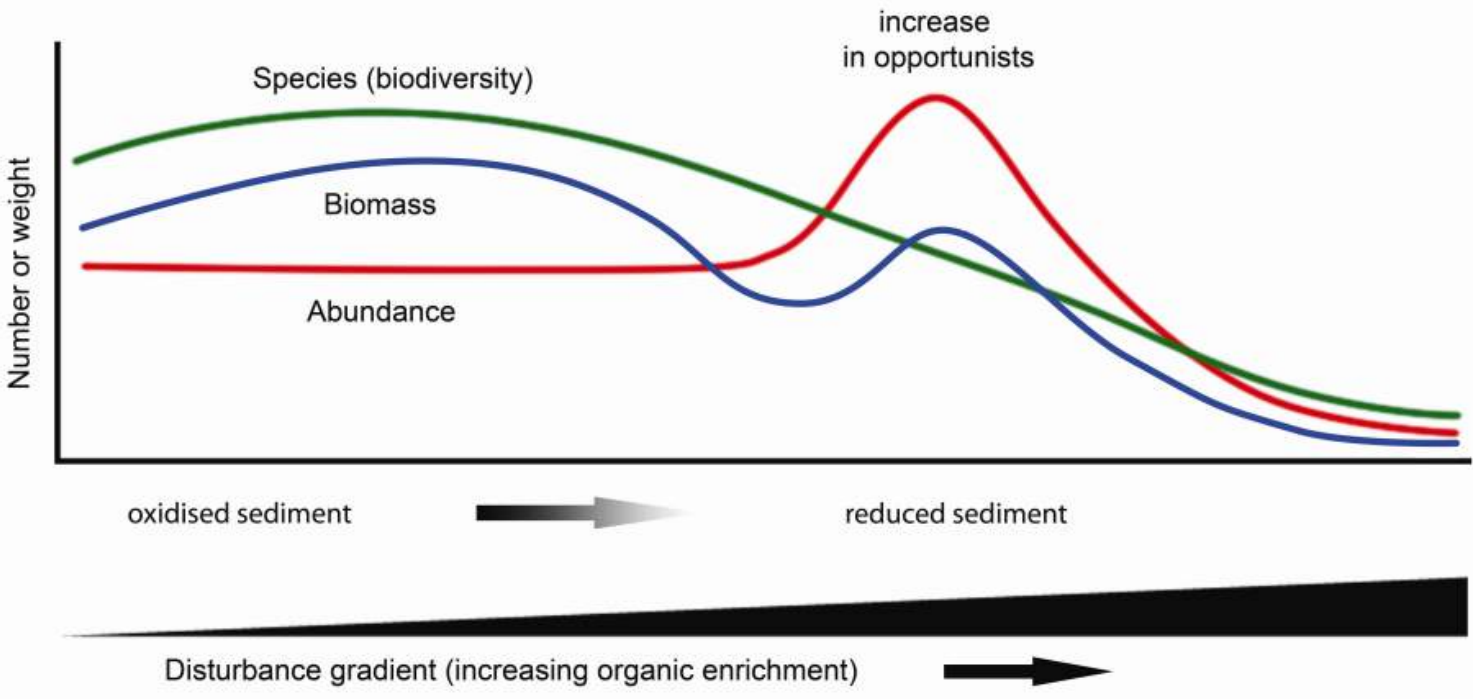
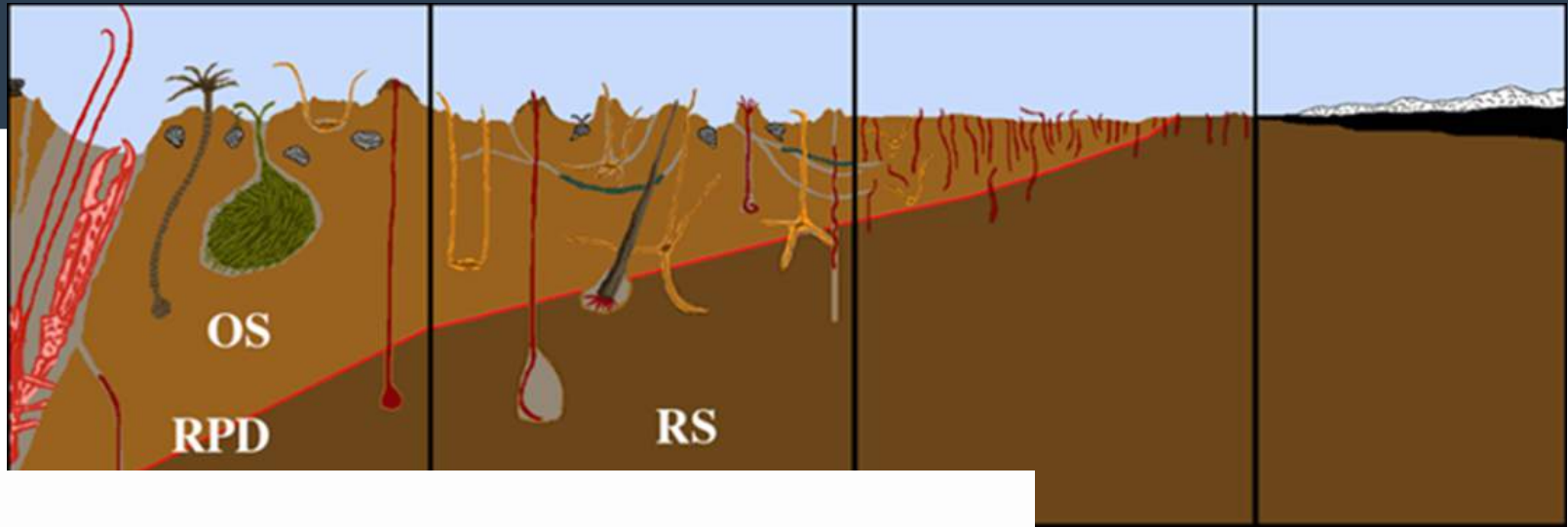
PII: S0025-326X(00)00061-8

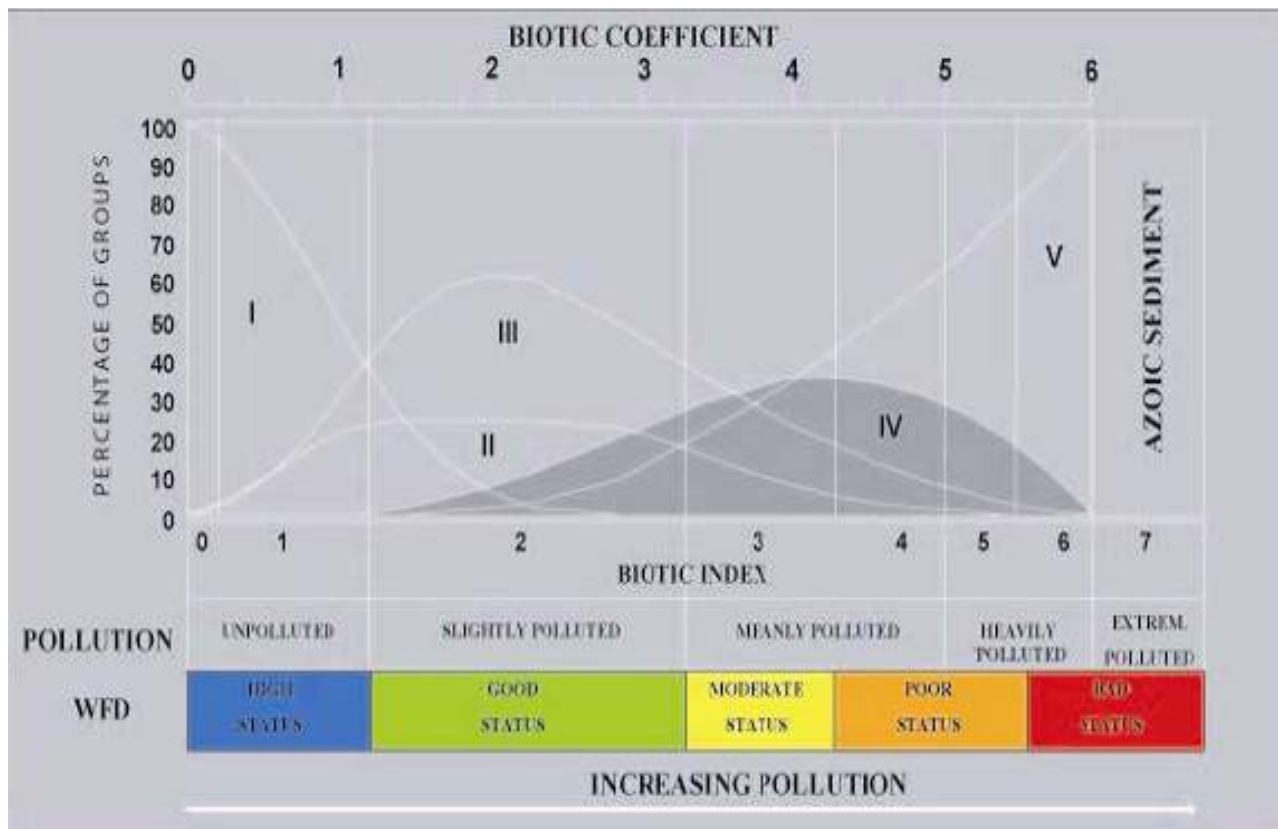
# A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments

A. BORJA\*, J. FRANCO and V. PÉREZ

*Department of Oceanography and Marine Environment, Technological Institute for Fisheries and Food (AZTI),  
Av. Sarrástegui 8, 20008 San Sebastián, Spain*







**Metric used in assessing the biological elements quality, within the Water Framework Directive (WFD)**

<b>Phytoplankton</b>	<b>Macroalgae</b>	<b>Benthos</b>	<b>Fishes</b>
Chlorophyll	Richness	Richness	Richness
Species composition	Cover of opportunistic and sensitive spp	Diversity	Abundance and percentage of resident spp
Number of Blooms	ratio green algae/ other spp	AMBI	Trophic composition Flat fish percentage Pollution indicator spp Invasive spp Fish health



**Grupo I:** Especies sensibles al enriquecimiento orgánico y presente en condiciones no perturbadas. Incluyen carnívoros especialistas y poliquetos alimentadores de depósitos tubícolas.

**Grupo II**  
**Grupo III**  
**Grupo IV**

**Grupo V.** Especies oportunistas de primer orden (pronunciados cambios) incluyen alimentadores de depósitos que proliferan en sedimentos reducidos.





Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Marine Pollution Bulletin

journal homepage: www.elsevier.com/locate/marpolbul



## Classification of the ecological quality of the Aysen and Baker Fjords (Patagonia, Chile) using biotic indices

Eduardo Quiroga <sup>a,\*</sup>, Paula Ortiz <sup>b</sup>, Brian Reid <sup>b</sup>, Dieter Gerdes <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), Escuela de Ciencias del Mar, Casilla 1020, Valparaíso, Chile

<sup>b</sup> Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), Ignacio Serrano 509, Coyhaique, Chile

<sup>c</sup> Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Columbusstrasse, D-27568 Bremerhaven, Germany

	Fiordo Aysén					Fiordo Baker				
Calidad ambiental y ecológica	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	
Grupo ecológico dominante I (%)	28.9	9.1	5.7	3.7	12.4	13.3	57.4	29.4	13.8	
Grupo ecológico dominante II (%)	12.3	10.4	12.4	11.8	13.3	32.3	8.9	19.4	29.1	
Grupo ecológico dominante III (%)	33.8	31.2	22.2	16.2	17.1	18.8	19.8	23.9	37.3	
Grupo ecológico dominante IV (%)	2.2	15.0	16.2	9.0	9.4	25.1	4.9	6.8	7.5	
Grupo ecológico dominante V (%)	22.8	34.4	43.4	59.2	47.8	10.6	8.9	20.5	12.3	
AMBI	2.7	3.8	4.0	3.9	3.9	2.8	1.5	2.4	2.1	
Grado de contaminación (GC)	LC	MC	MC	MC	MC	LC	LC	LC	LC	
Coefficiente biótico (CB)	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
Estado de la comunidad bentónica (ECB)	D	ET	ET	ET	ET	ET	D	D	D	
Riqueza (S)	24.0	35.0	35.0	33.0	39.0	46.0	53.0	50.0	36.0	
Diversidad (Shannon)	3.4	3.6	3.1	2.6	3.0	4.0	2.3	3.2	3.8	
Taxa no asignadas (%)	1.6	3.1	2.1	1.6	5.4	8.6	0.2	0.7	4.5	
M-AMBI (D-1)	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	1.0	0.9	0.9	0.8	
Estatus ecológico (EE)	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno	

Localidad: E1 = Bahía Acañillada, E2 = Caleta Bluff, E3 = Río Cuervo, E4 = Punta Tortuga, E5 = Caleta Pérez, E6 = Cinco Hermanas, E7 = Río Baker, E8 = Bajo Pisagua, E9 = Punta Raúl.

Grado de contaminación (GC): LC = Ligeramente contaminado, MD = Moderadamente contaminado.

Estado de la comunidad bentónica (ECB): D = Desequilibrada, ET = Estado de transición hacia contaminada.

Tabla 1. Significado de la calidad ambiental y ecológica del AMBI y M-AMBI en los sitios de estudio.

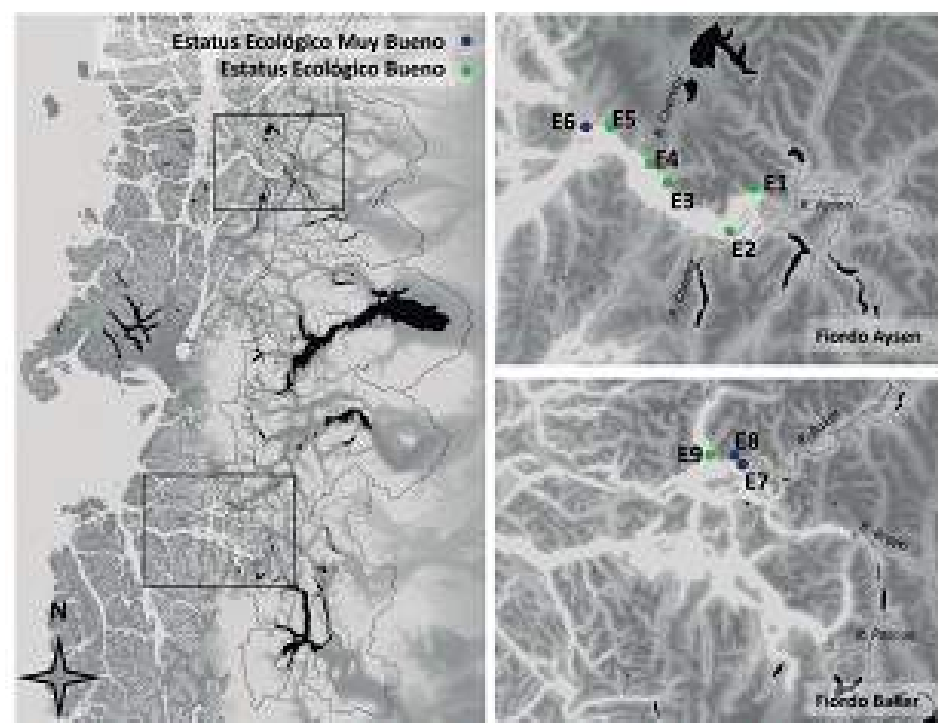


Fig. 1. Estatus ecológico del Fiordo Aysén y Fiordo Baker (XI Región).

# IFOP y UACH





ELSEVIER

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



Marine Pollution Bulletin 50 (2005) 787–789

---

---

MARINE  
POLLUTION  
BULLETIN

---

---

[www.elsevier.com/locate/marpolbul](http://www.elsevier.com/locate/marpolbul)

## Correspondence

### **Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality**

#### **1. Introduction**

Recently, interest on benthic indicators has increased dramatically, with a long list of new indicators proposed

lished; those were based upon the proportions amongst the five EG (see Fig. 2, in Borja et al., 2000). These thresholds are coincident with the 'benthic community health' proposed by Grall and Glémarec (1997) (see Table 1, in [Borja et al., 2000](#)), whose sources can be found in Reish (1959), Bellan (1967) and Pearson and Rosenberg (1976).



Hence, when using AMBI, some data truncation rules should be utilised, as outlined below.

- Never use the AMBI software with hard-bottom substrata data; it is designed only for use with soft-bottom communities.
- Remove, from your initial file, all non-benthic invertebrate taxa (e.g. fish, algae).
- Remove all freshwater taxa (e.g. Cladocera).
- In salinity >10, remove insecta.
- Remove juveniles, when the species are not identified.
- Remove non-soft sediment taxa (e.g. Nudibranchia).
- Remove epifaunal taxa (e.g. Bryozoa).
- Remove planktonic taxa (e.g. Crangonidae).
- Certain taxa should be grouped together (e.g. genus types a–d).
- Never use high taxonomic levels (e.g. Bivalvia, Gastropoda), except those included in the species list (e.g. Nemertea, etc.).





Normally, we have found that less than 10% (usually less than 5%) of the individuals per sample are not assigned. When the percentage of taxa that are not assigned is high ( $>20\%$ ), the results should be evaluated with care, because there may be subsequent problems in the interpretation. When the percentage of taxa not assigned is  $>50\%$ , the AMBI should not be used.



4) La estructura de tamaños (espectros de tamaño-biomasa) de los organismos bentoónicos (Sprules & Munawar, 1986).



Meeting report

# Body-size distributions and size-spectra: universal indicators of ecological status?

Owen L. Petchey<sup>1,\*</sup> and Andrea Belgrano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal and Plant Sciences, University of Sheffield, Sheffield, UK

<sup>2</sup>Swedish Board of Fisheries, Institute of Marine Research, Lysekil, Sweden

\*Author for correspondence (o.petchey@sheffield.ac.uk).

## Interactive effects of warming, eutrophication and size structure: impacts on biodiversity and food-web structure

AMREI BINZER<sup>1,2</sup>, CHRISTIAN GUILL<sup>2,3,4</sup>, BJÖRN C. RALL<sup>2,5,6</sup> and ULRICH BROSE<sup>2,5,6</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Chemistry and Biology (IFM), Linköping University, SE-581 83 Linköping, Sweden, <sup>2</sup>J.F. Blumenberg Institute of Zoology and Anthropology, University of Göttingen, Berliner Str. 28, 37073 Göttingen, Germany, <sup>3</sup>Institute of Biochemistry and Biology, University of Potsdam, Maulbeerallee 2, 14469 Potsdam, Germany, <sup>4</sup>Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics (IBED), University of Amsterdam, P.O. Box 94248, 1090 GE, Amsterdam, The Netherlands, <sup>5</sup>German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv) Halle-Jena-Leipzig, Deutscher Platz 5e, 04103 Leipzig, Germany, <sup>6</sup>Institute of Ecology, Friedrich Schiller University Jena, Dornburger-Str. 159, 07743 Jena, Germany

Downloaded from [rsps.royalsocietypublishing.org](http://rsps.royalsocietypublishing.org)

PROCEEDINGS  
OF  
THE ROYAL  
SOCIETY

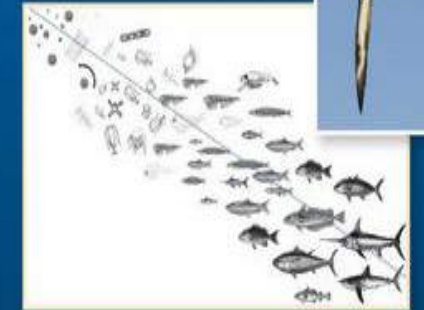


CrossMark  
click for updates

## Metabolic Ecology

A Scaling Approach

Edited by  
Richard M. Sibly  
James H. Brown  
Astrid Kodric-Brown



WILEY-BLACKWELL

## Warming alters community size structure and ecosystem functioning

Matteo Dossena<sup>1</sup>, Gabriel Yvon-Durocher<sup>1,\*</sup>, Jonathan Grey<sup>1,\*</sup>,  
José M. Montoya<sup>2</sup>, Daniel M. Perkins<sup>1</sup>, Mark Trimmer<sup>1</sup>  
and Guy Woodward<sup>1</sup>

## Global warming benefits the small in aquatic ecosystems

Martin Daufresne<sup>a,b,1</sup>, Kathrin Lengfellner<sup>a</sup>, and Ulrich Sommer<sup>a</sup>

<sup>a</sup>FB3–Marine Ökologie, Leibniz-Institut für Meereswissenschaften (IFM-GEOMAR), 24105 Kiel, Germany, and <sup>b</sup>HYAX–Lake Ecosystems Laboratory, Cemagref, 13182 Aix-en-Provence, France

Edited by Stephen R. Carpenter, University of Wisconsin, Madison, WI, and approved June 3, 2009 (received for review February 25, 2009)

Understanding the ecological impacts of climate change is a crucial challenge of the twenty-first century. There is a clear lack of Second, James' rule (13) states that, within a species, populations with smaller body size are generally found in warmer environ-



OPEN

## Size matters: implications of the loss of large individuals for ecosystem function

Alf Norkko<sup>1,2</sup>, Anna Villnäs<sup>1</sup>, Joanna Norkko<sup>1</sup>, Sebastian Valanko<sup>1,2</sup> & Conrad Pilditch<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tvarminne Zoological Station, University of Helsinki, FI-10900 Hanko, Finland, <sup>2</sup>Marine Research Centre, Finnish Environment Institute, PO Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland, <sup>3</sup>Department of Biological Science, University of Waikato, Private Bag 3105, Hamilton, New Zealand

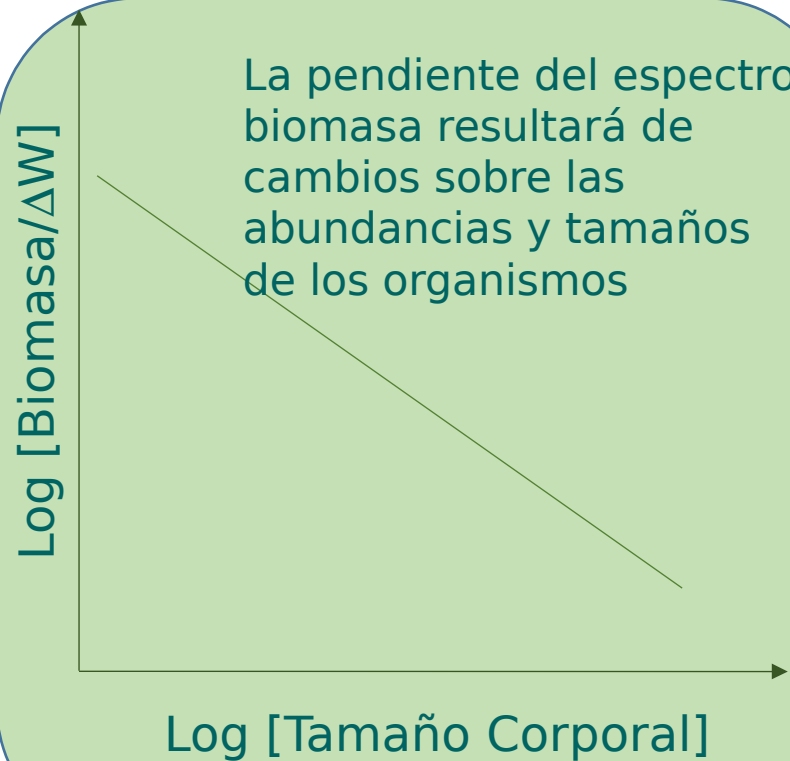
SUBJECT AREAS:  
BIOGEOCHEMISTRY  
COMMUNITY ECOLOGY  
BIODIVERSITY  
ECOSYSTEM ECOLOGY

Inmediato

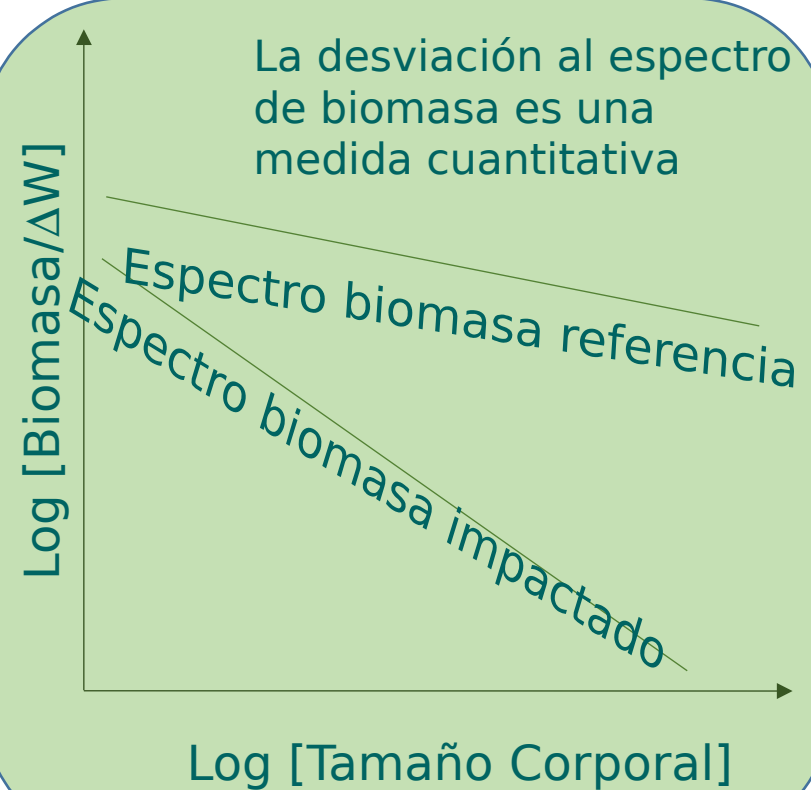
Largo término

El tamaño corporal es un importante descriptor del funcionamiento de los ecosistemas > productividad y transferencia de materia orgánica

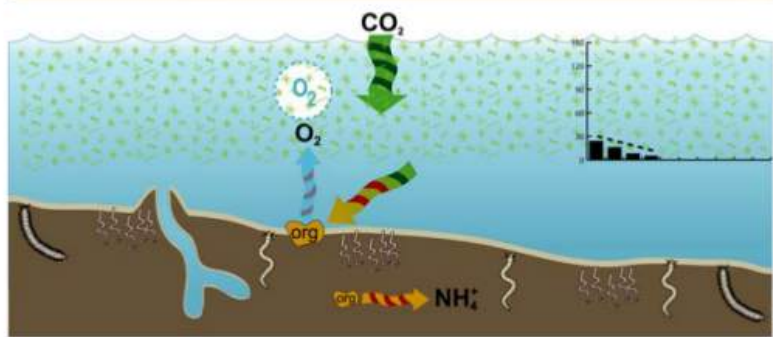
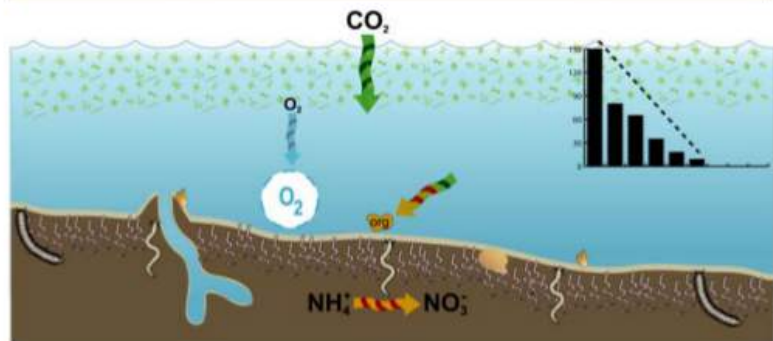
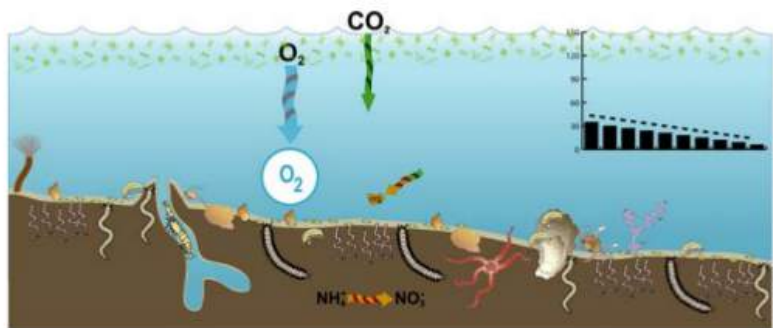
La pendiente del espectro biomasa resultará de cambios sobre las abundancias y tamaños de los organismos



La desviación al espectro de biomasa es una medida cuantitativa



**Respuesta ambiental**



## Using Macrobenthic Functional Metrics as Indicators of Organic Enrichment and Hypoxia

Chet F. Rakocinski



## Seasonal benthic patterns in a glacial Patagonian fjord: the role of suspended sediment and terrestrial organic matter

Eduardo Quiroga<sup>1,2,\*</sup>, Paula Ortiz<sup>3,4</sup>, Rodrigo González-Saldías<sup>2,5,6</sup>, Brian Reid<sup>3</sup>, Fabián J. Tapia<sup>2,6</sup>, Iván Pérez-Santos<sup>2,7</sup>, Lorena Rebolledo<sup>2,8,9</sup>, Rodrigo Mansilla<sup>2</sup>, Carlos Pineda<sup>4</sup>, Iliá Cari<sup>4</sup>, Nicole Salinas<sup>1</sup>, Américo Montiel<sup>10</sup>, Dieter Gerdes<sup>11</sup>

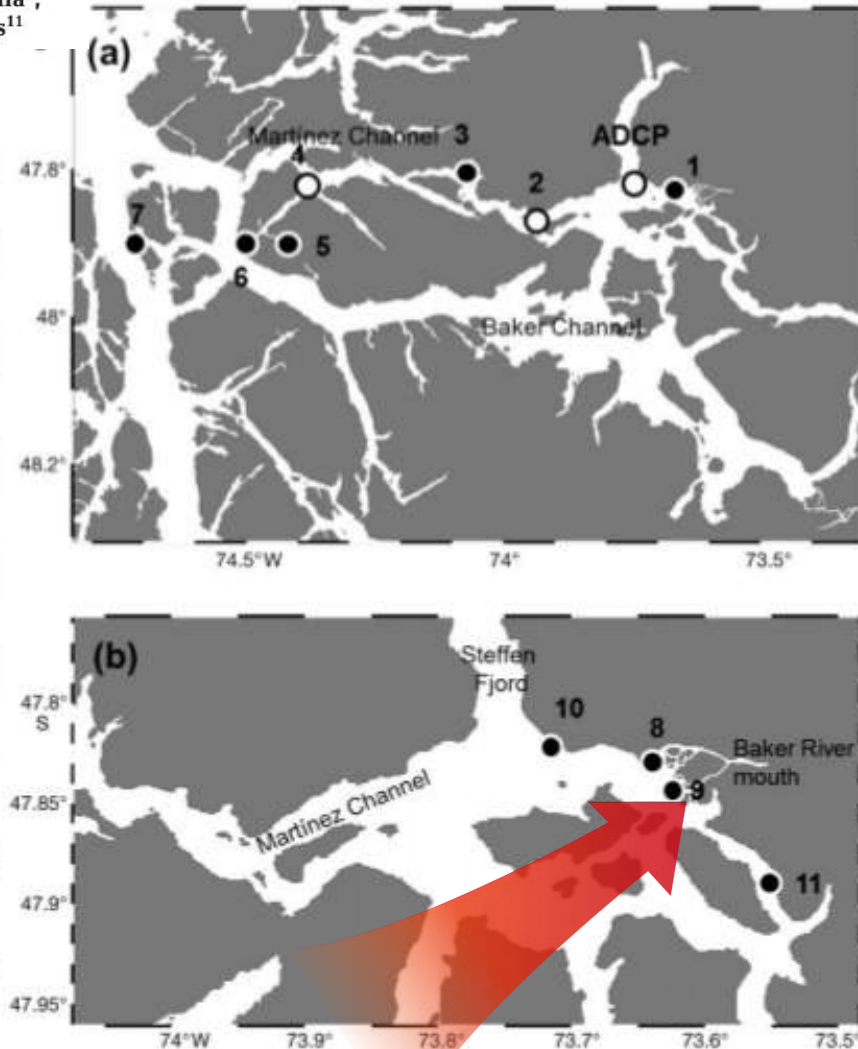
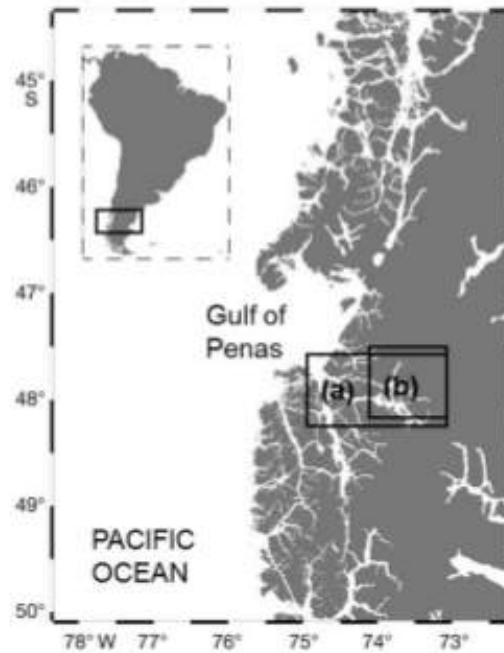


Fig. 1. Study area and sampling stations along the Martinez Channel, Chile. (a) Benthic sampling stations for July–August 2014 and January 2015. (b) Benthic sampling stations for January and August 2010. Black dots: sediment and water column samples; white dots: water column stations



# Organic enrichment and structure of macrobenthic communities in the glacial Baker Fjord, Northern Patagonia, Chile

EDUARDO QUIROGA<sup>1</sup>, PAULA ORTIZ<sup>2</sup>, DIETER GERDES<sup>3</sup>, BRIAN REID<sup>2</sup>, SORAYA VILLAGRAN<sup>2</sup>  
AND RENATO QUIÑONES<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), Escuela de Ciencias del Mar, Casilla 1020, Valparaíso, Chile, <sup>2</sup>Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), Bilbao 449, Coyhaique, Chile, <sup>3</sup>Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Columbusstrasse, D-27568 Bremerhaven, Germany, <sup>4</sup>Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental (COPAS), Universidad de Concepción, Casilla 3060000, Concepción, Chile

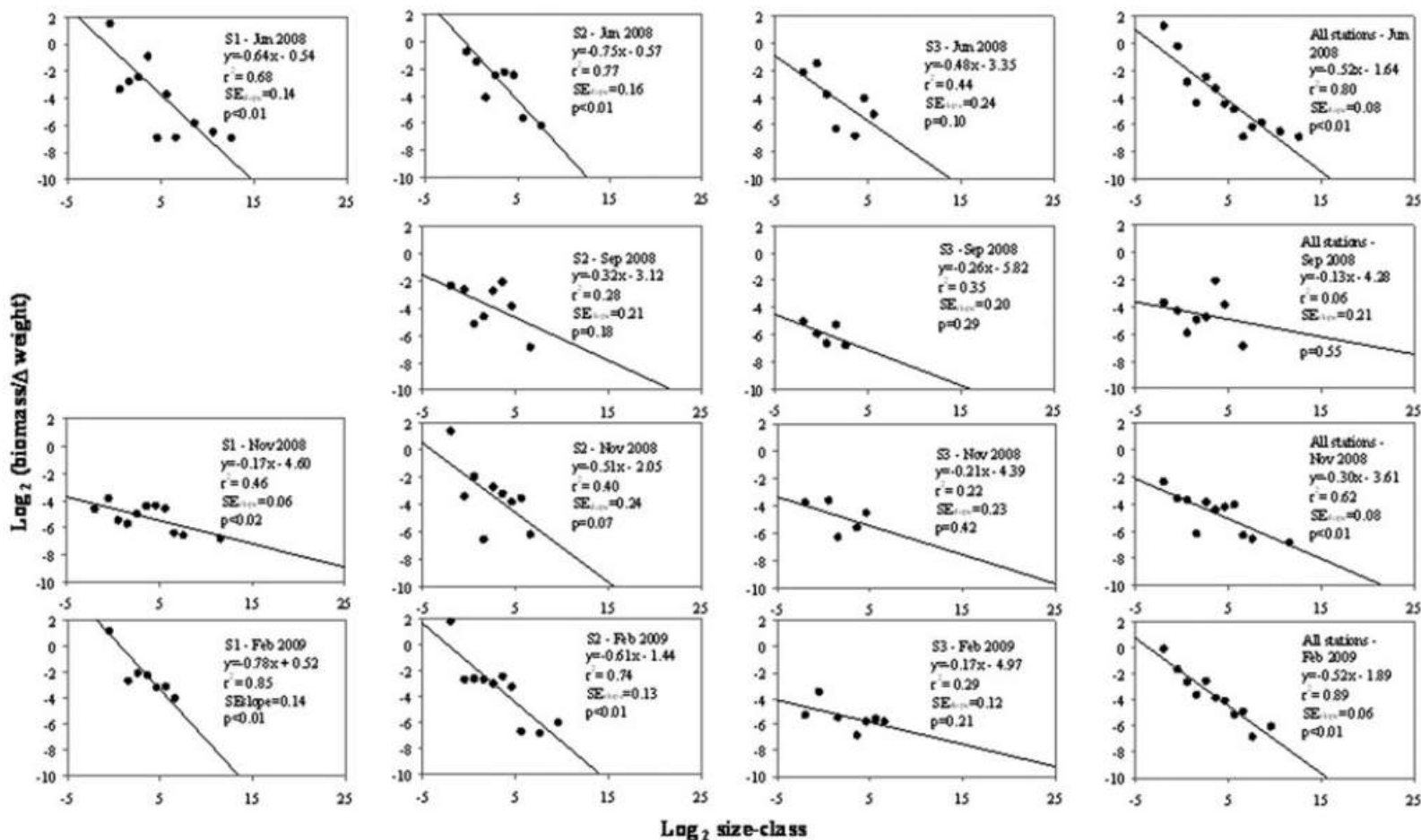


Fig. 5. Normalized biomass size-spectra plots of the macrofauna obtained at three stations in the study area. The equation parameters, the squared correlation coefficient ( $r^2$ ), the standard error of the slopes ( $\text{SE}_{\text{slope}}$ ) and the  $P$  values are indicated for all data sets in each regression.

## Seasonal benthic patterns in a glacial Patagonian fjord: the role of suspended sediment and terrestrial organic matter

Eduardo Quiroga<sup>1,2,\*</sup>, Paula Ortiz<sup>3,4</sup>, Rodrigo González-Saldías<sup>2,5,6</sup>, Brian Reid<sup>3</sup>, Fabián J. Tapia<sup>2,6</sup>, Iván Pérez-Santos<sup>2,7</sup>, Lorena Rebolledo<sup>2,8,9</sup>, Rodrigo Mansilla<sup>2</sup>, Carlos Pineda<sup>4</sup>, Iliá Cari<sup>4</sup>, Nicole Salinas<sup>1</sup>, Américo Montiel<sup>10</sup>, Dieter Gerdes<sup>11</sup>

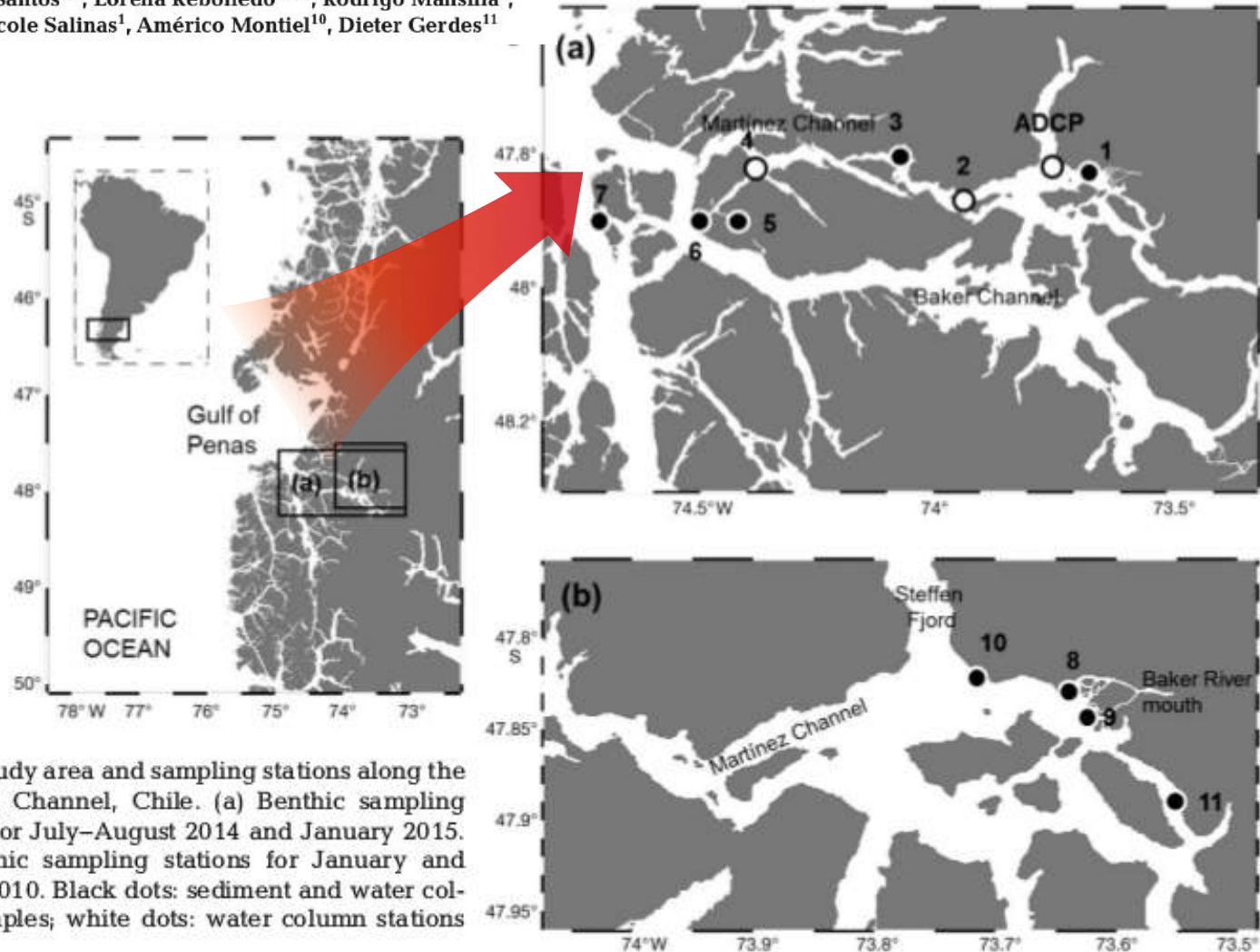


Fig. 1. Study area and sampling stations along the Martinez Channel, Chile. (a) Benthic sampling stations for July–August 2014 and January 2015. (b) Benthic sampling stations for January and August 2010. Black dots: sediment and water column samples; white dots: water column stations



# Seasonal benthic patterns in a glacial Patagonian fjord: the role of suspended sediment and terrestrial organic matter

Eduardo Quiroga<sup>1,2,\*</sup>, Paula Ori  
Fabián J. Tapia<sup>2,6</sup>, Iván Pérez-Sa  
Carlos Pineda<sup>4</sup>, Ilia Cari<sup>4</sup>, Nico

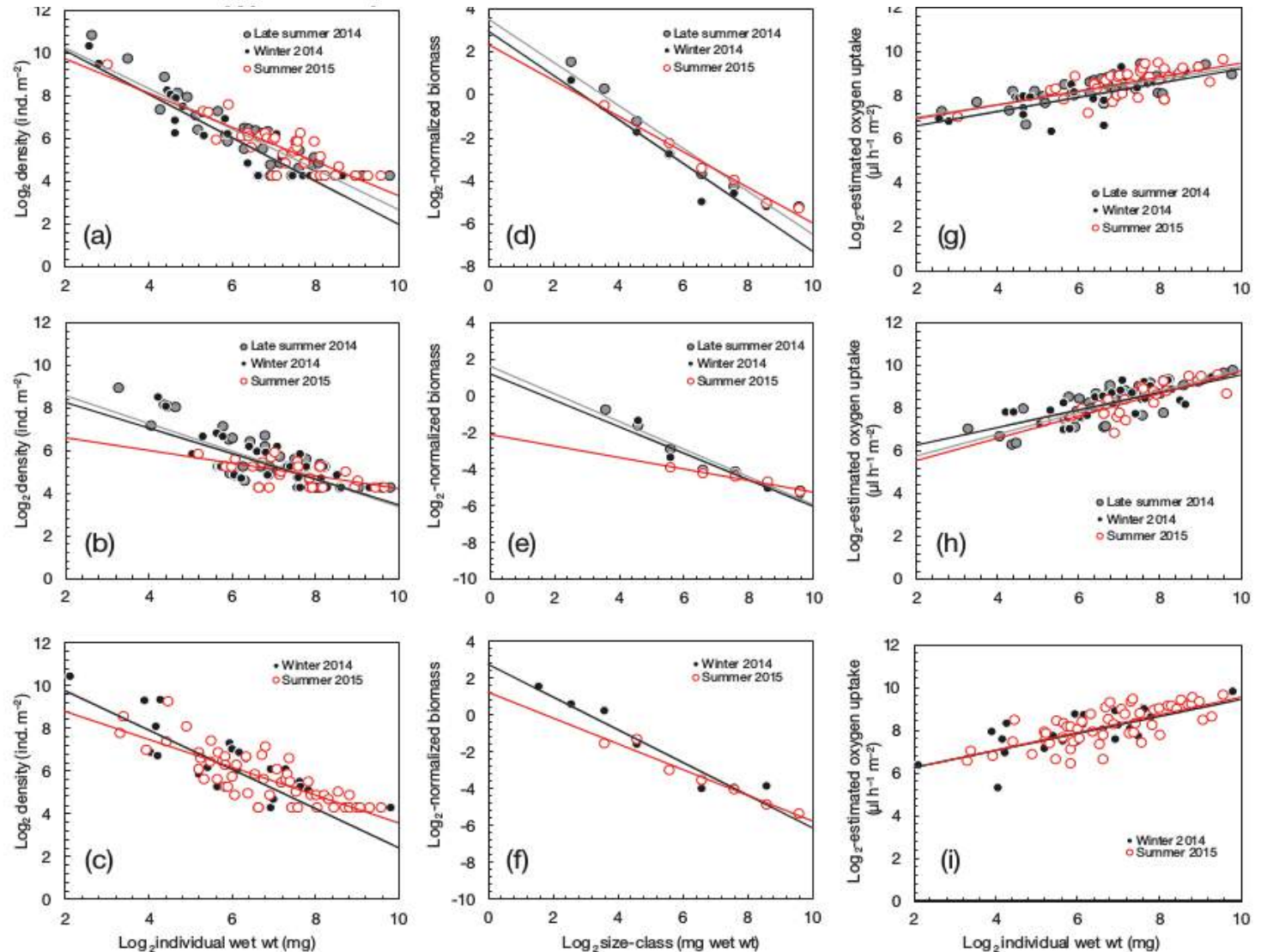


Fig. 7. Seasonally averaged normalized biomass size spectra for the (a–c) macrofaunal community, (d–f) density size spectra and (g–i) estimated oxygen uptake at 3 locations in the Martinez Channel

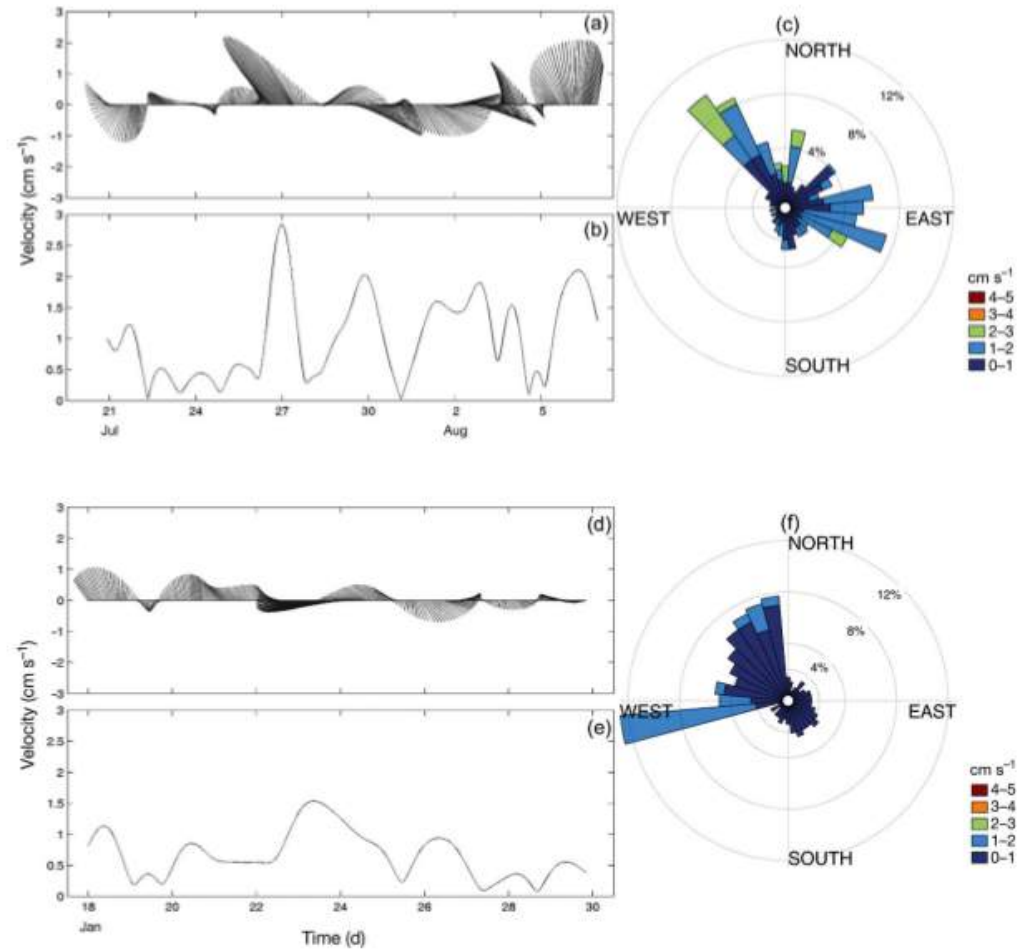
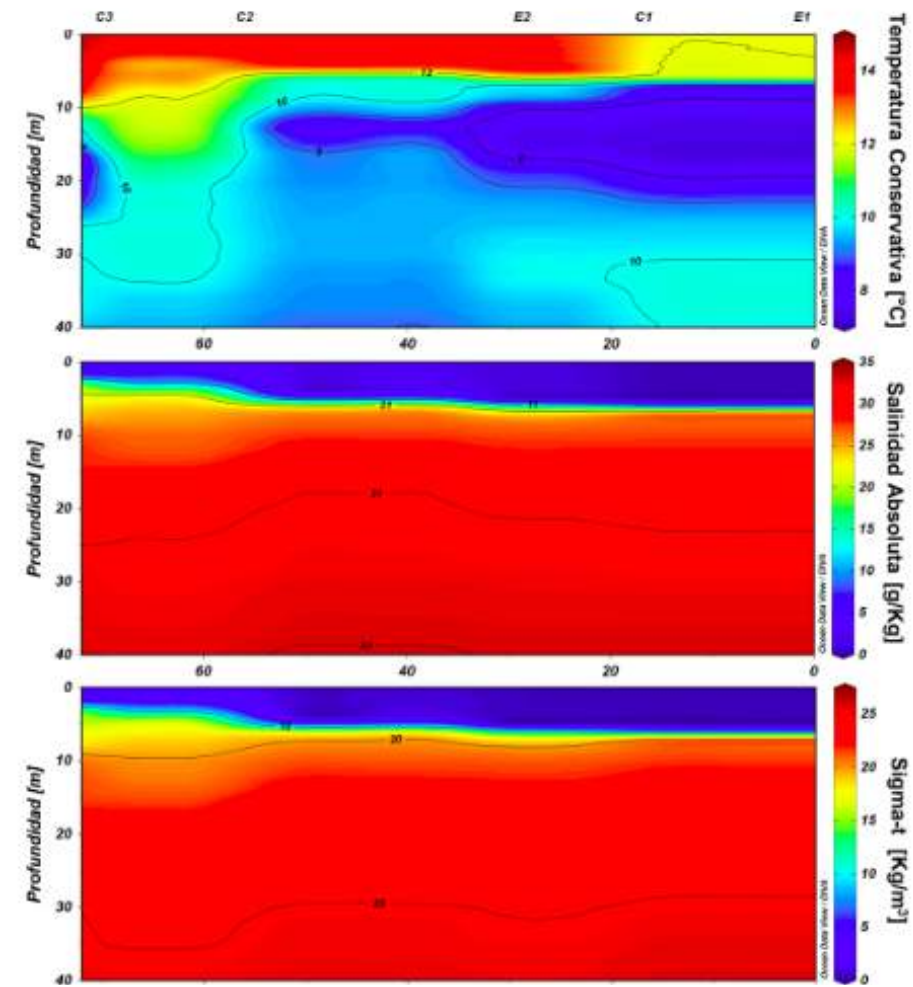


Fig. 4. Current velocity and direction at 50 m depth obtained from acoustic Doppler current profiler (ADCP) measurements. Mean current velocities and directions in (a,b) winter 2014 and (d,e) summer 2015, and (c,f) resulting directions of the currents in percentages

Un análisis de la información disponible sugiere que;

- i) faltan valores de referencia específicos para realizar comparaciones entre ambientes degradados y no degradados
- ii) existe una alta incertidumbre en cuanto a la asignación de especies y grupos tróficos funcionales de alimentación necesarios para el cálculo de los índices bióticos
- iii) la mayor parte de los índices bióticos no se encuentran apropiadamente relacionados con los factores ambientales



la utilización de un único índice puede proporcionar información del “estado de salud” de los ambientes bentónicos, pero **un índice “universal” que se aplique a todos los ecosistemas o incluso a ecosistemas con características ecológicas similares es inviable** debido a las complejas interacciones tróficas entre las especies que componen las comunidades, el alto grado de fragmentación geográfica y la alta variabilidad espacial y estacional en las condiciones ambientales, como es el caso de los fiordos y canales australes.

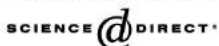
El **uso de varios índices es altamente recomendable** para obtener una mejor evaluación de la calidad ecológica de los habitats bentónicos en asociación con las variables ambientales.







Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



Estuarine, Coastal and Shelf Science 62 (2005) 217–231

ESTUARINE  
COASTAL  
AND  
SHELF SCIENCE  
[www.elsevier.com/locate/ECSS](http://www.elsevier.com/locate/ECSS)



Marine Pollution Bulletin 68 (2013) 117–126

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Marine Pollution Bulletin

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/marpolbul](http://www.elsevier.com/locate/marpolbul)



## Biomass size-spectra of macrobenthic communities in the oxygen minimum zone off Chile

Eduardo Quiroga<sup>a,\*</sup>, Renato Quiñones<sup>b</sup>, Maritza Palma<sup>b,c</sup>, Javier Sellanes<sup>b</sup>,

*Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2012, 92(1), 73–83. © Marine Biological Association of the United Kingdom, 2011  
doi:10.1017/S0025315411000385

## Organic enrichment and structure of macrobenthic communities in the glacial Baker Fjord, Northern Patagonia, Chile

EDUARDO QUIROGA<sup>1</sup>, PAULA ORTIZ<sup>2</sup>, DIETER GERDES<sup>3</sup>, BRIAN REID<sup>2</sup>, SORAYA VILLAGRAN<sup>2</sup>

Vol. 561: 31–50, 2016  
doi: 10.3354/meps11903

MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES  
Mar Ecol Prog Ser

Published December 15

## Seasonal benthic patterns in a glacial Patagonian fjord: the role of suspended sediment and terrestrial organic matter

Eduardo Quiroga<sup>1,2,\*</sup>, Paula Ortiz<sup>3,4</sup>, Rodrigo González-Saldías<sup>2,5,6</sup>, Brian Reid<sup>3</sup>, Fabián J. Tapia<sup>2,6</sup>, Iván Pérez-Santos<sup>2,7</sup>, Lorena Rebolledo<sup>2,8,9</sup>, Rodrigo Mansilla<sup>2</sup>, Carlos Pineda<sup>4</sup>, Iliá Cari<sup>4</sup>, Nicole Salinas<sup>1</sup>, Américo Montiel<sup>10</sup>, Dieter Gerdes<sup>11</sup>

## Classification of the ecological quality of the Aysen and Baker Fjords (Patagonia, Chile) using biotic indices

Eduardo Quiroga<sup>a,\*</sup>, Paula Ortiz<sup>b</sup>, Brian Reid<sup>b</sup>, Dieter Gerdes<sup>c</sup>

Vol. 506: 99–113, 2014  
doi: 10.3354/meps10807

MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES  
Mar Ecol Prog Ser

Published June 23

## Normalized biomass size spectra in high Antarctic macrobenthic communities: linking trophic position and body size

Eduardo Quiroga<sup>1,\*</sup>, Dieter Gerdes<sup>2</sup>, Américo Montiel<sup>3</sup>, Rainer Knust<sup>2</sup>, Ute Jacob<sup>2</sup>

Mar Biodiv (2017) 47:433–450  
DOI 10.1007/s12526-016-0479-0

SENCKENBERG



ORIGINAL PAPER

## Influence of organic matter inputs and grain size on soft-bottom macrobenthic biodiversity in the upwelling ecosystem of central Chile

Eulogio Soto<sup>1</sup> · Eduardo Quiroga<sup>2</sup> · Benjamin Ganga<sup>1</sup> · Guillermo Alarcón<sup>1</sup>

Muchas Gracias por su Atención

