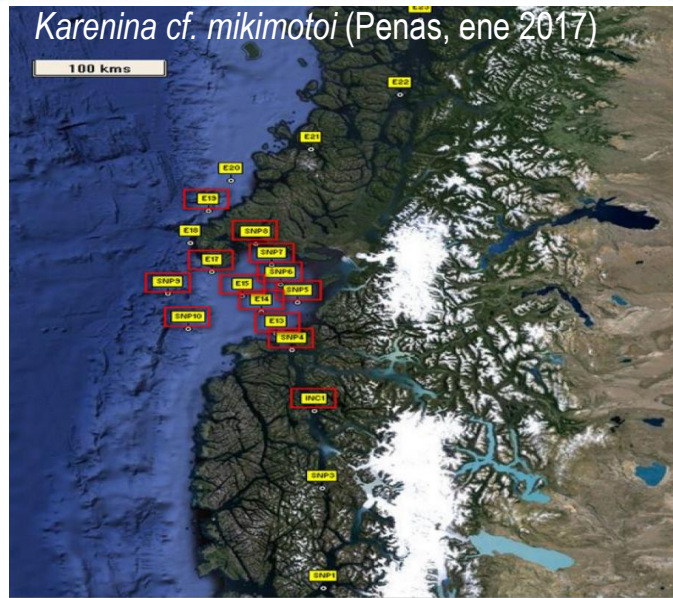


OBSERVACIÓN, MODELACIÓN Y PRONÓSTICO COMO FORMA DE CONTROL Y MITIGACIÓN DE LAS FANs: MONITOREO IFOP 2006 - 2017

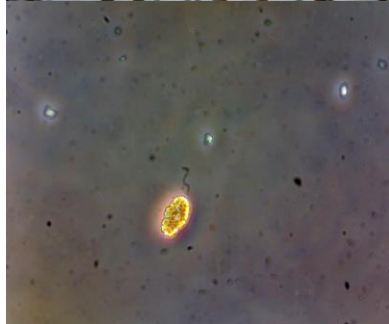
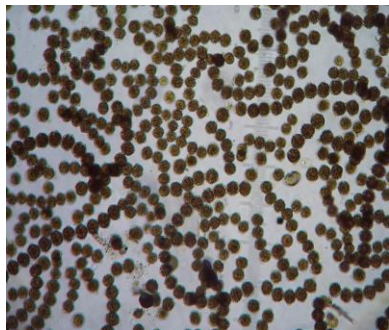
Dr. Oscar Espinoza González
oscar.espinoza@ifop.cl

**Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN)
División de Investigación en Acuicultura
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

24 de octubre de 2017



Las FANs corresponden a una proliferación, en ambientes acuáticos, de algas microscópicas que pueden causar la muerte masiva de peces y una gran variedad de otros organismos, contaminar los mariscos con toxinas, y alterar los ecosistemas, de manera que los seres humanos las perciban como dañinas o nocivas (GEOHAB, 2001). Los impactos que ocasionan sobre el Hombre y sus actividades, incluyen intoxicaciones por consumo de mariscos, que pueden ser fatales; mortandades masivas de organismos marinos en el ambiente natural y en sistemas de crianza o engorda; alteraciones de los hábitat costeros y por ende, perturbaciones en los sistemas social y económico.



Las opciones para el manejo de los impactos de las FANs incluyen:

- La prevención (reducción de su incidencia y alcance)
- El control (detener o controlar las floraciones)
- La mitigación (medidas para minimizar sus impactos).

Las opciones para el manejo de los impactos de las FANs incluyen:

- **La prevención (reducción de su incidencia y alcance)**

Problemas: faltan conocimientos para entender por qué las FANs se forman en muchas áreas, así como cuáles son los factores que las regulan y controlan.

Solución: Investigación básica y sostenida de los aspectos que determinan las FANs, incluyendo su ecología, fisiología y oceanografía.

Muy a menudo se consideran estos temas como ciencia básica, que tienen poca utilidad práctica directa, pero en realidad, este conocimiento es esencial para el diseño y aplicación de medidas eficaces de prevención y estrategias de control.

Aún conociendo cómo influyen algunos factores ambientales en la dinámica de las microalgas formadoras de FANs, existen limitaciones para modificar o controlar esos factores (e.g. Influencia de los aportes de agua dulce, determinación de la estratificación de la columna de agua y crecimiento/desarrollo de dinoflagelados)

Las opciones para el manejo de los impactos de las FANs incluyen:

- El control (detener o controlar las floraciones)

El control es quizás el más desafiante y el aspecto más controvertido en la gestión de las FANs. El control se refiere a acciones tomadas para suprimir o destruir FANs, como forma de intervenir directamente en el proceso de floración.

Las investigaciones han considerado el uso de arcillas como agente floculante, herbicidas y agentes quelantes (como el Cu^2SO^4) y surfactantes (“Apoín” un esteroide producido por la alga verde azul *Gomphosphaeria aponina*) así como otros métodos como la turbulencia artificial, sondas ultrasónicas, ozonización, aireación y control biológico (empleando parásitos, virus, bacterias y zooplancton).

Sin embargo, muchos de estos métodos no son prácticos, sus costos son elevados y pueden tener efectos colaterales sobre el ecosistema (Anderson *et al.*, 2001).

Las opciones para el manejo de los impactos de las FANs incluyen:

- La mitigación (medidas para minimizar sus impactos).

Muchas de las medidas de gestión adoptadas para las FANs pueden denominarse mitigación, es decir, tomar las medidas necesarias o posibles frente a una floración existente o en curso, como forma de reducir los impactos negativos. Ejemplos evidentes de este tipo de actividad lo constituyen los programas de vigilancia del fitoplancton nocivo y las toxinas en los mariscos, que se realizan en más de 50 países.

El pronóstico de las FANs, junto con los indicadores de alerta temprana, pueden proporcionar una toma de decisión informada que complementa el trabajo de Salud y potencialmente ahorrar esfuerzo y dinero a los productores. La alerta temprana podría ayudar a ajustar la temporada y tomar acciones con tiempo suficiente. Hay varios métodos que podrían utilizarse como herramientas para predecir la ocurrencia de las FANs, químicos (es decir, agua temperatura, pH y salinidad), oceanográficos y series de tiempos meteorológicos, biomasa de algas, Simulación numérica e interpretación de imágenes de satélite, etc.

INVESTIGACION CIENTIFICA

- CAUSA - EFECTO

ACCIONES OPERACIONALES

- **PREVENIR**
- **CONTROLAR**
- **MITIGAR**

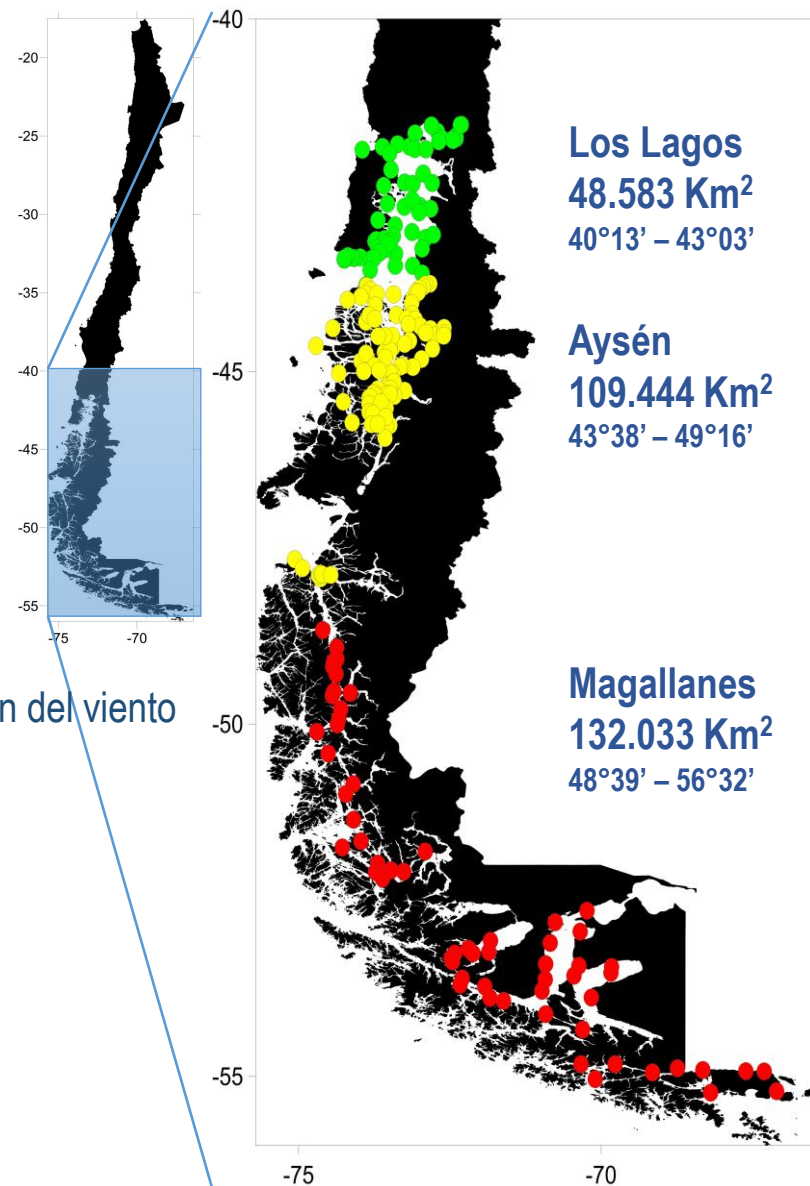
Con el propósito de reducir el daño ocasionado por las FAN, se requiere de estudios básicos para establecer las causas probables que las originan, así como sus efectos en los ecosistemas. Al mismo tiempo, el desarrollo de un programa de vigilancia y/o monitoreo, es un elemento operacional necesario para el manejo y disminución de los efectos de las FAN, con la finalidad de efectuar una detección temprana en los ecosistemas de las densidades poblacionales de las especies que las constituyen, ya que estos fenómenos generalmente están constituidos por más de una especie

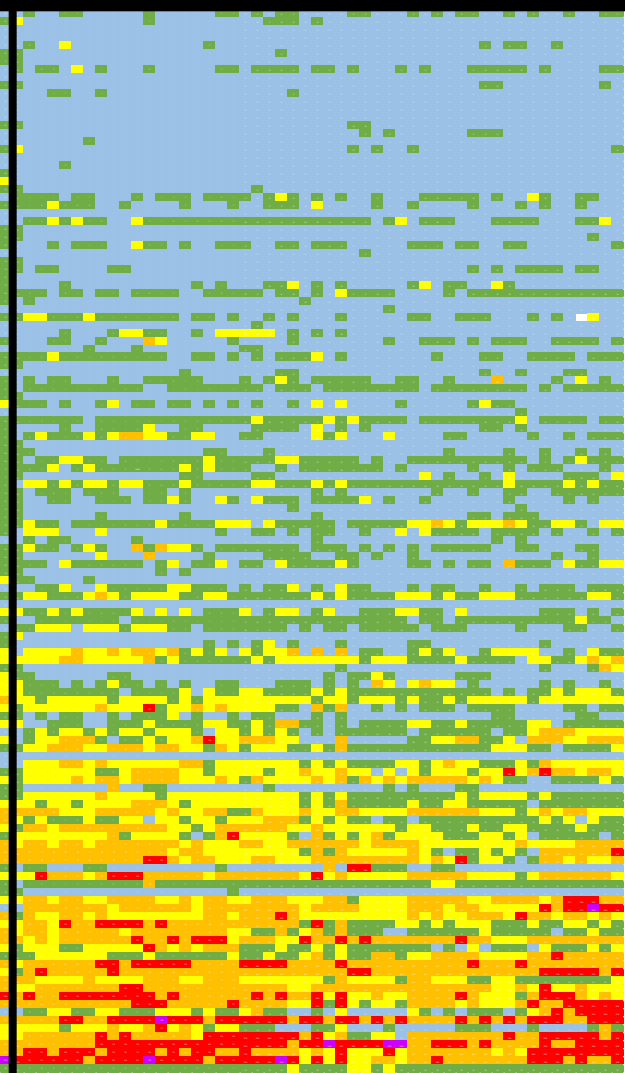
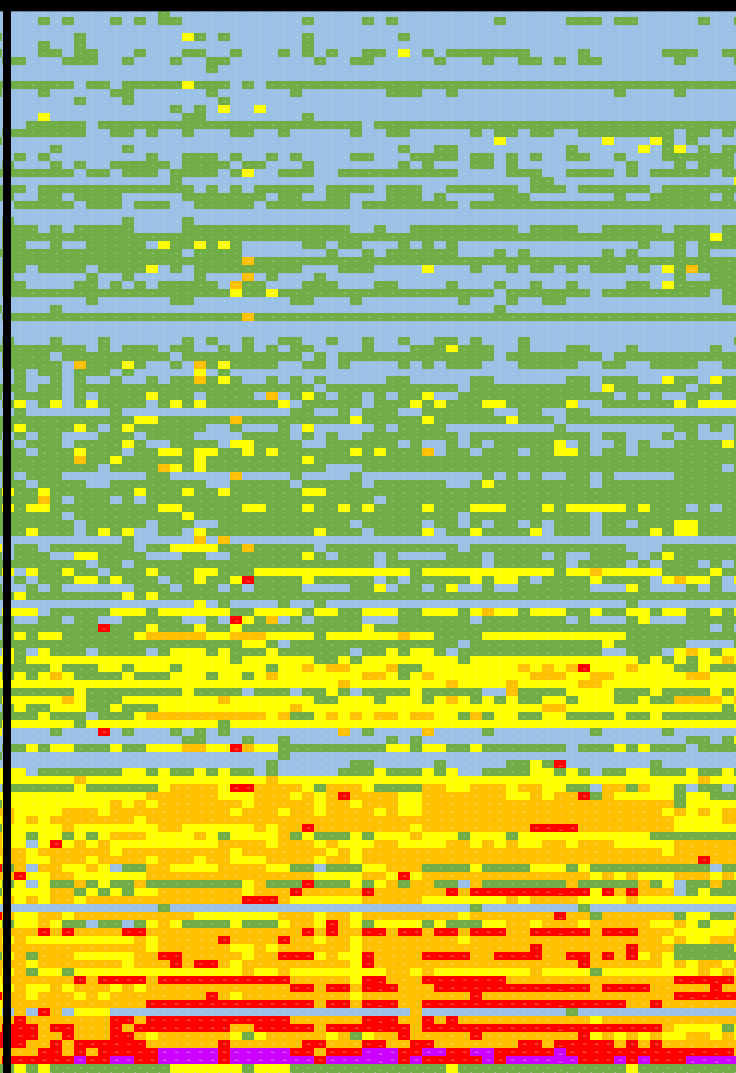
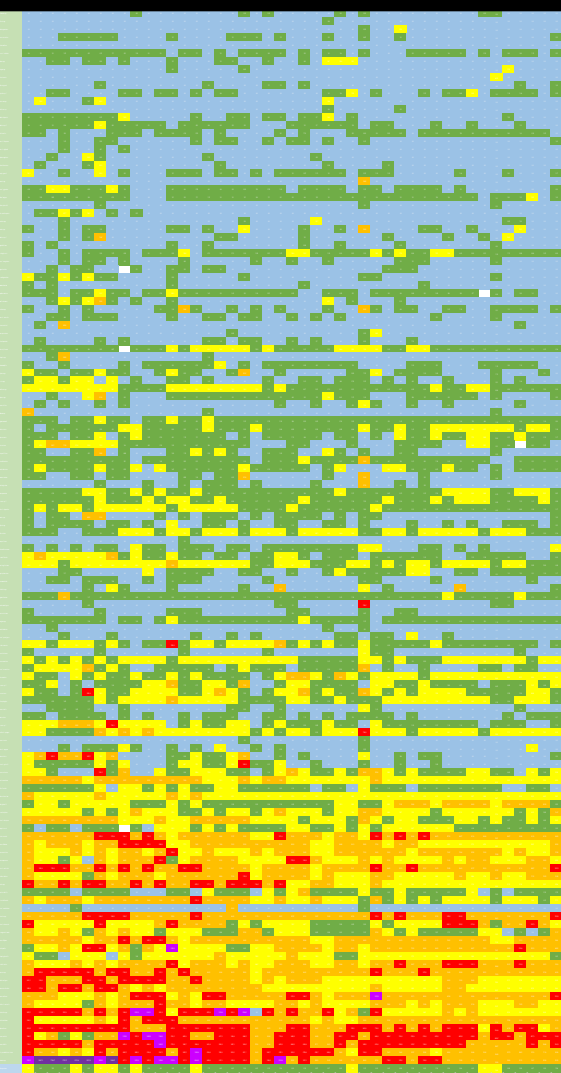
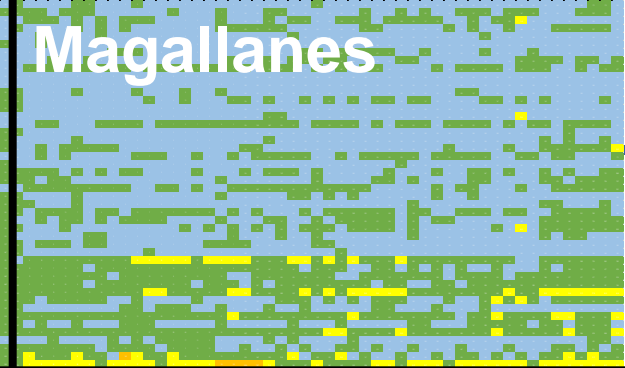
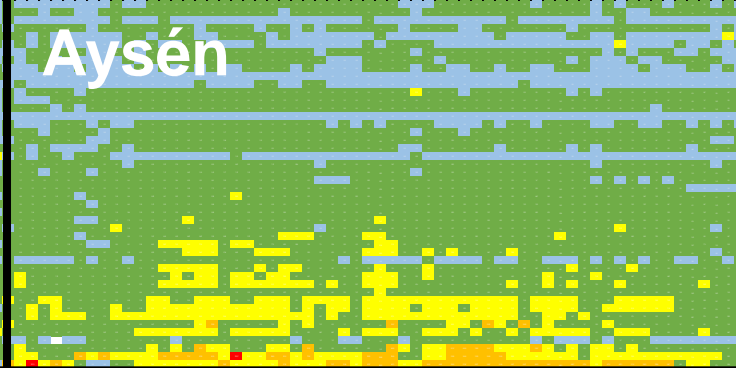
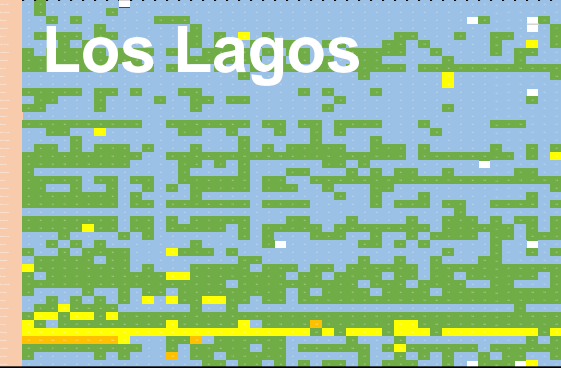


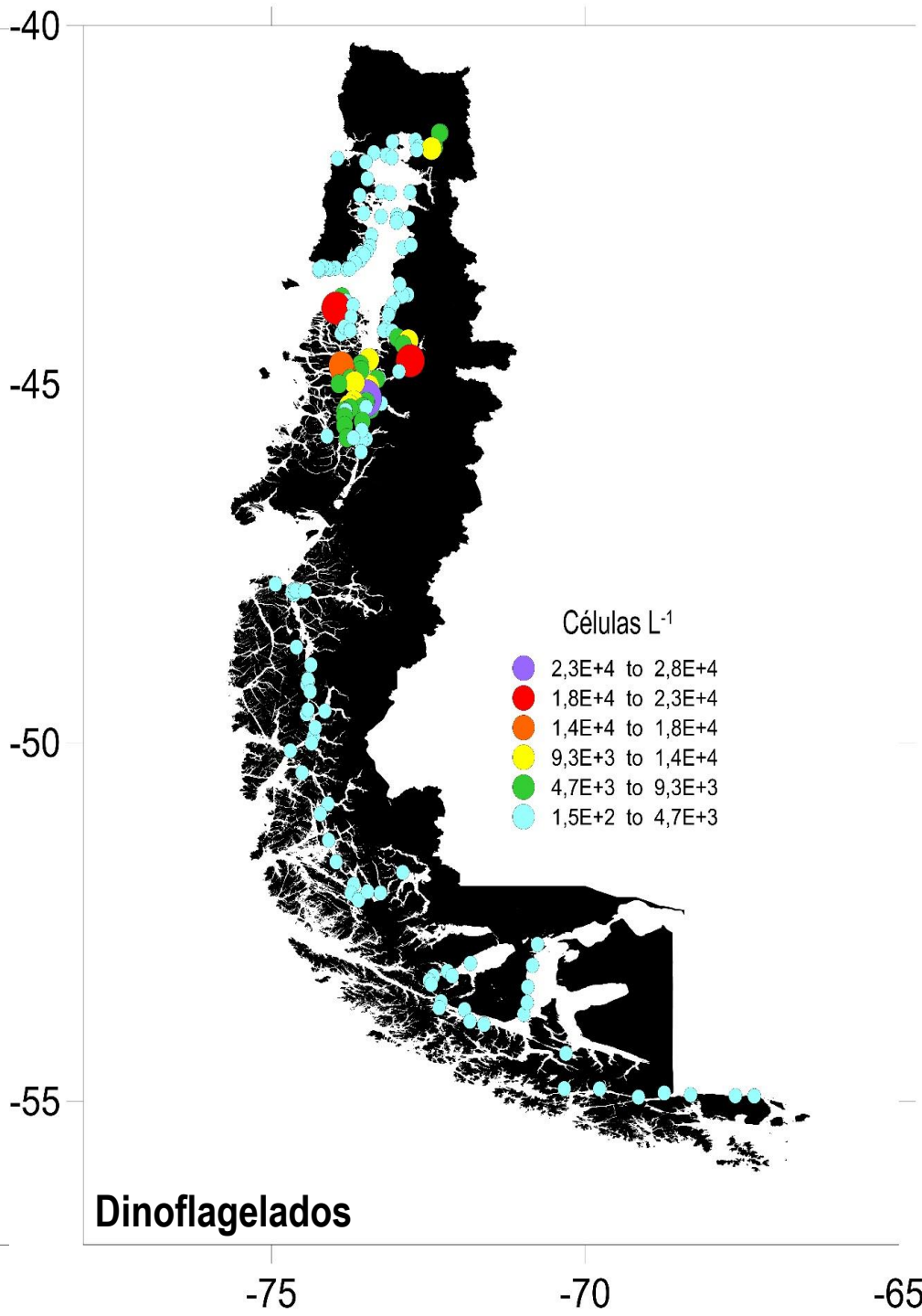
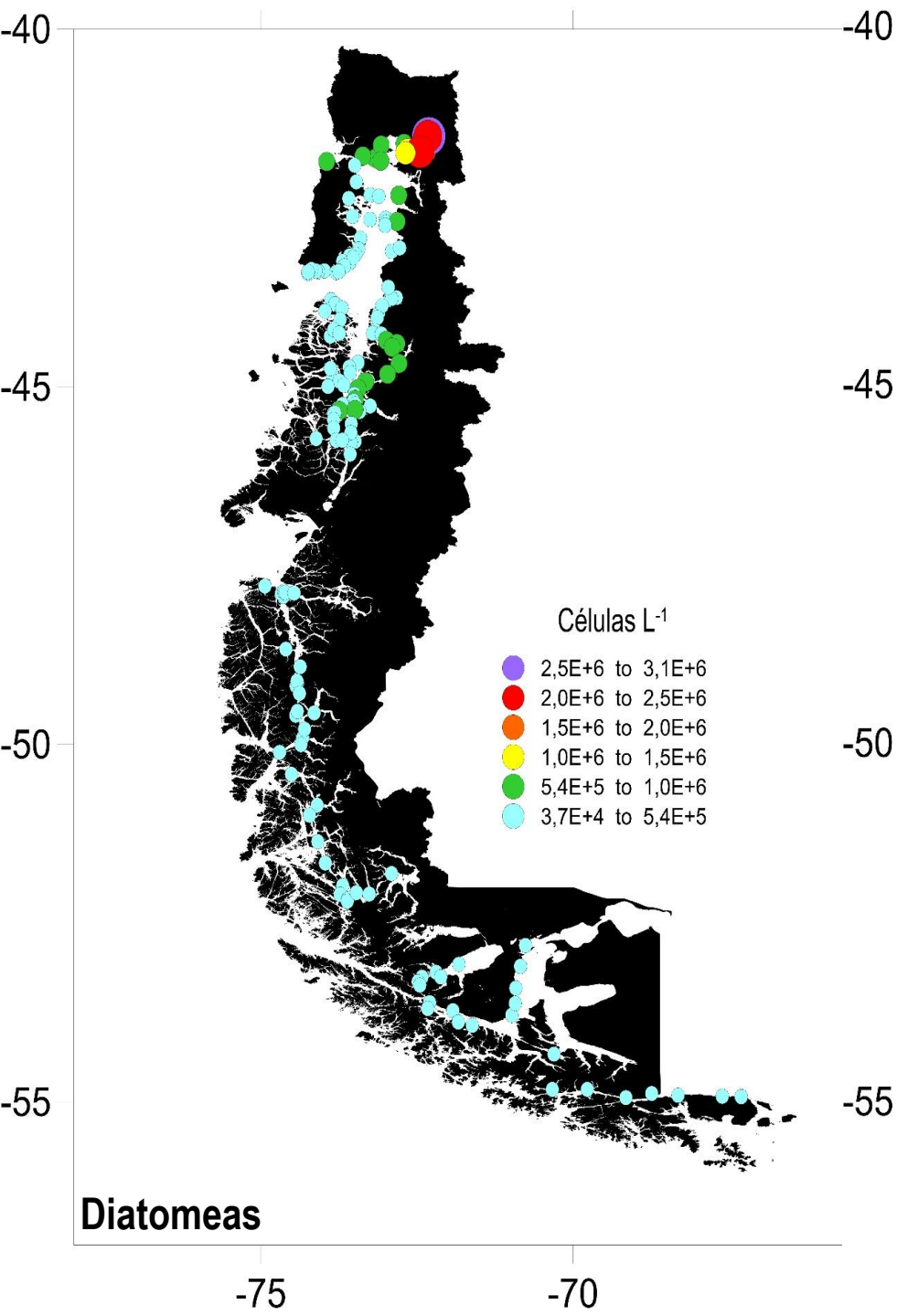
VARIABLES CONSIDERADAS:

1. Concentración de Veneno Paralizante en mariscos
2. Concentración de Veneno Amnésico en mariscos
3. Presencia – ausencia de veneno diarreico en mariscos
4. Fitoplancton cualitativo (composición a nivel específico)
5. Estimación de abundancia relativa (8 taxones)
6. Fitoplancton cuantitativo (a nivel específico)
7. Agua: Temperatura, Salinidad, Densidad, Clorofila, Oxígeno
8. Transparencia
9. Temperatura, nubosidad, presión barométrica y velocidad y dirección del viento
10. Ocasional: quistes de dinoflagelados

230 ESTACIONES DE MONITOREO



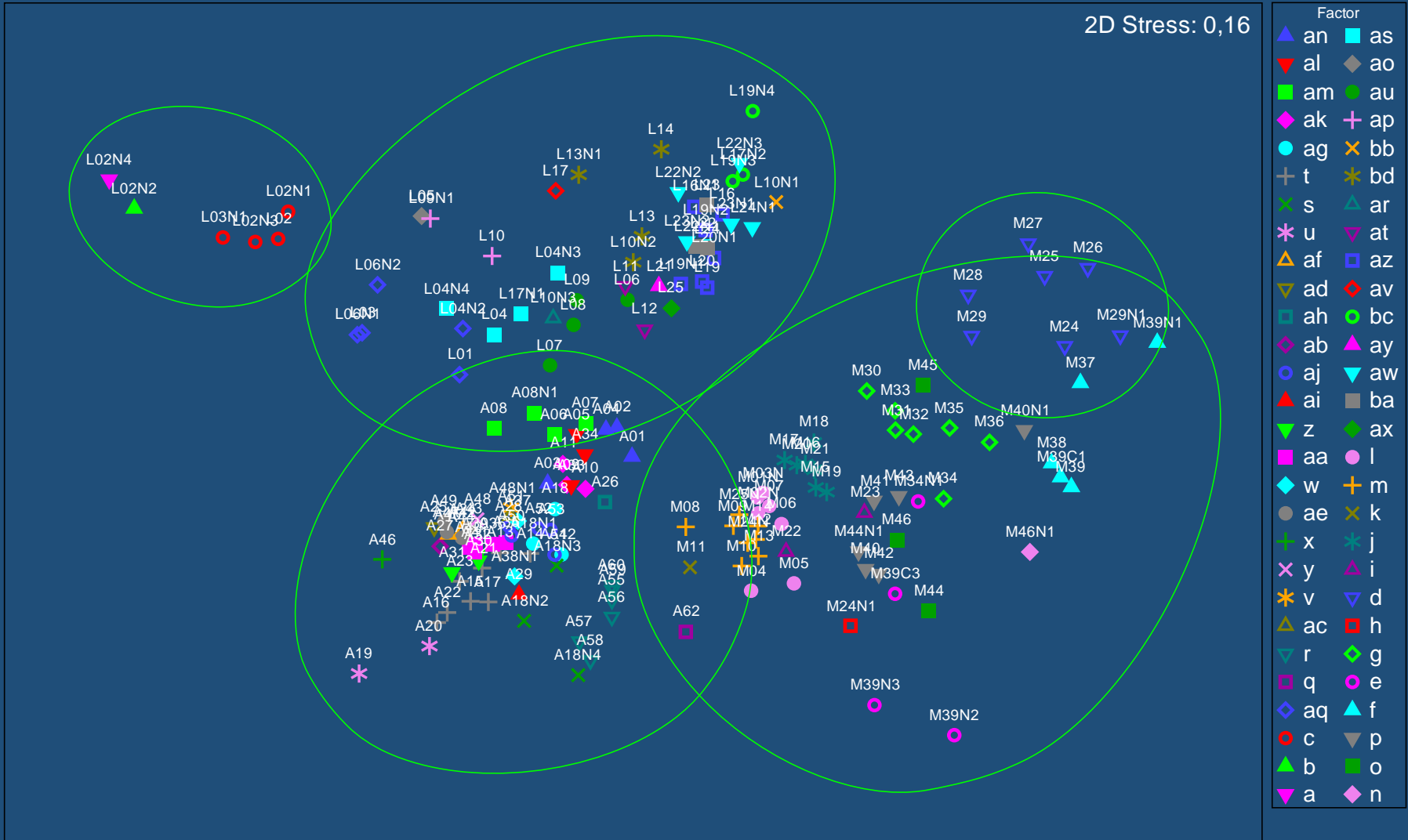


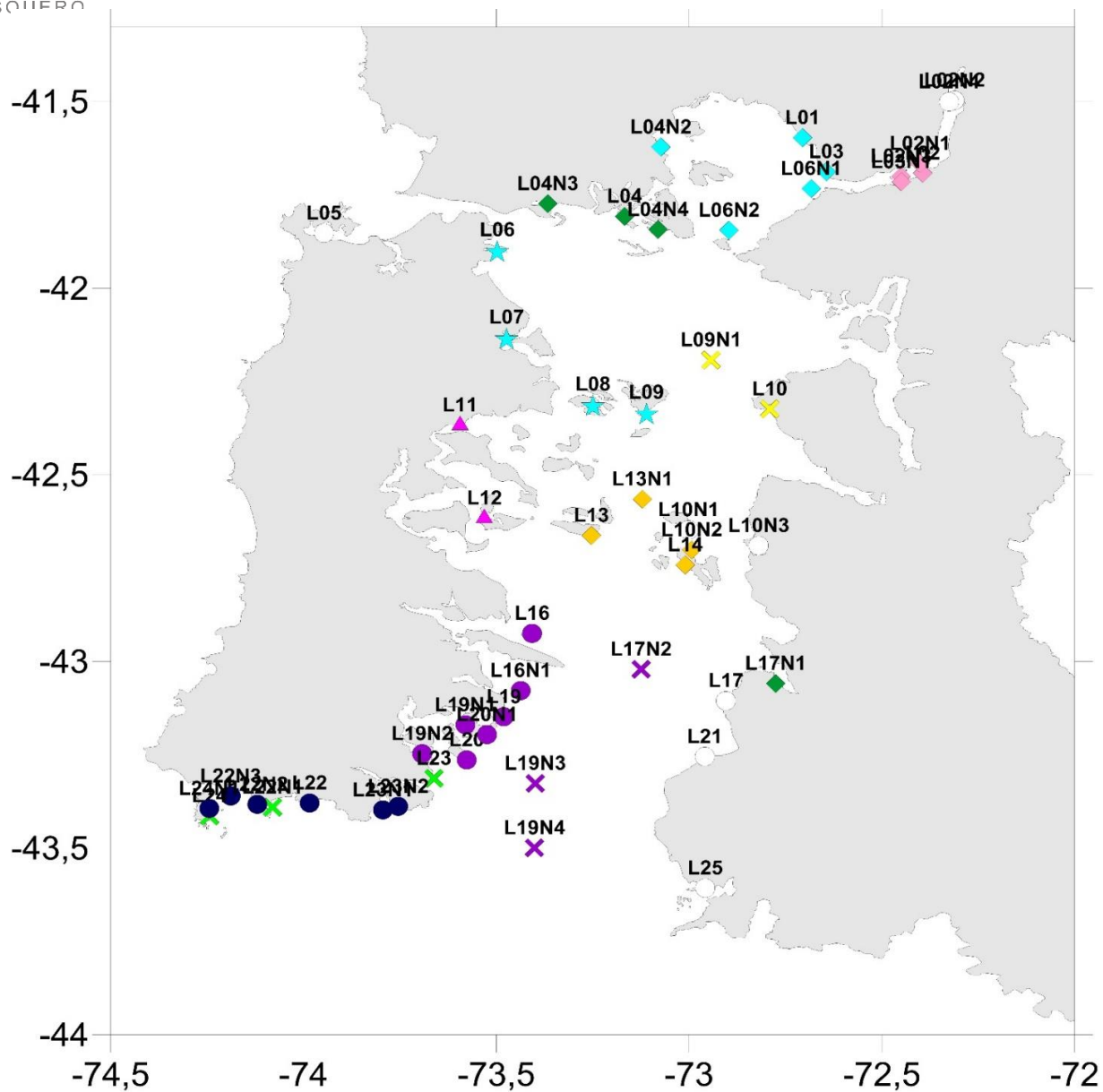


MDS Fito Cuanti 2006-15

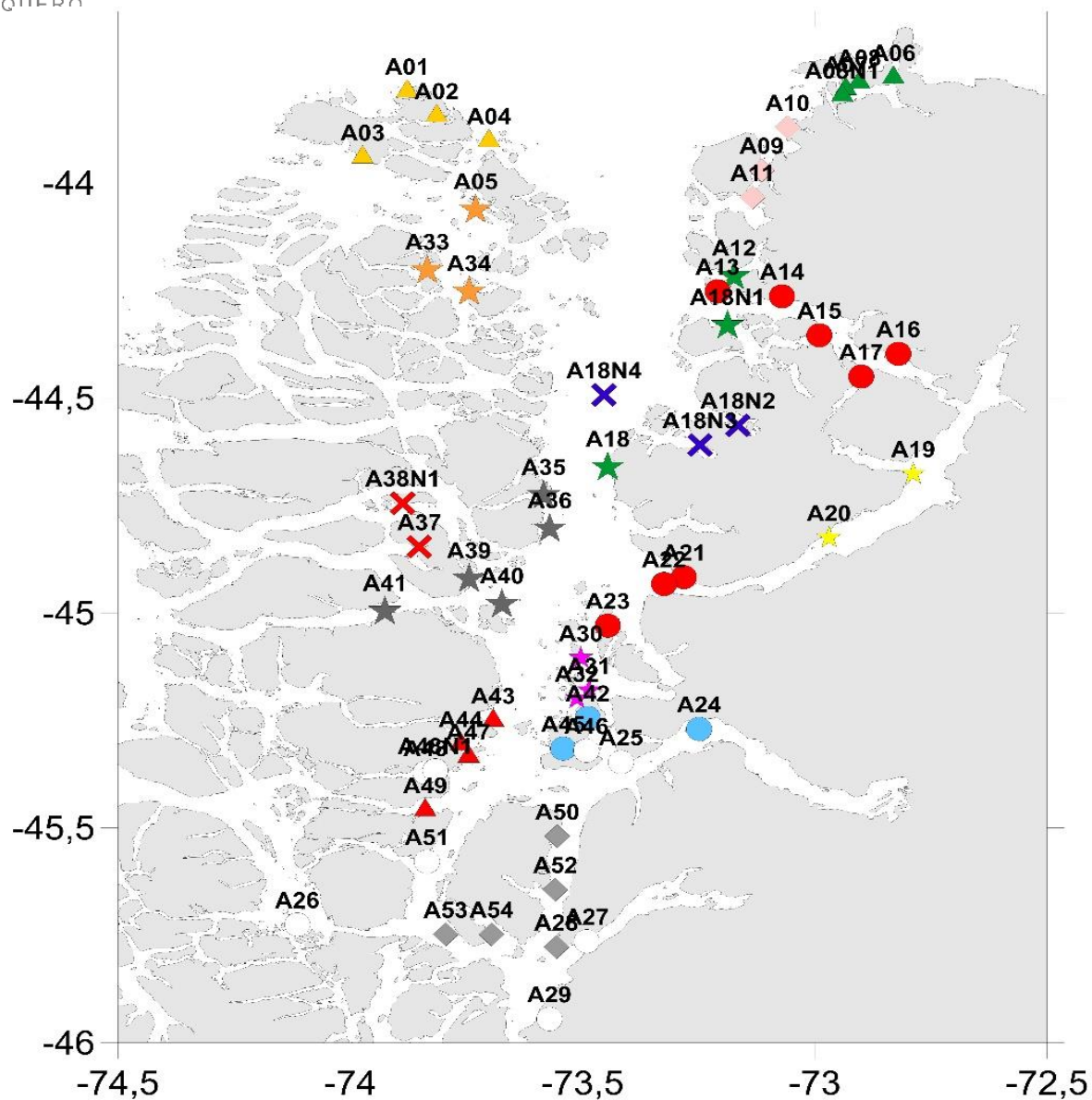
Transform: Square root
Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

2D Stress: 0,16

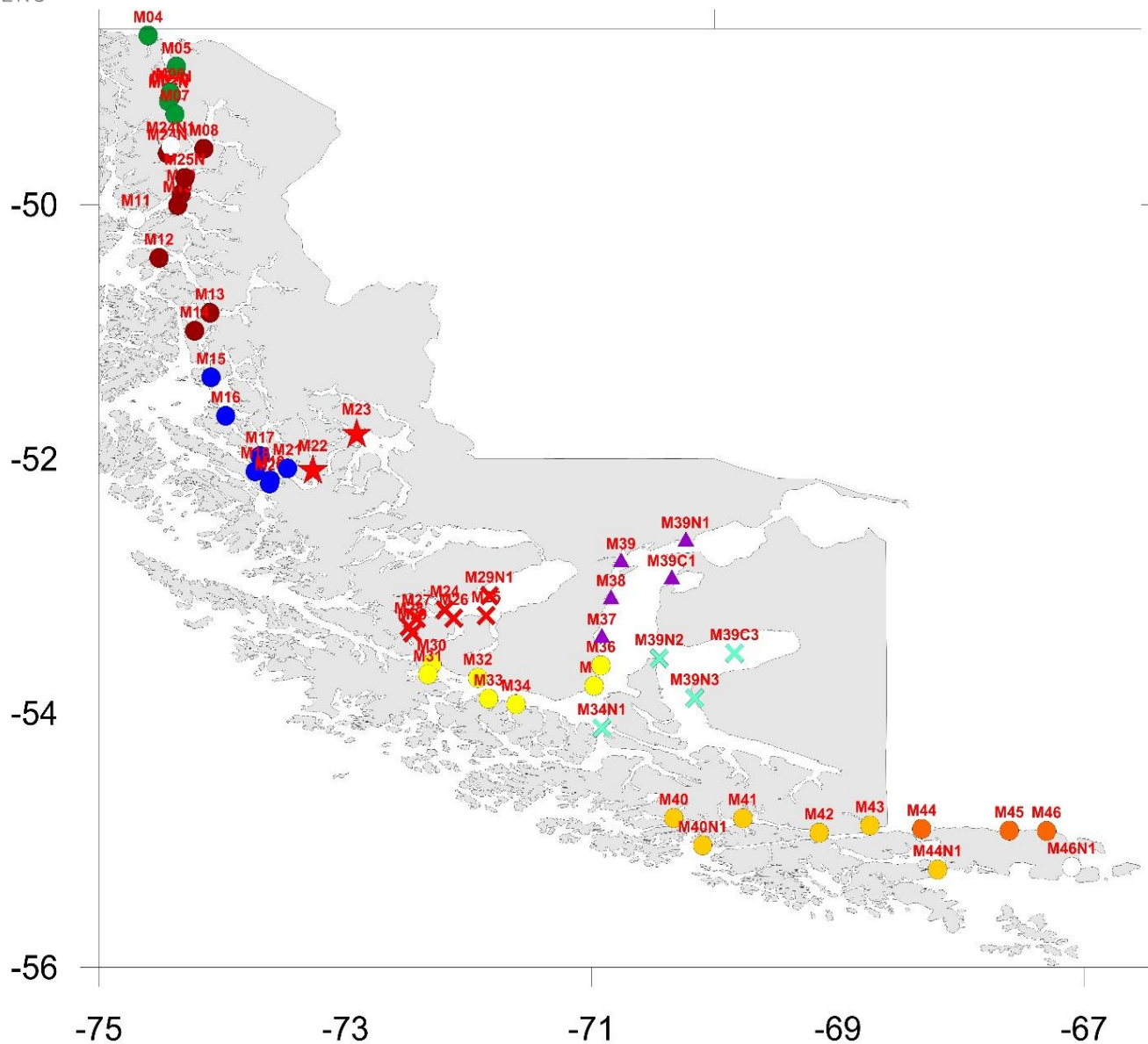




- 19 grupos en la región de Los Lagos
- 8 estaciones independientes



- 24 grupos en la región de Aysén
- 9 estaciones independientes



- 13 grupos en la región de Aysén
- 3 estaciones independientes

Normalise
Resemblance: D1 Euclidean distance

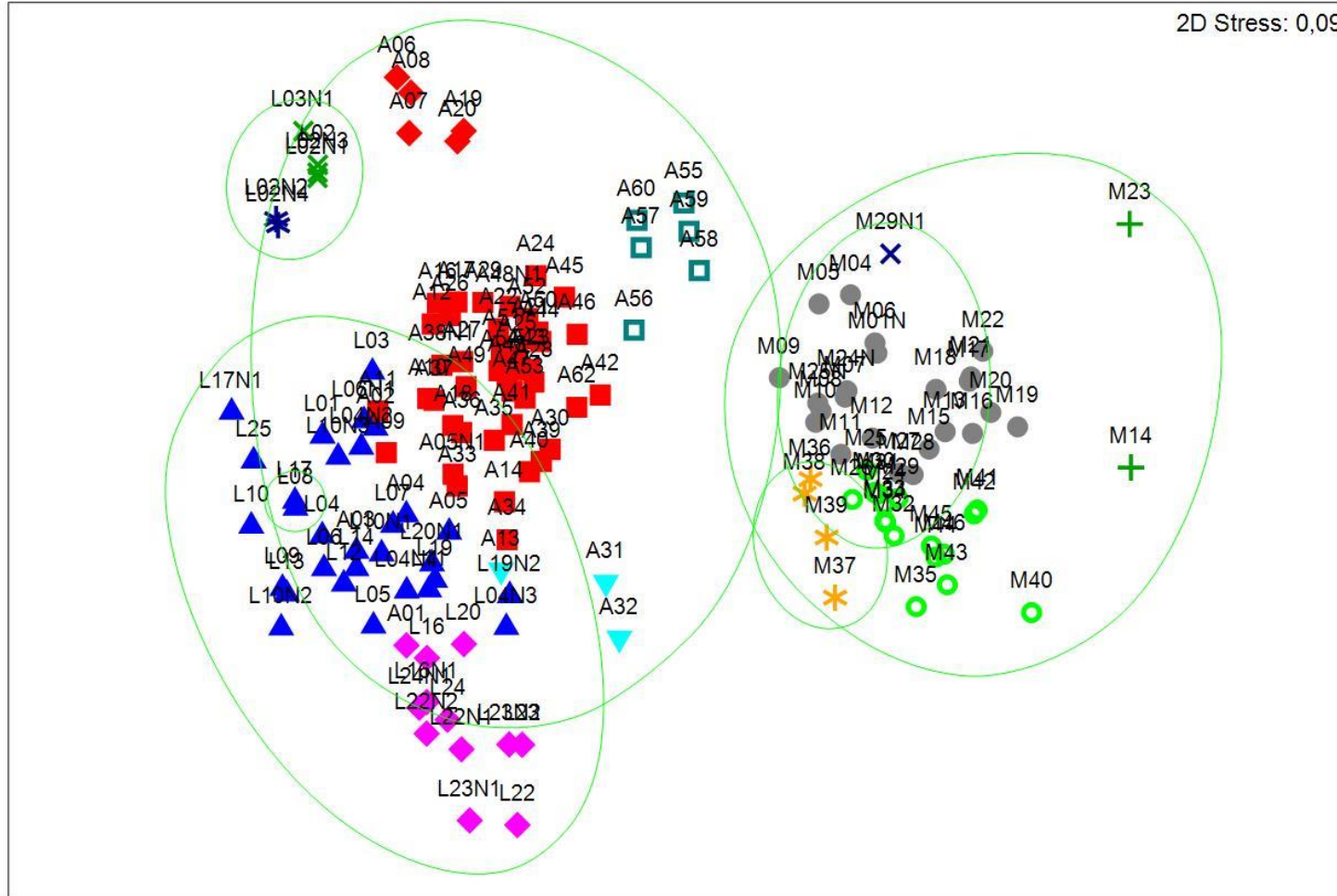
2D Stress: 0,09

Similarity

55

Zone

- | | |
|-----|-----|
| ◆ k | ■ h |
| × m | ◆ g |
| * l | ● d |
| □ j | + a |
| ○ e | × b |
| ▲ i | * c |
| ▼ f | |



Variables ambientales: Temperatura columna de agua 5 mts, Salinidad 5 mts, Nubosidad, Dirección del viento, Velocidad promedio del viento, Presión barométrica

Variables ambientales:

Temperatura columna de agua 5 mts .

Salinidad 5 mts.

Nubosidad

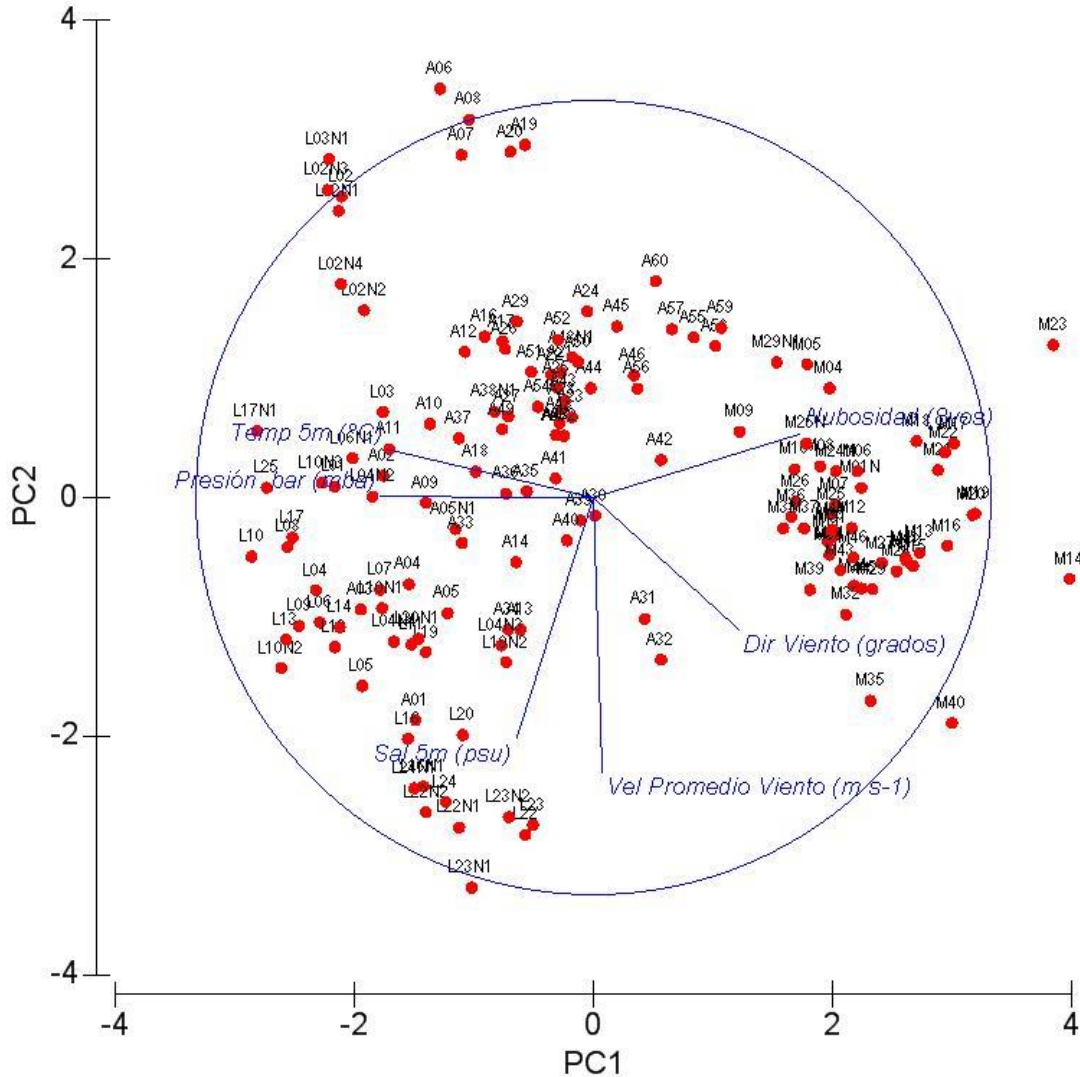
Dirección del viento

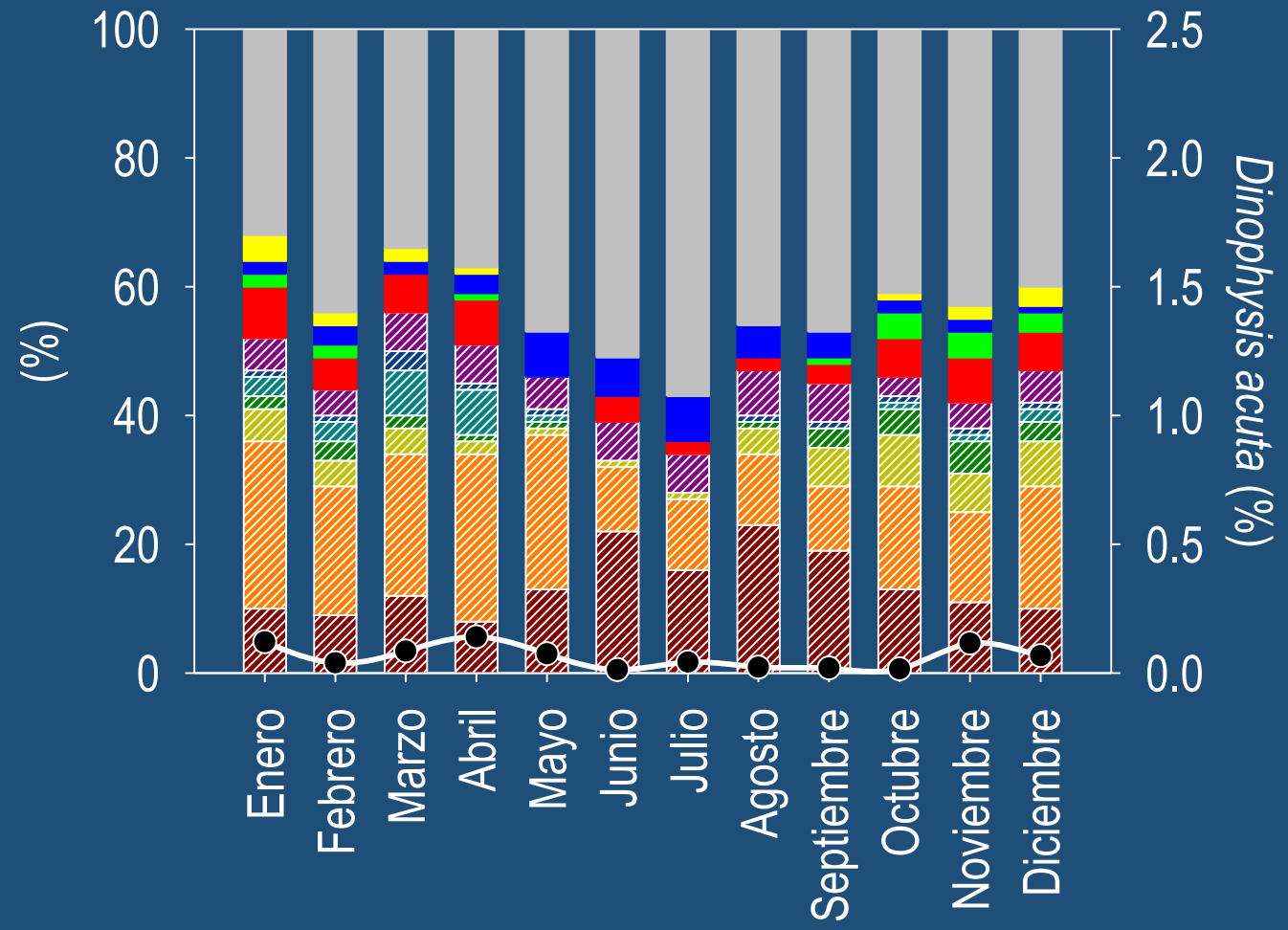
Velocidad promedio del viento

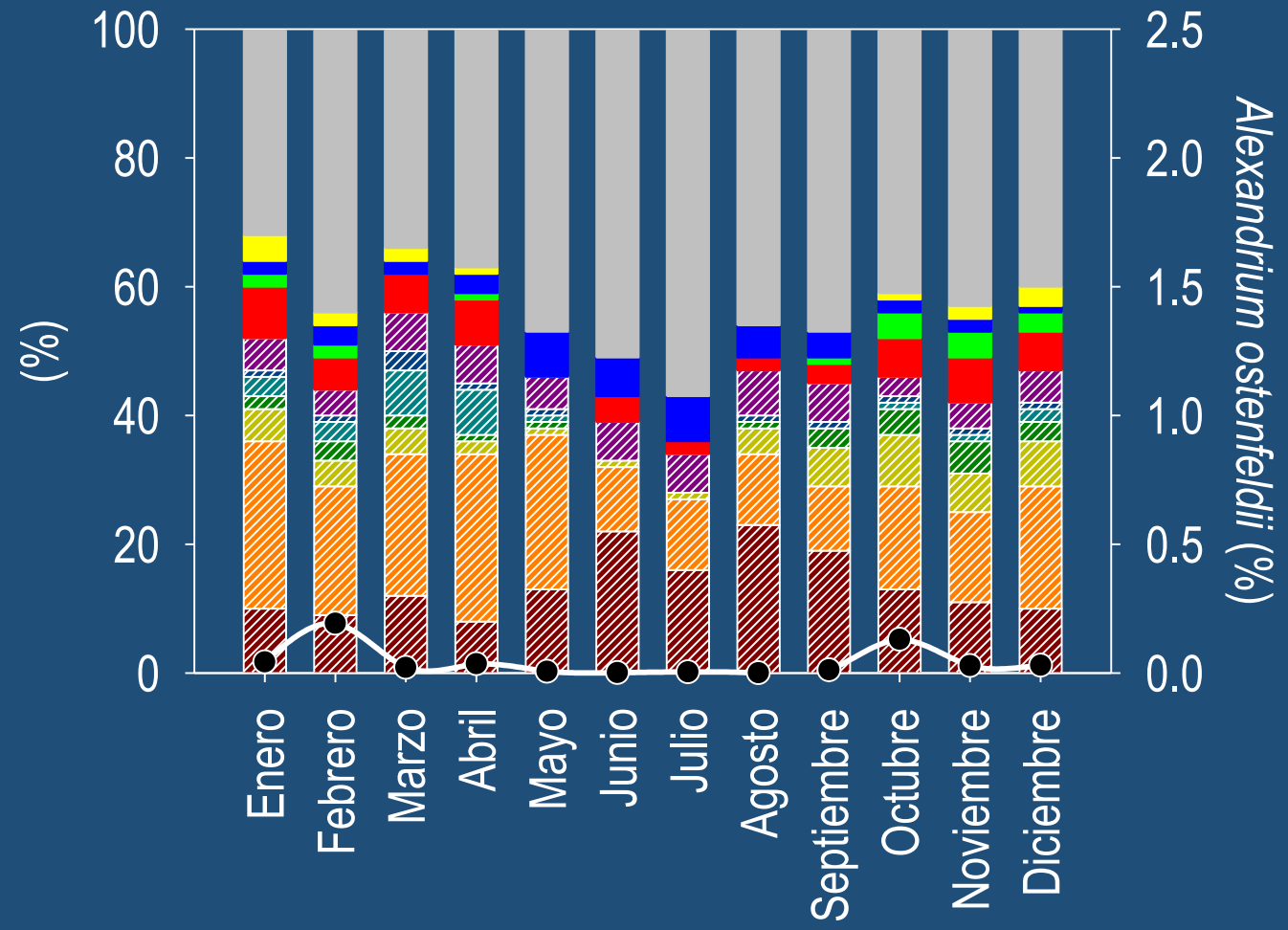
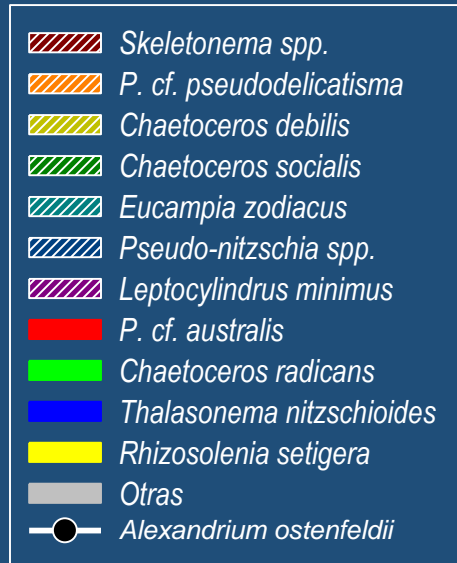
Presión barométrica

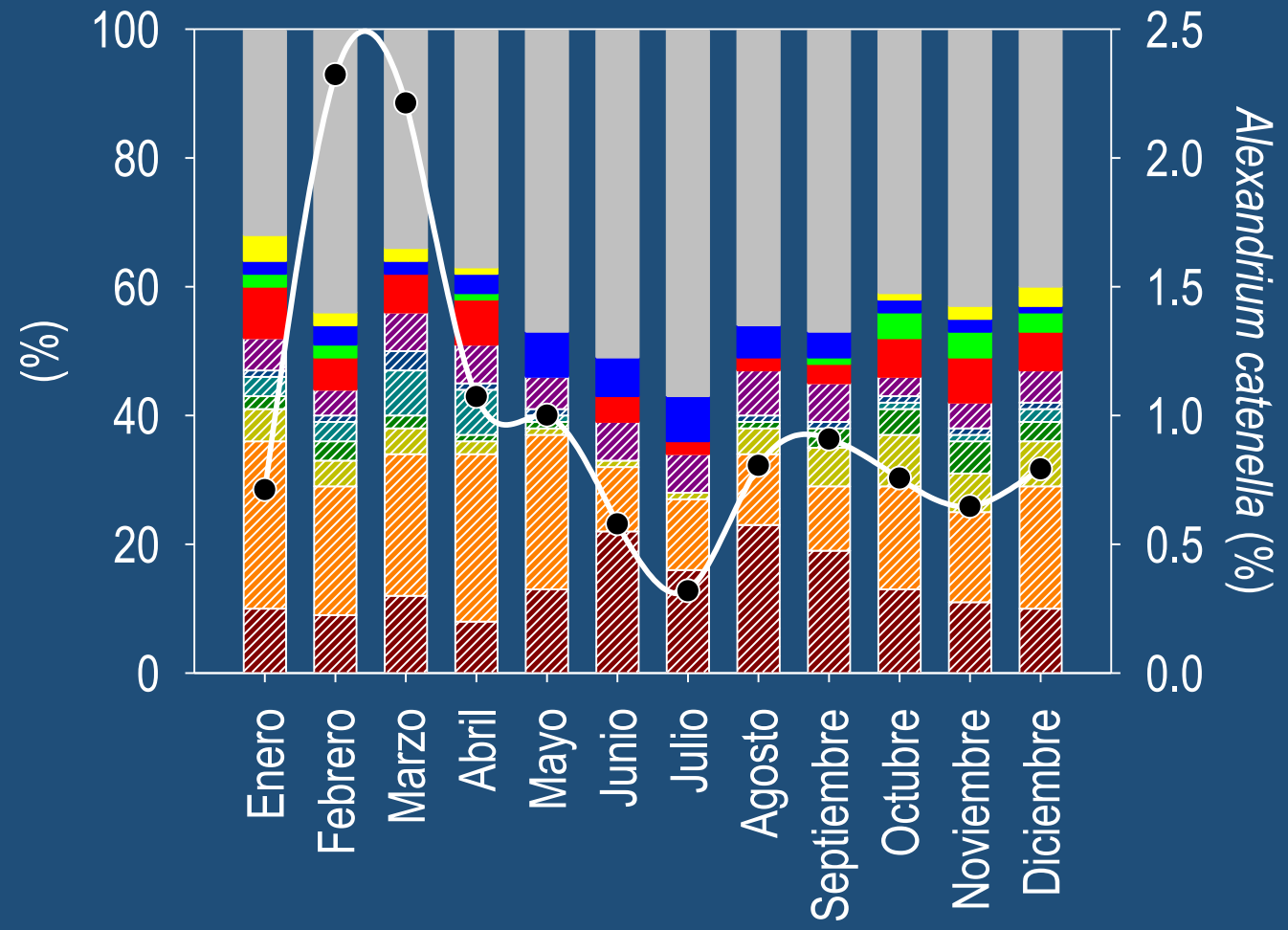
Variables biológicas:

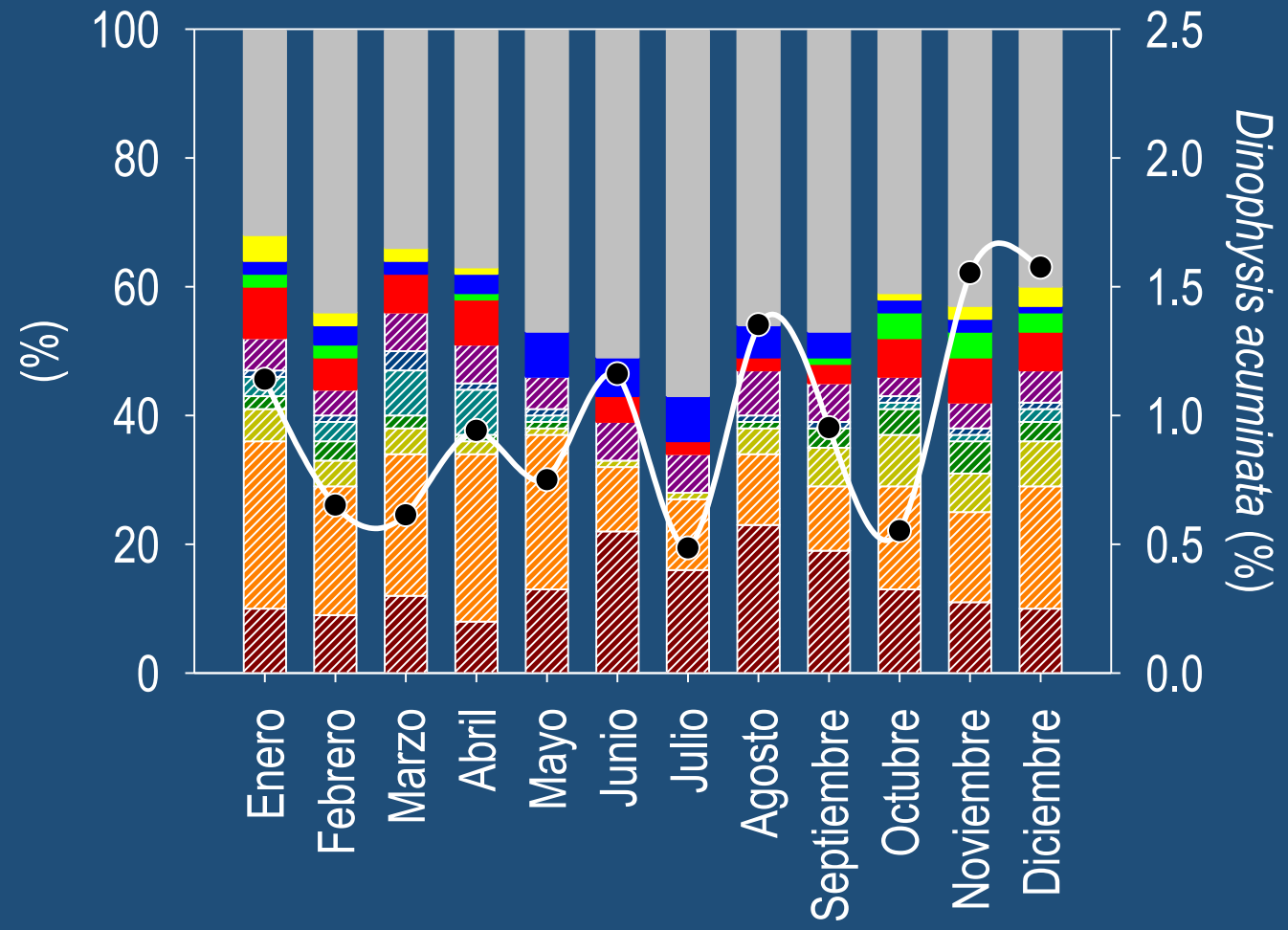
Composición fitoplanctónica
(células x L⁻¹)

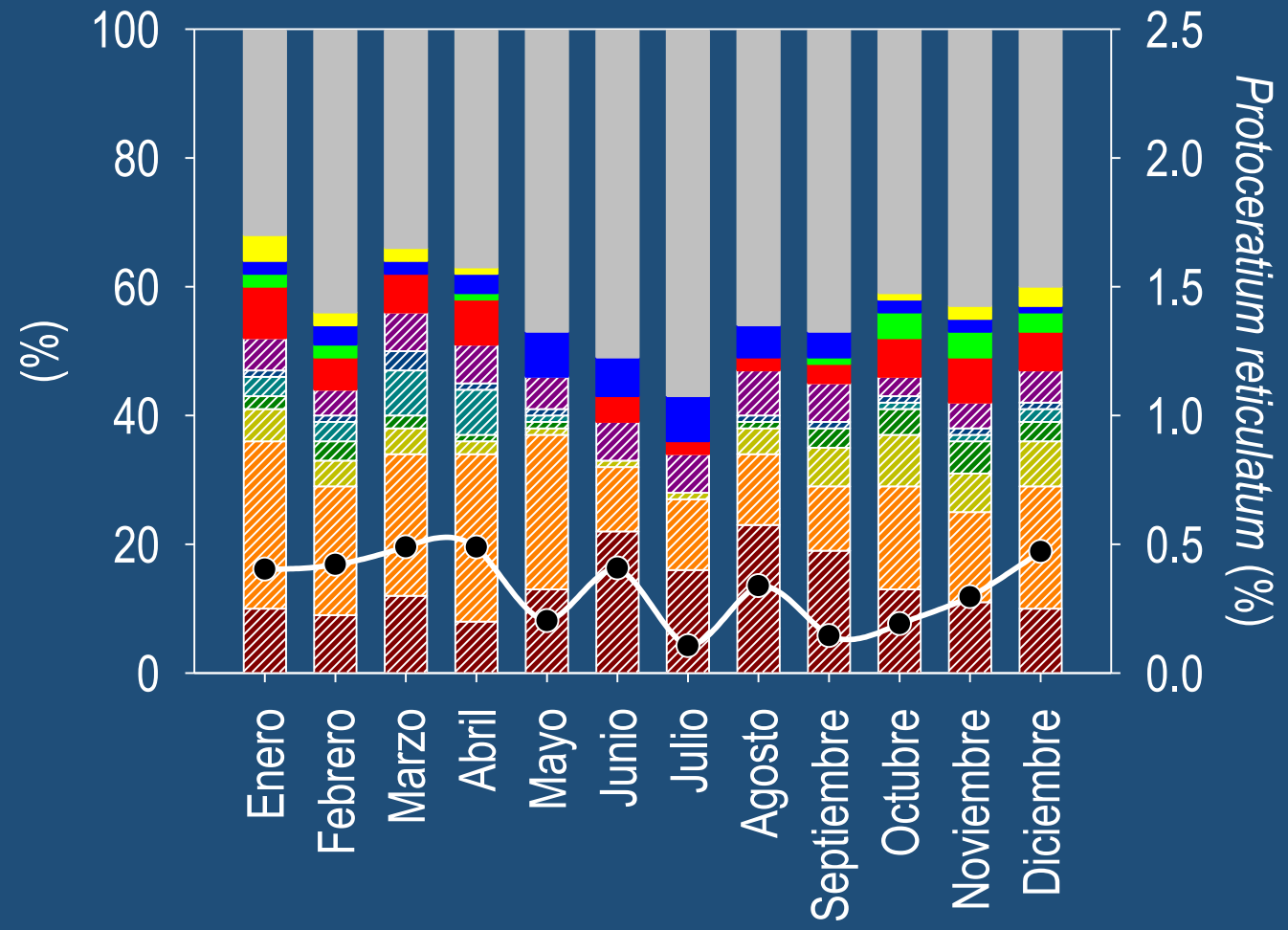
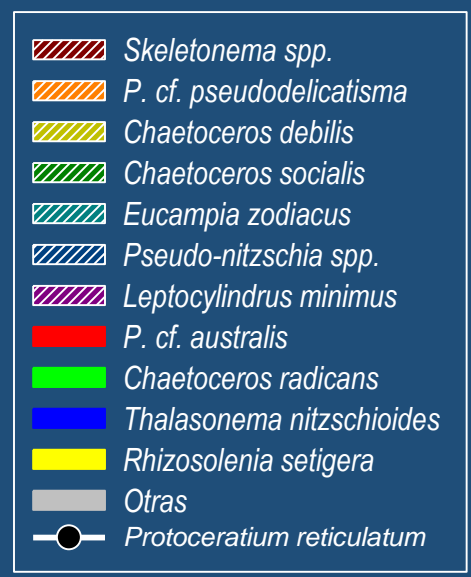






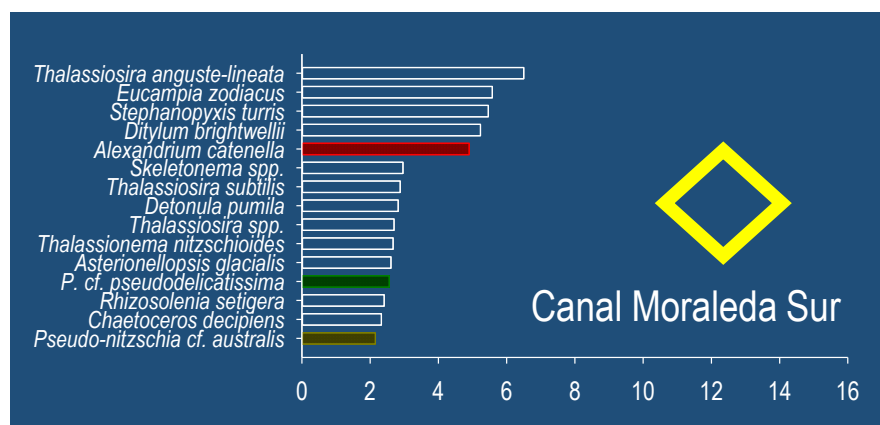
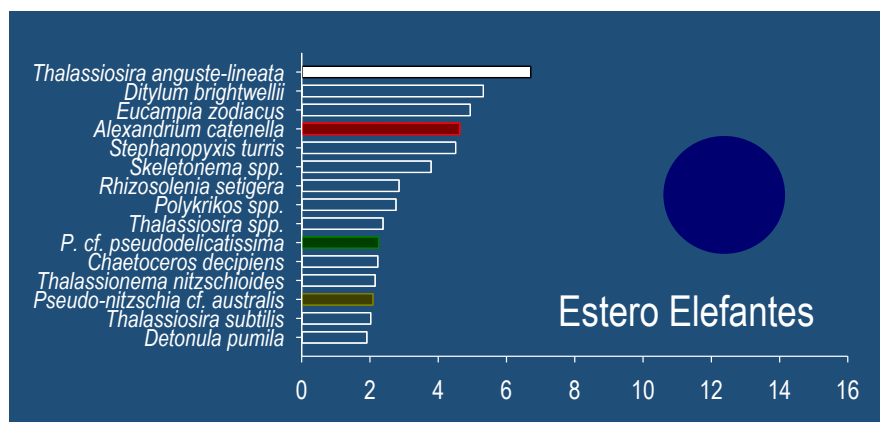
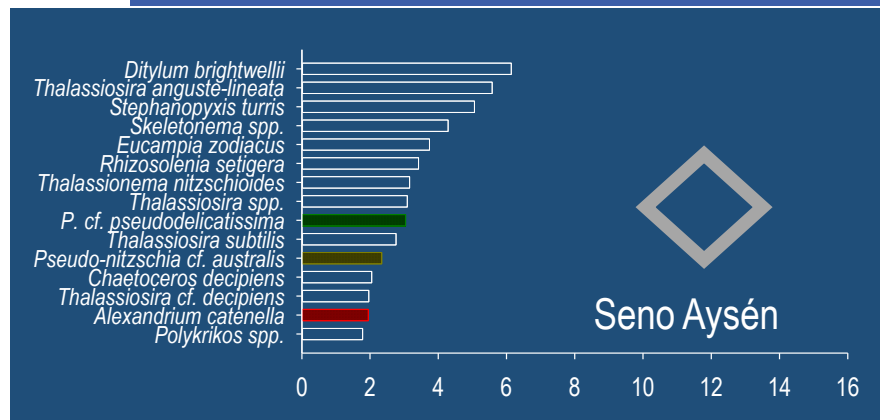






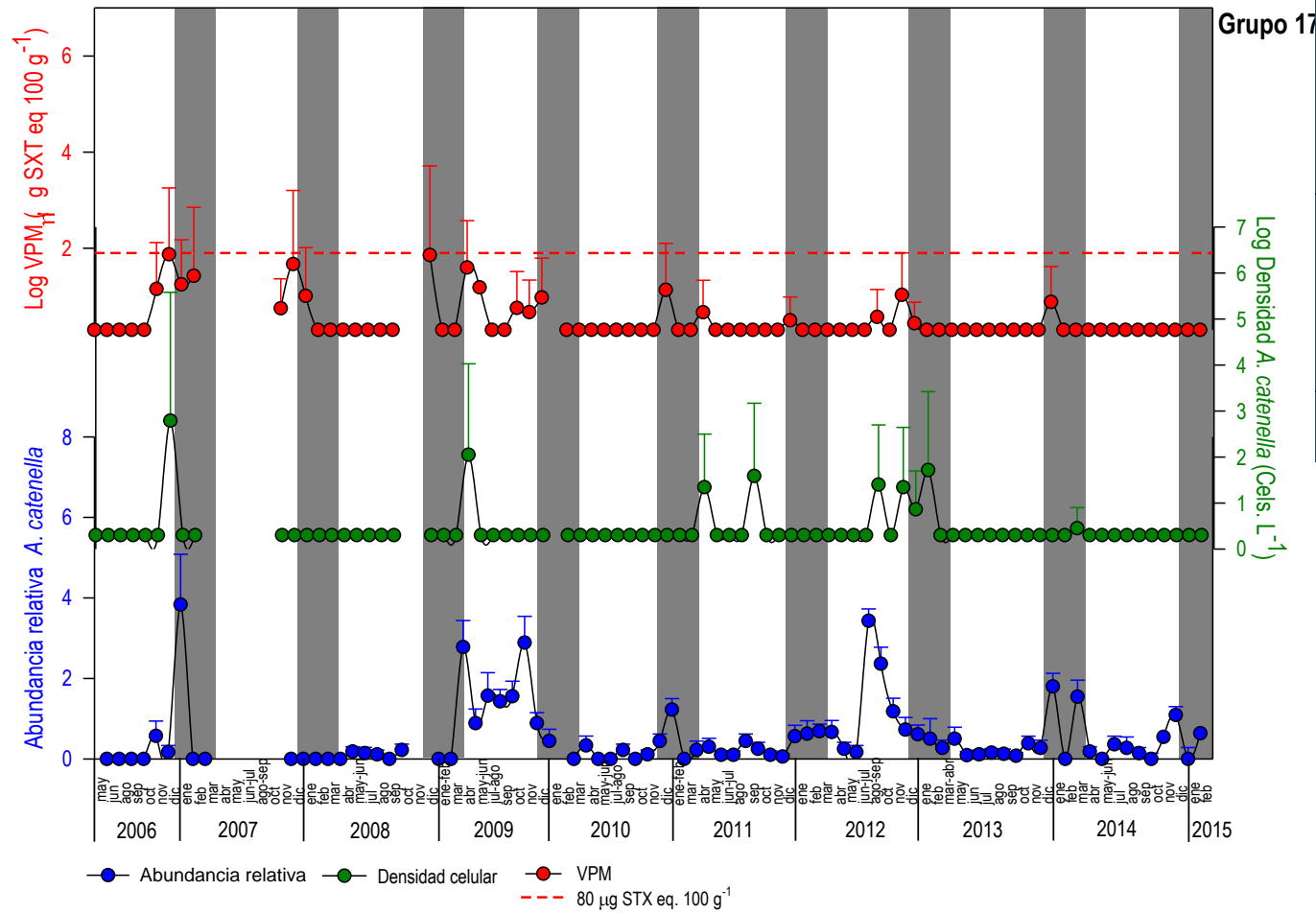


PREVENCION

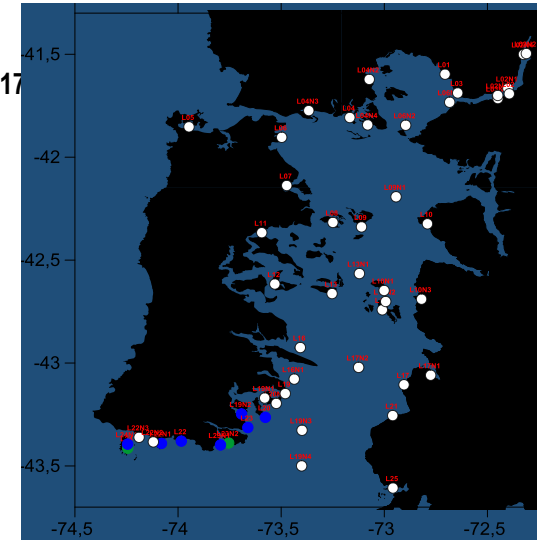


Los Lagos

Representación en dendograma del VPM y ordenamiento multidimensional (MDS) (PRIMER V7)

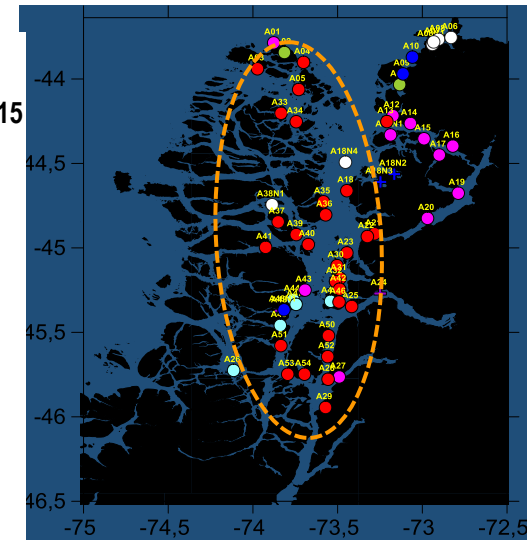
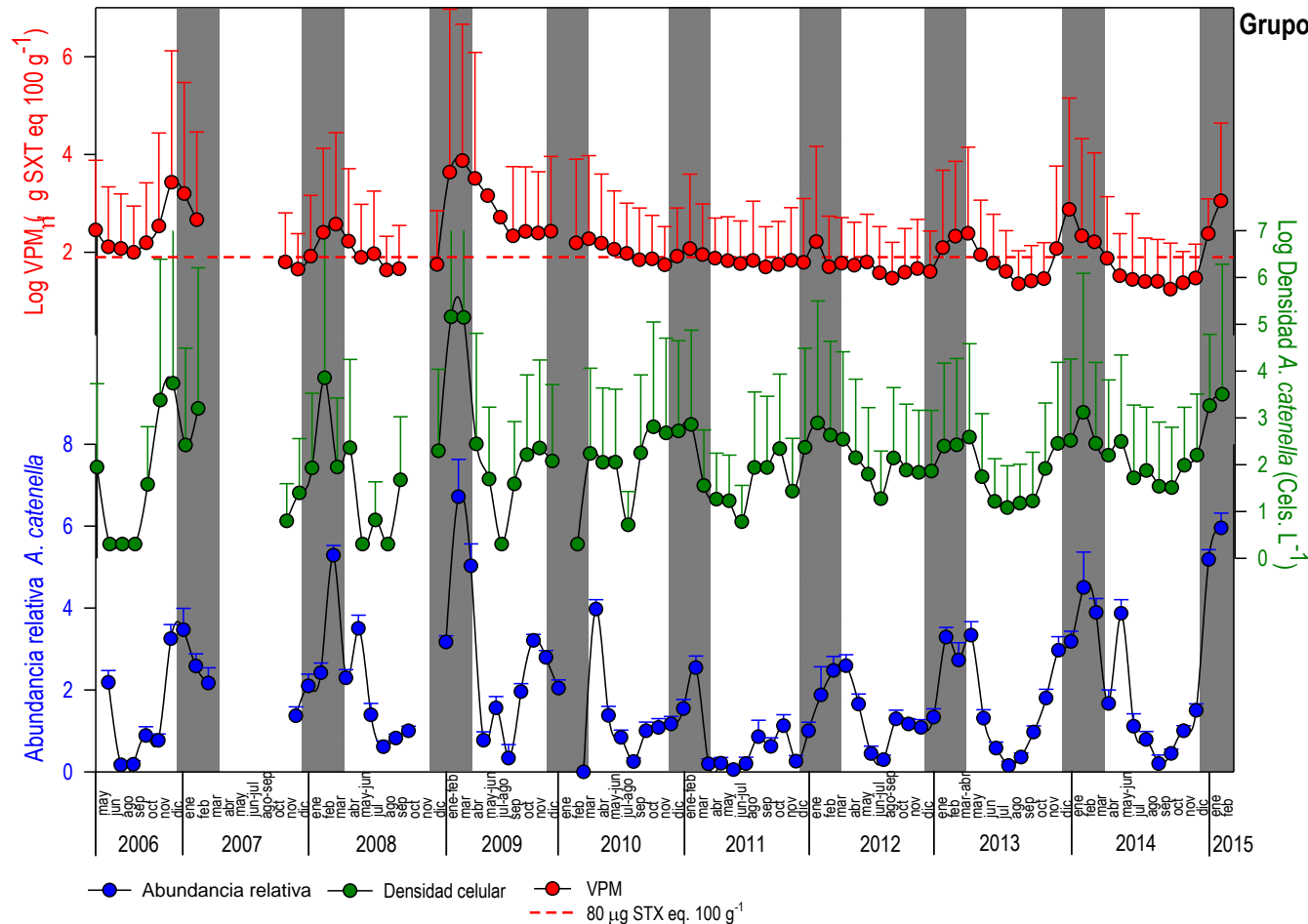


Grupo 17



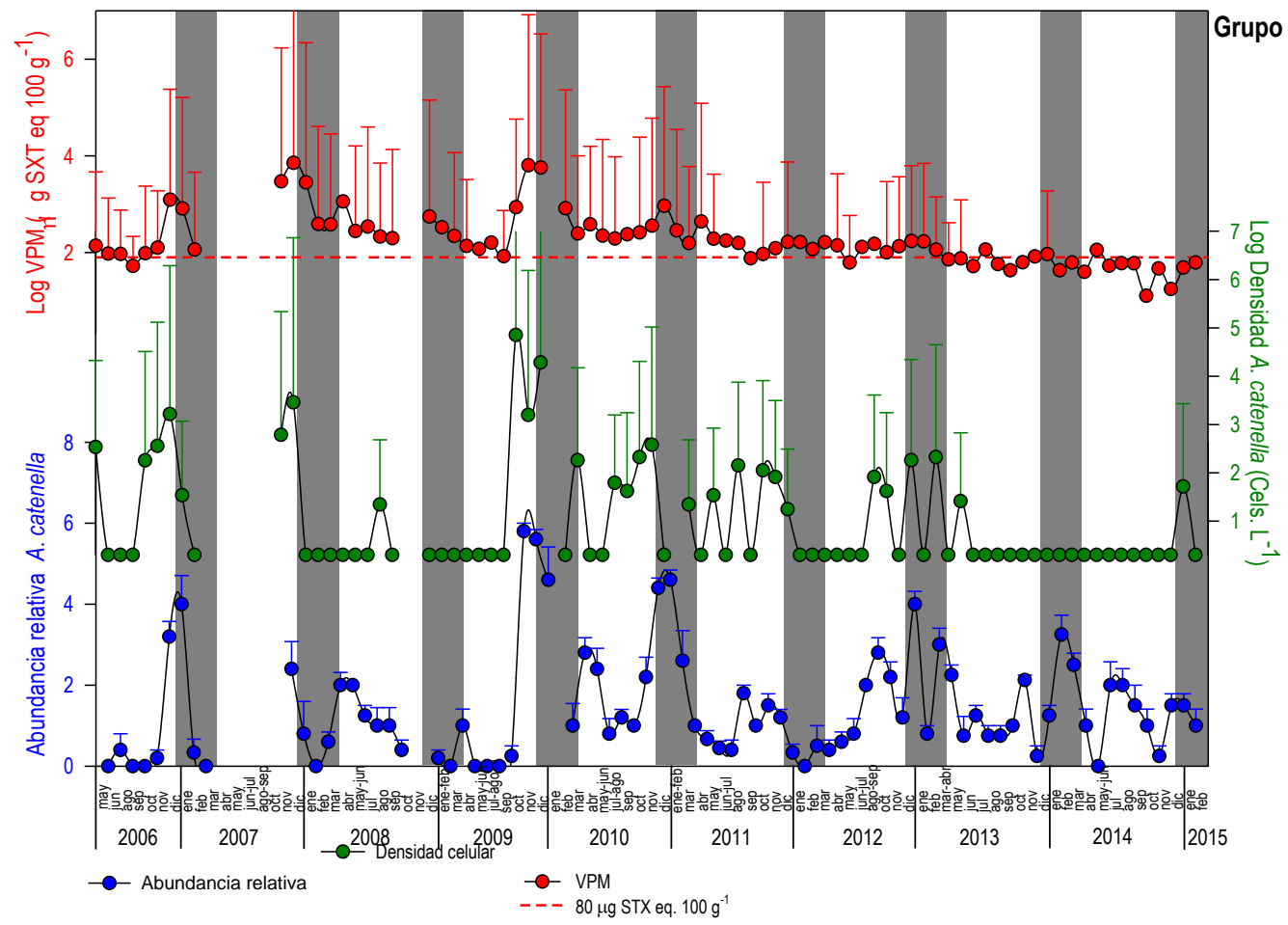
Aysén

Representación en dendograma del VPM y ordenamiento multidimensional (MDS) (PRIMER V7)

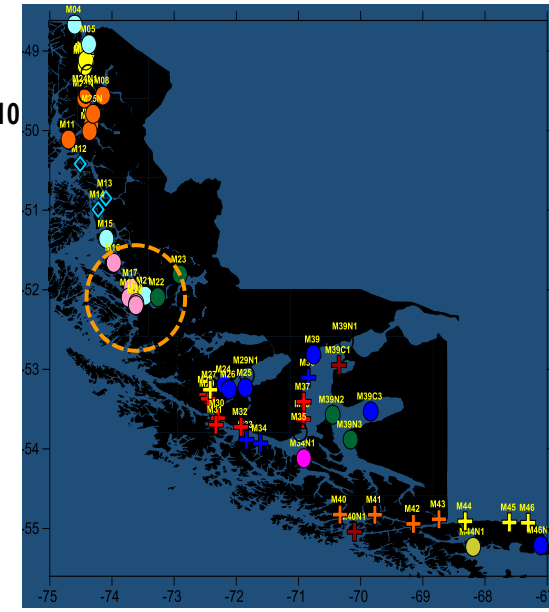


Magallanes

Representación en dendograma del VPM y ordenamiento multidimensional (MDS) (PRIMER V7)



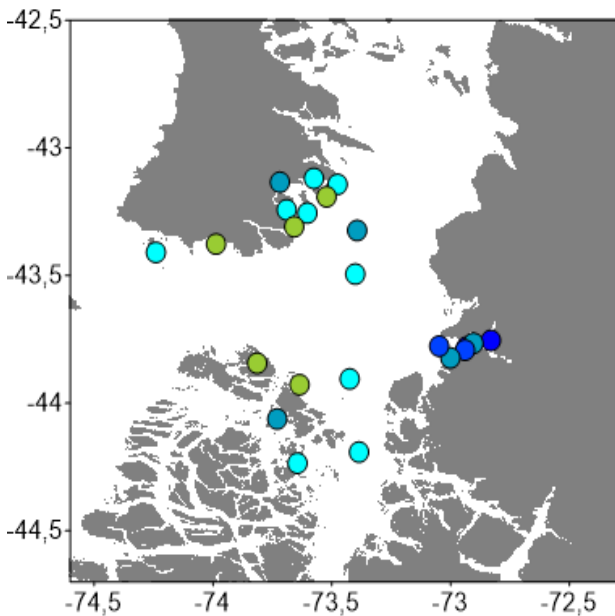
Grupo 10



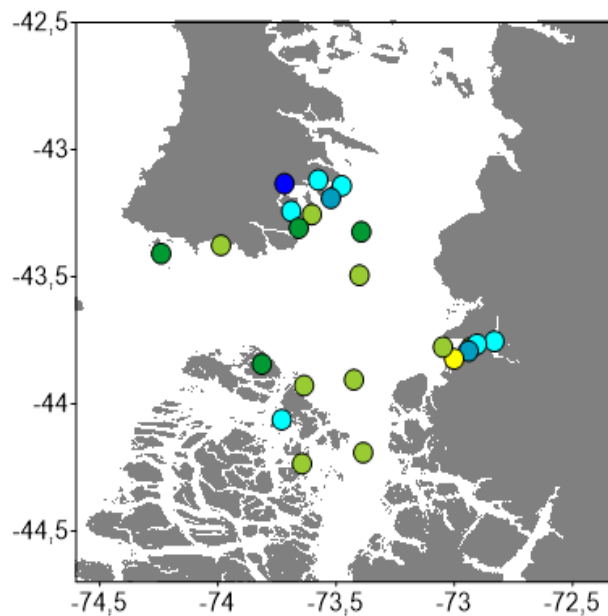
REPORTES PERIODICOS

PROGRAMA MANEJO Y MONITOREO DE LAS MAREAS ROJAS EN LAS REGIONES DE LOS LAGOS AYSÉN Y MAGALLANES

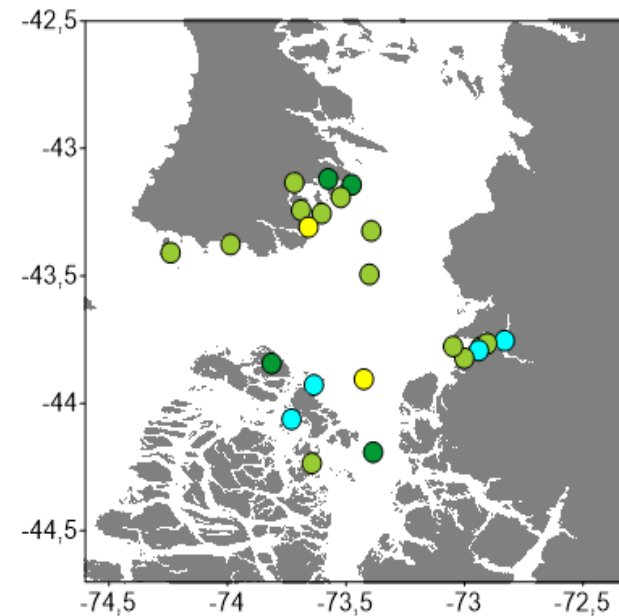
Crucero 21
22 nov. - 26 nov. 2016



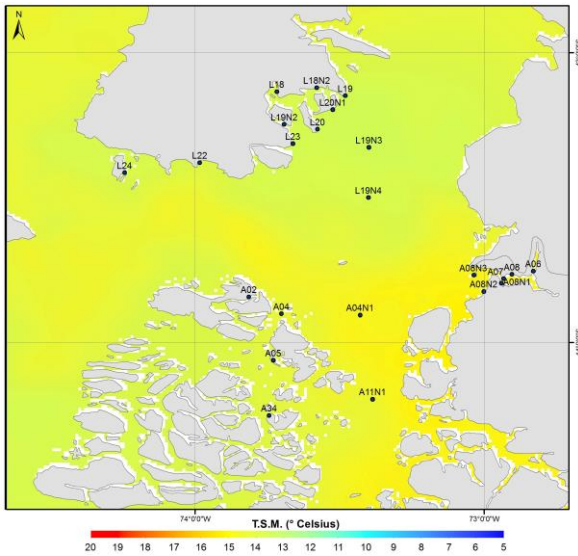
Crucero 22
05 dic. - 07 dic. 2016



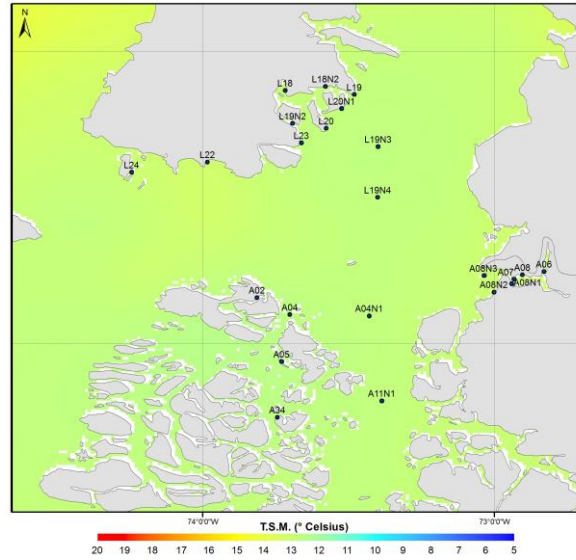
Crucero 23
12 dic. - 15 dic. 2016



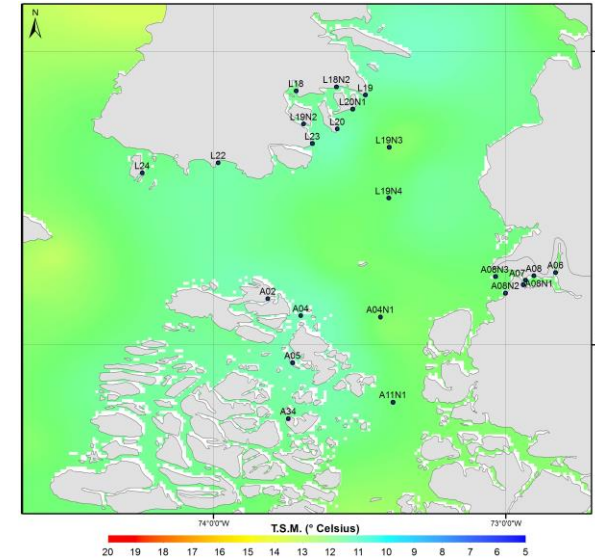
- 0 Ausente
- 1 Raro
- 2 Escaso
- 3 Regular
- 4 Abundante
- 5 Muy Abundante
- 6 Extremadamente Abundante
- 7 Hiper Abundante
- 8 Ultra Abundante
- 9 Mega Abundante



Crucero 21
24 Noviembre 2016

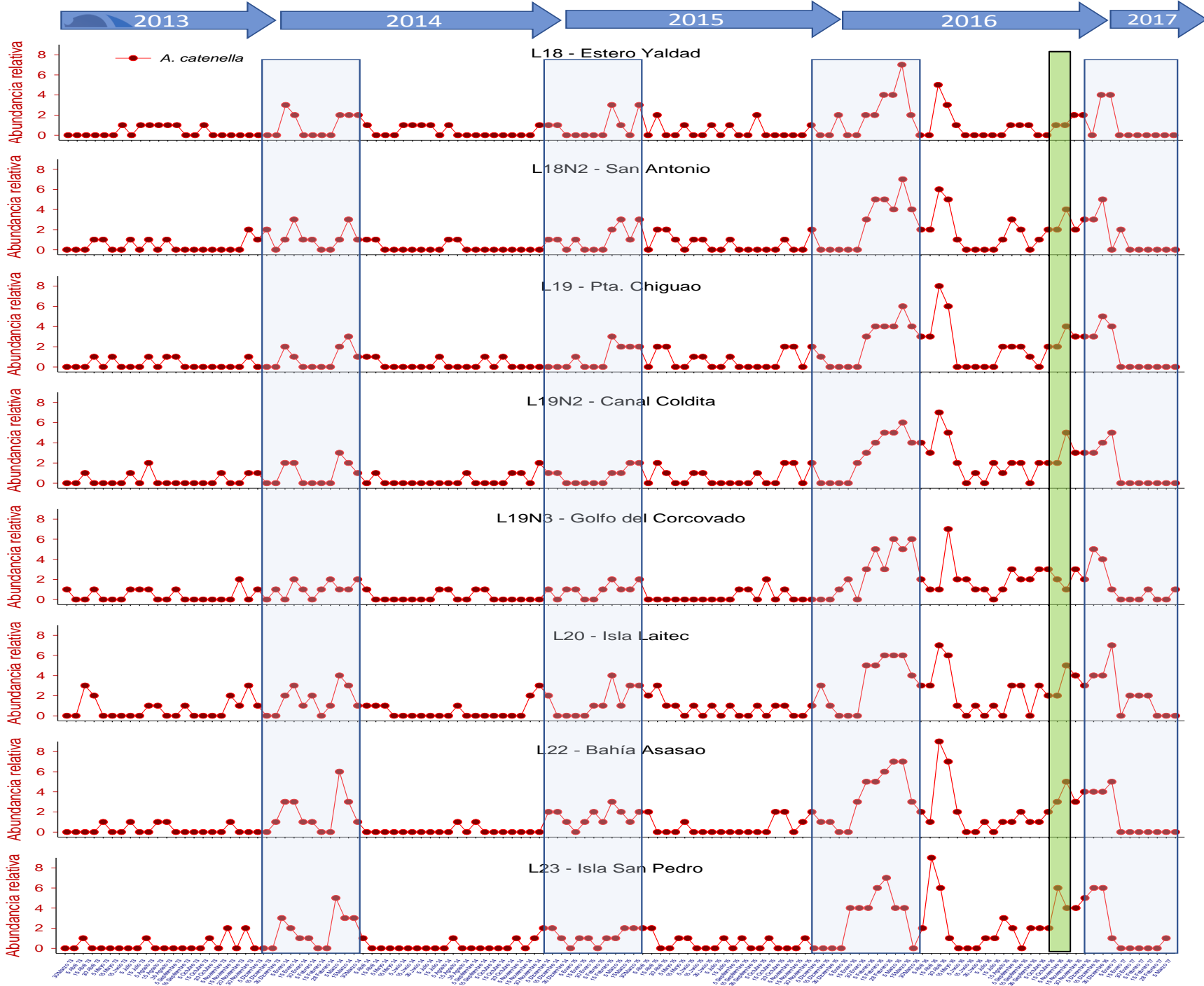


Crucero 22
06 Diciembre 2016



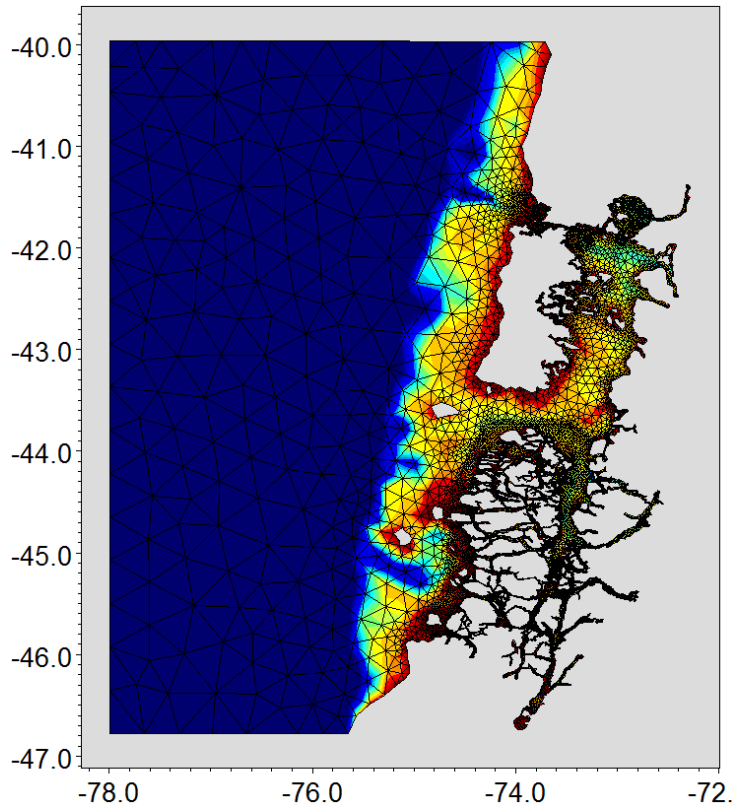
Crucero 23
14 Diciembre 2016

Crucero N°	Alta Frecuencia
21	Skeletonemma spp., Detonula pumila
22	Skeletonemma spp., Detonula pumila, Pseudo-nitzschia spp.
23	Detonula pumila, Thalassiosira spp., Skeletonemma spp., Pseudo-nitzschia spp.

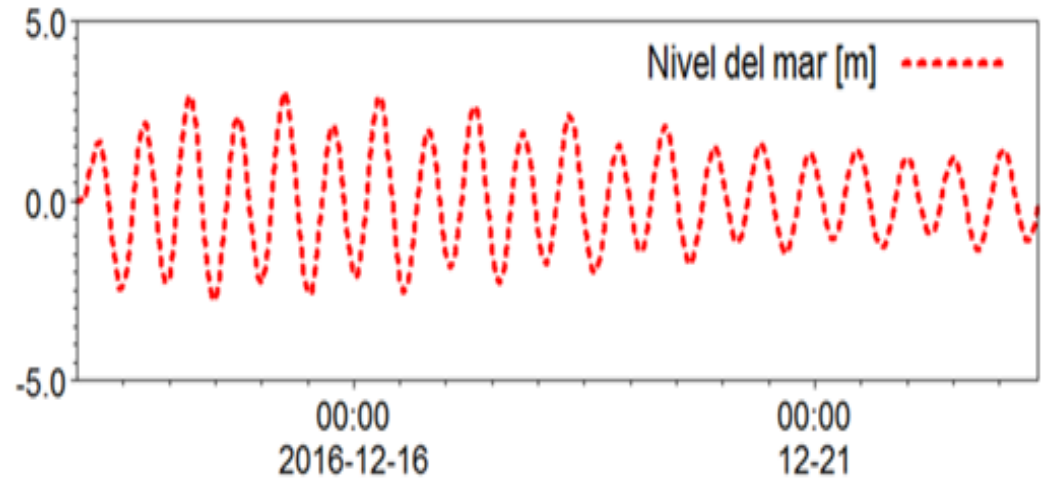


Desarrollo de modelos de pronóstico

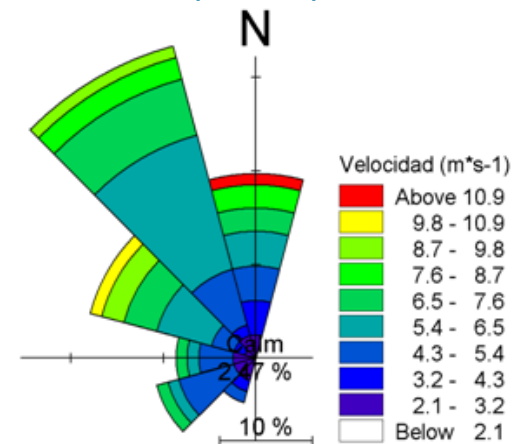
Dominio regional del modelo hidrodinámico

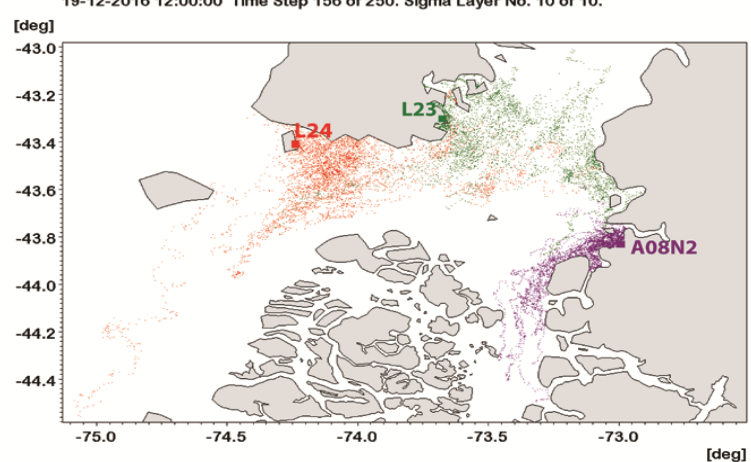
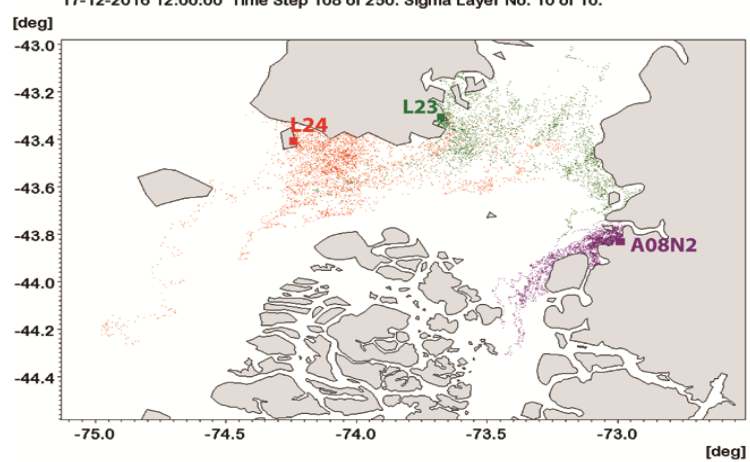
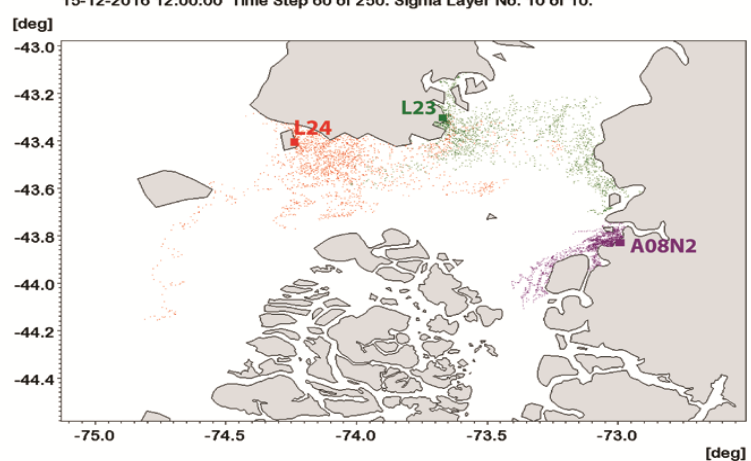
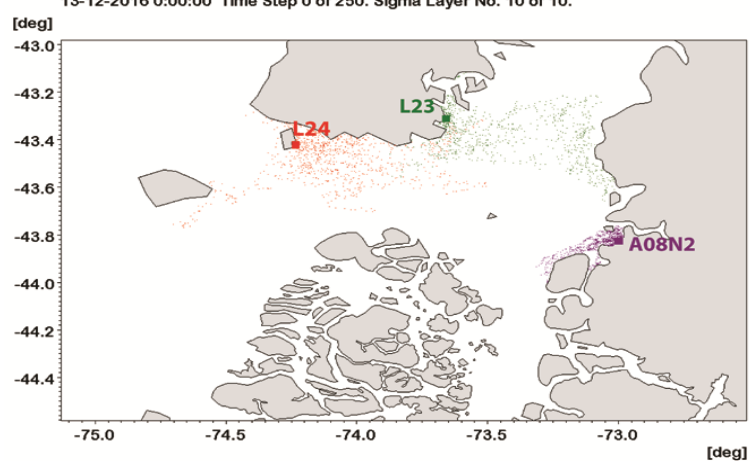
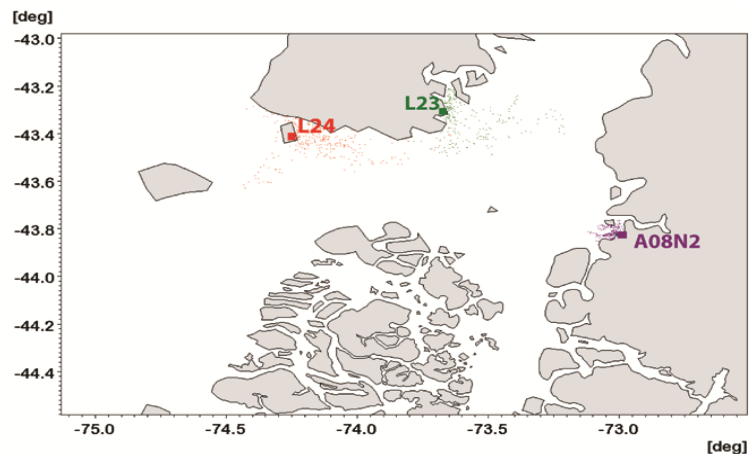
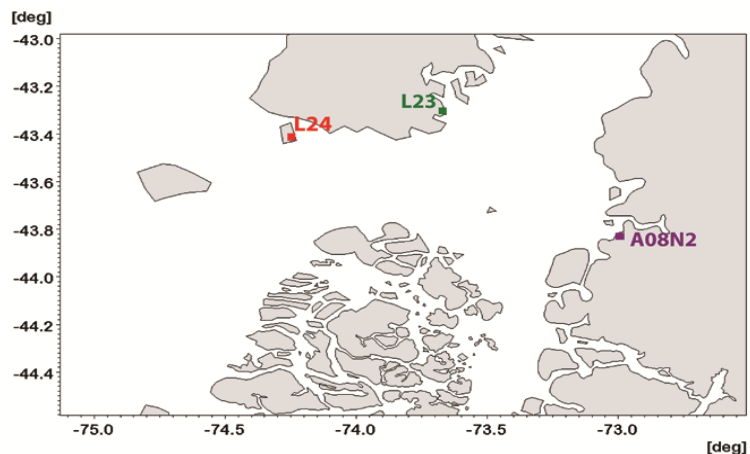


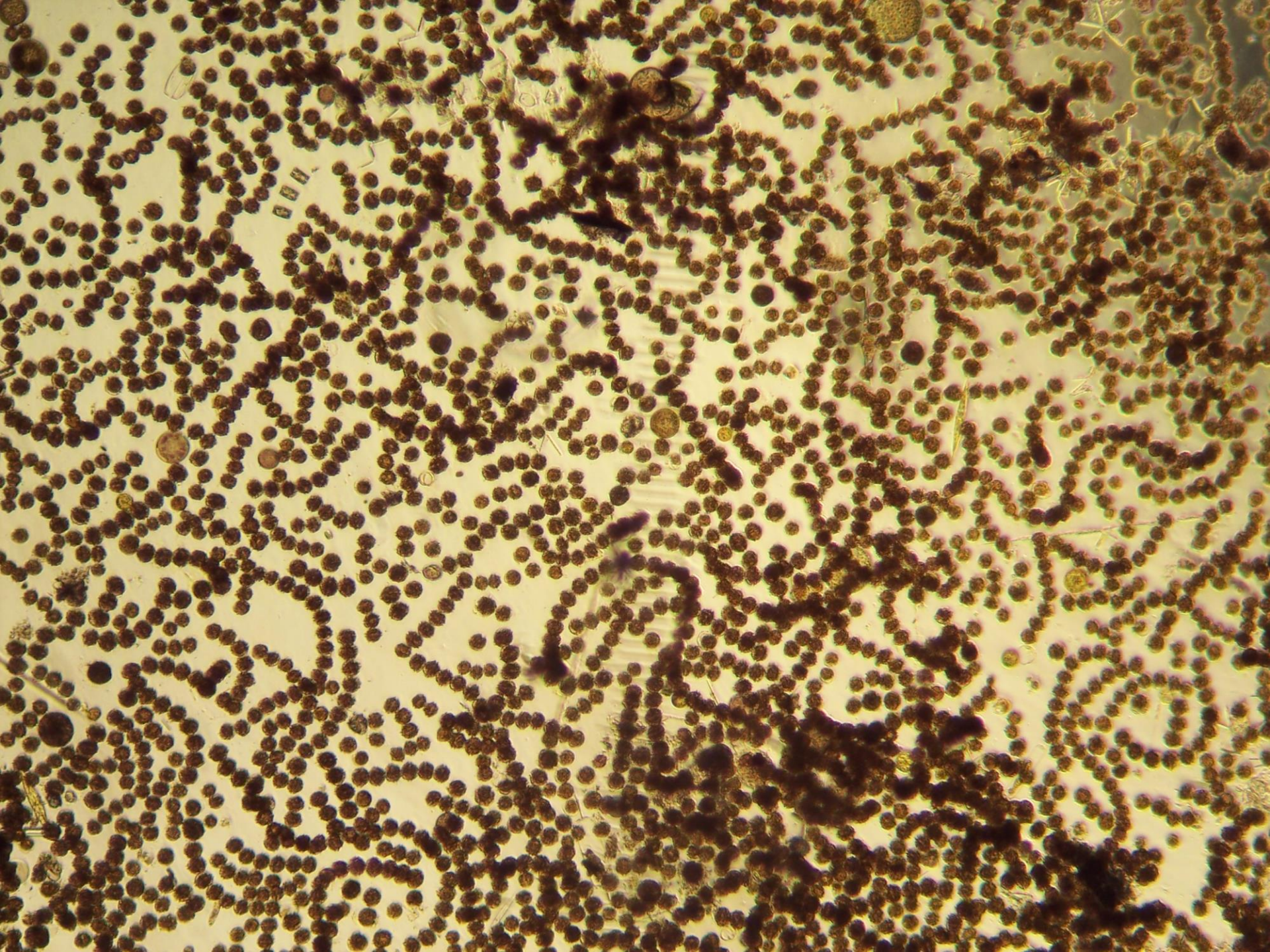
Marea pronosticada para el periodo de simulación

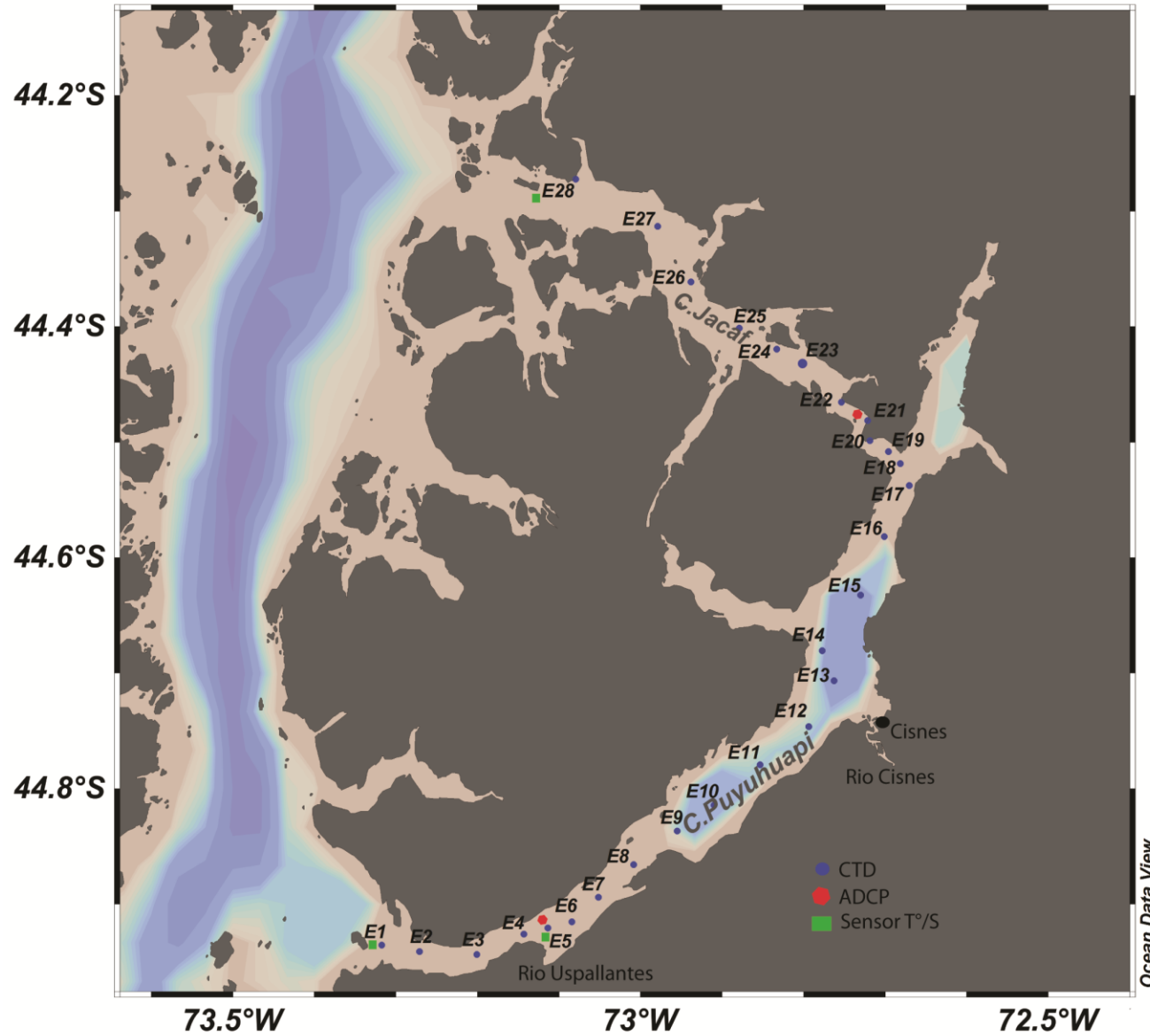
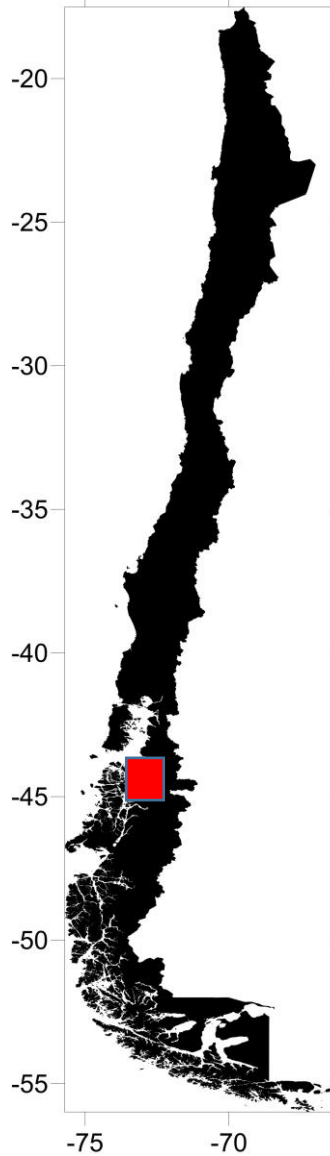


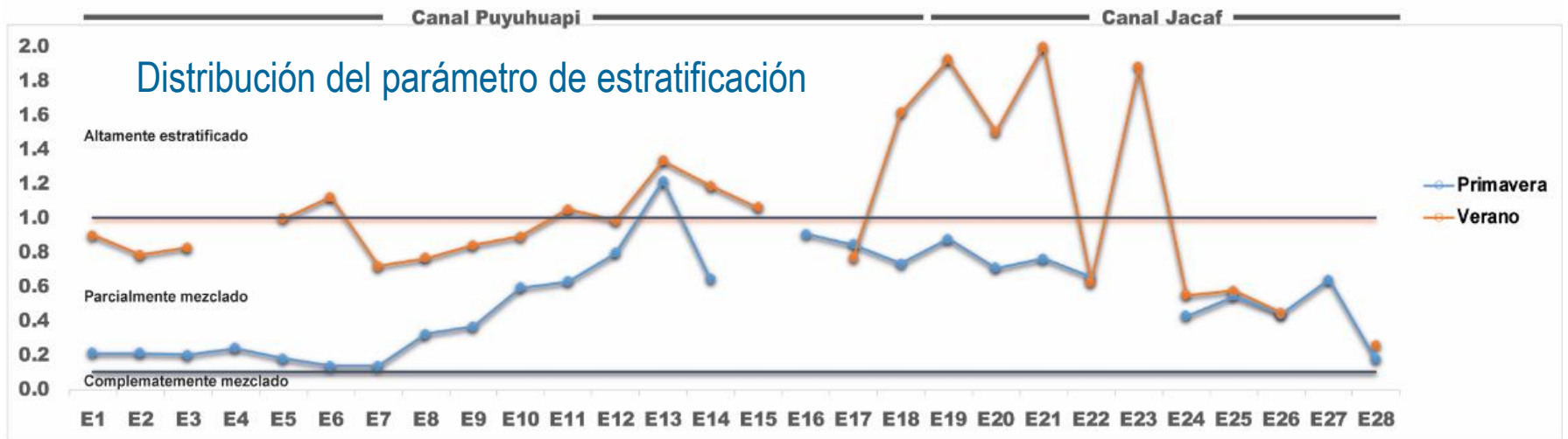
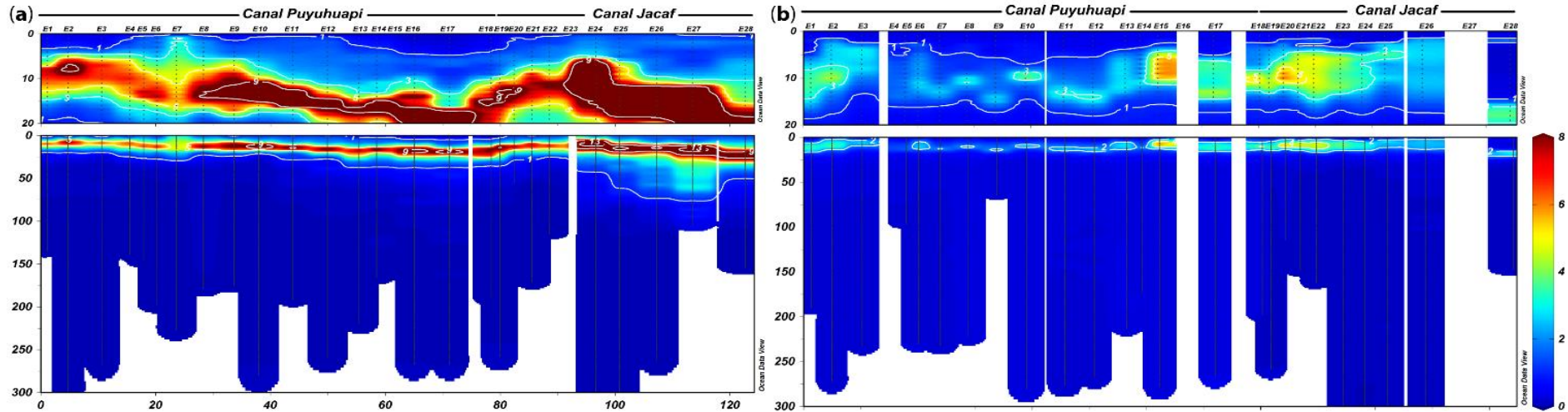
Viento pronosticado para el periodo de simulación

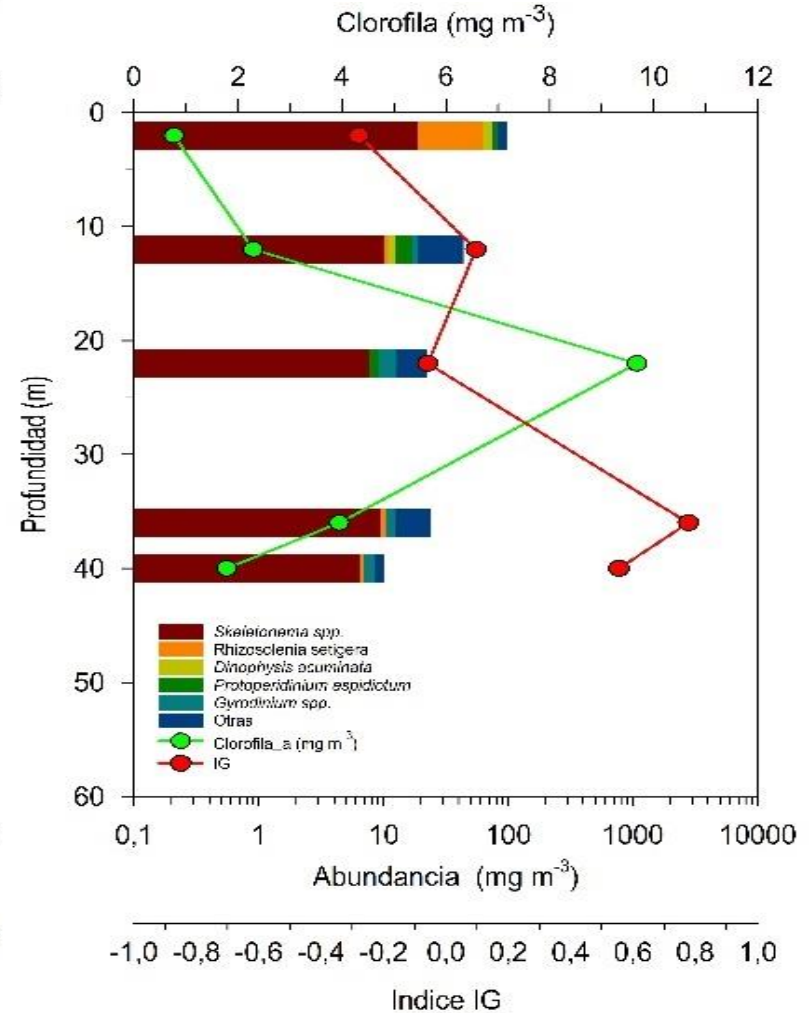
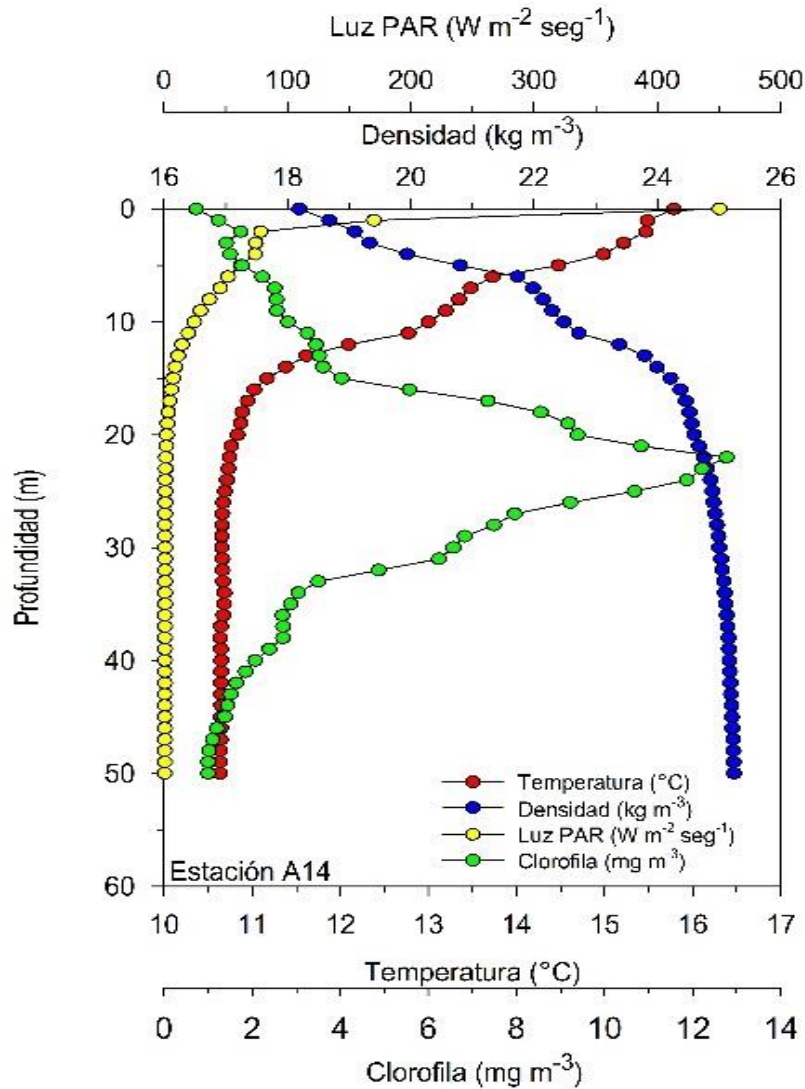


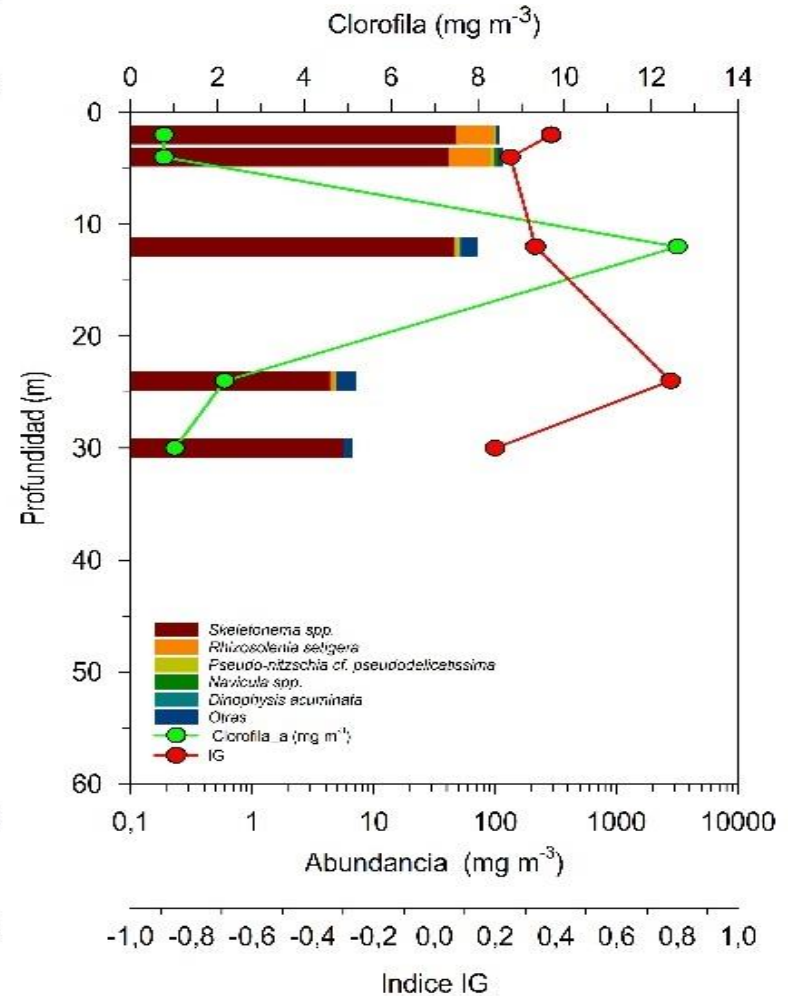
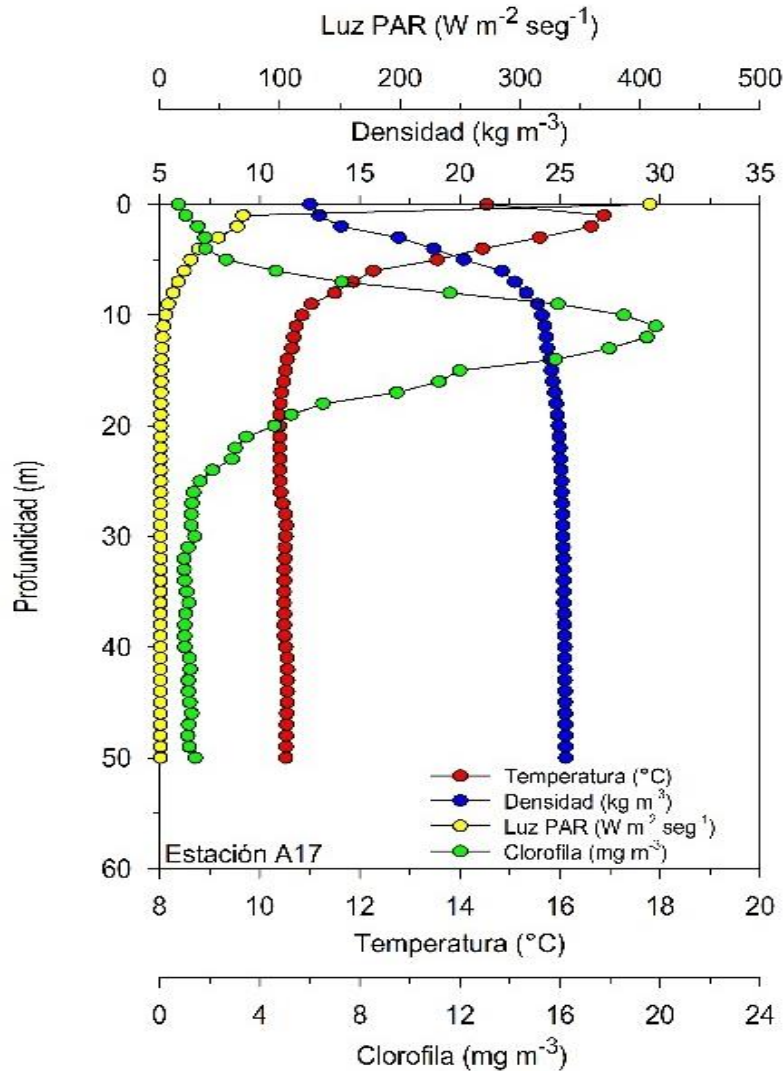




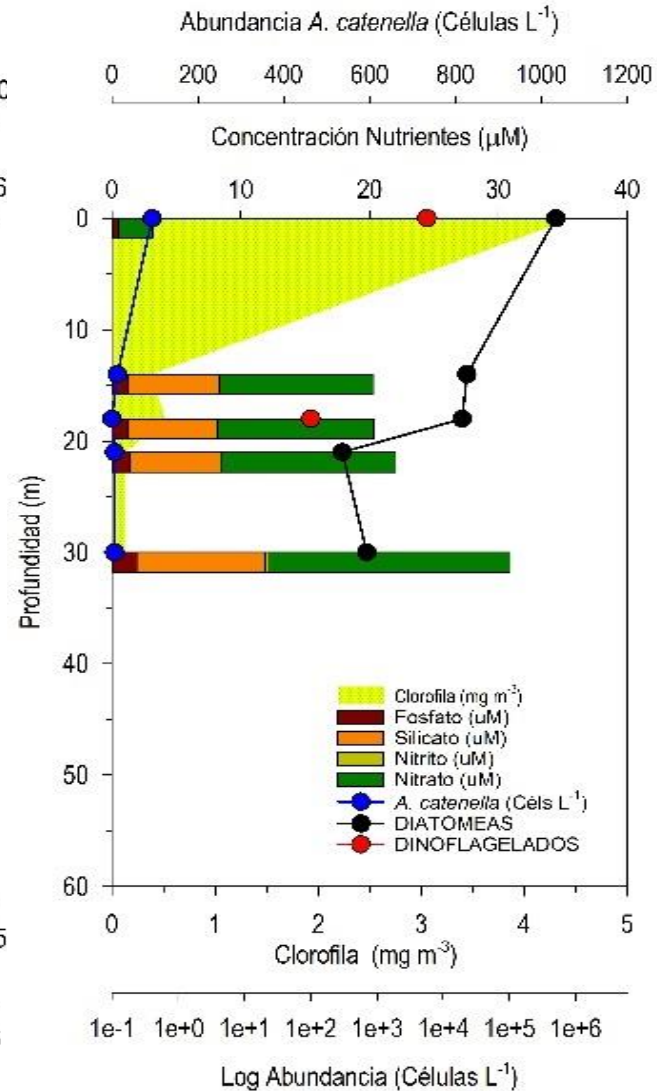
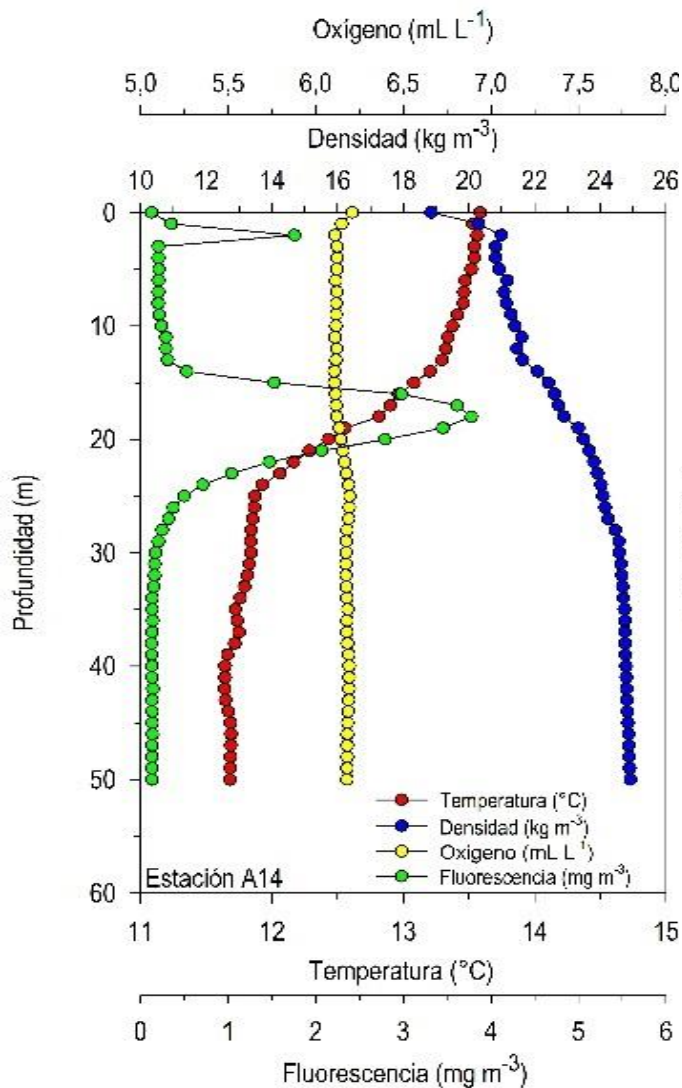


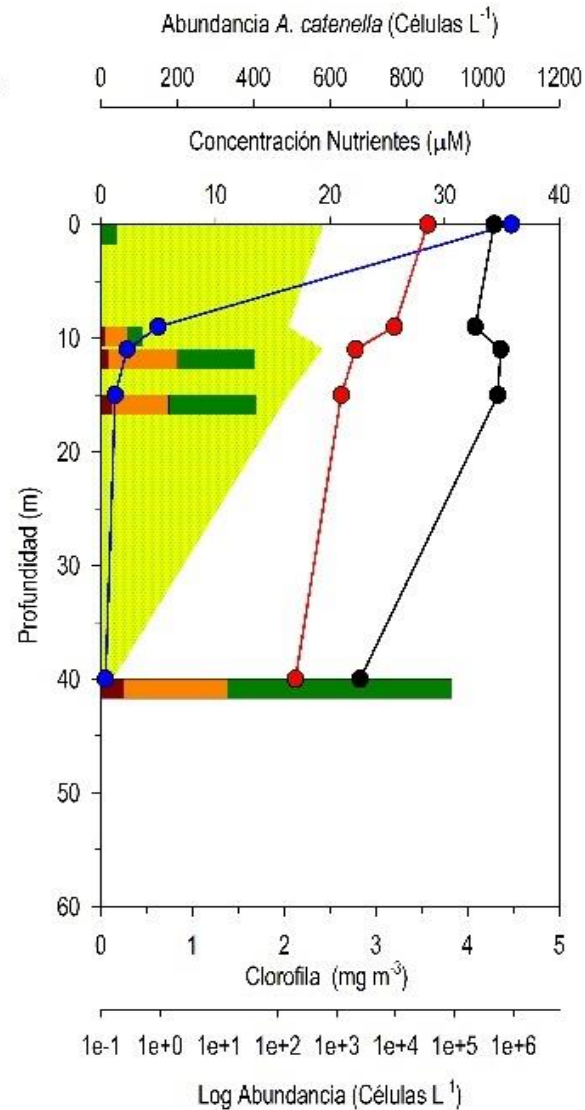
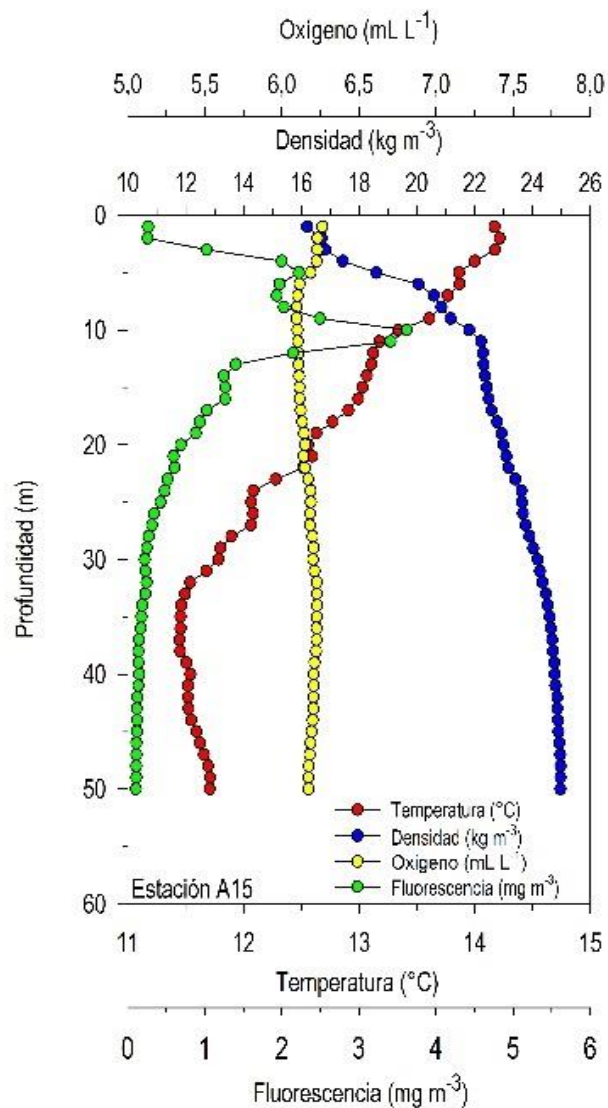


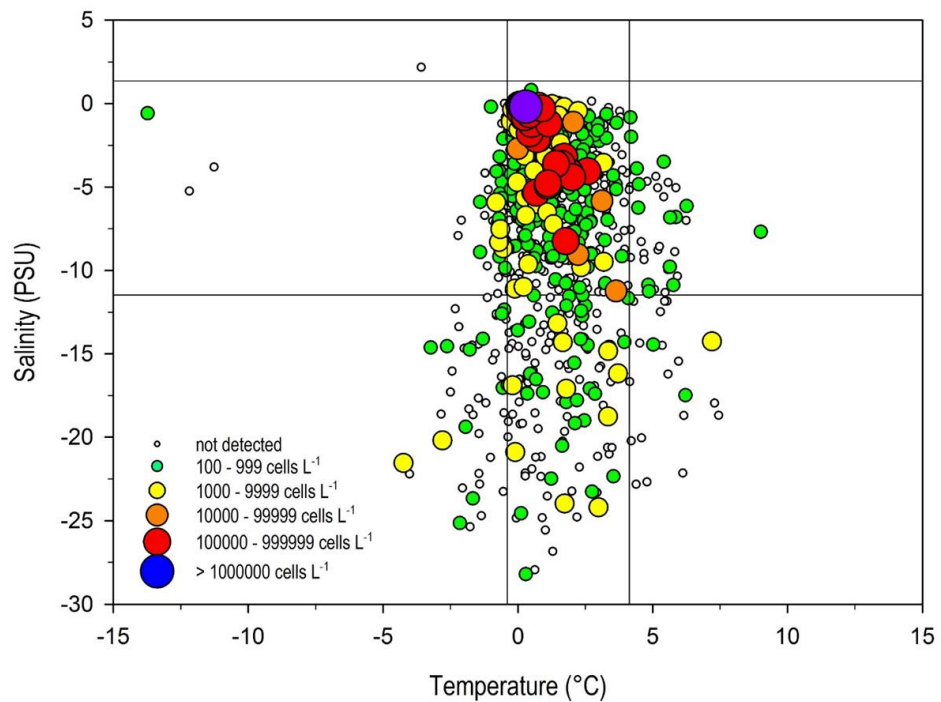
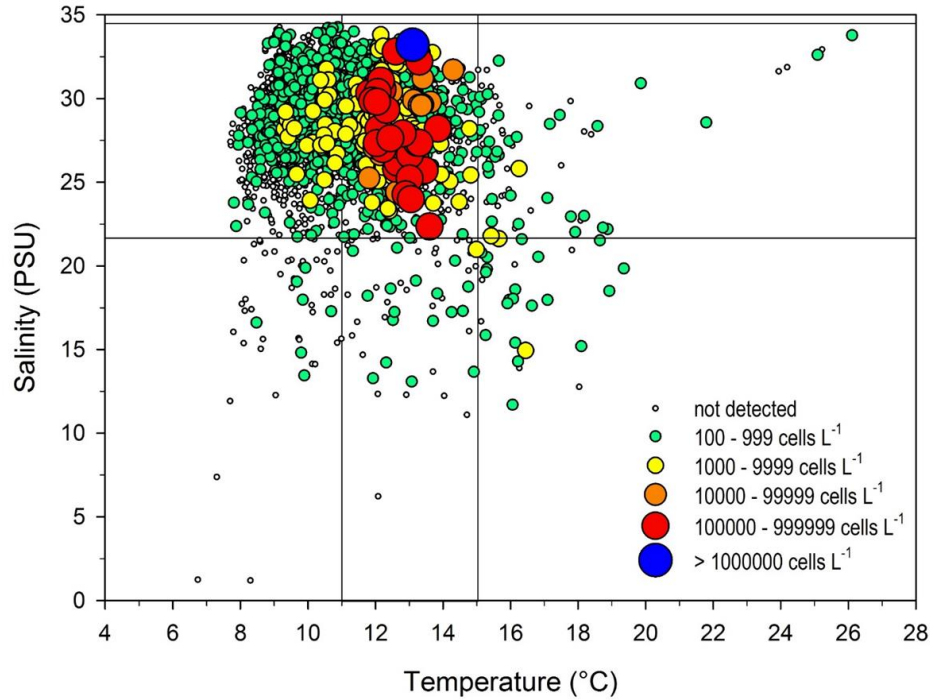




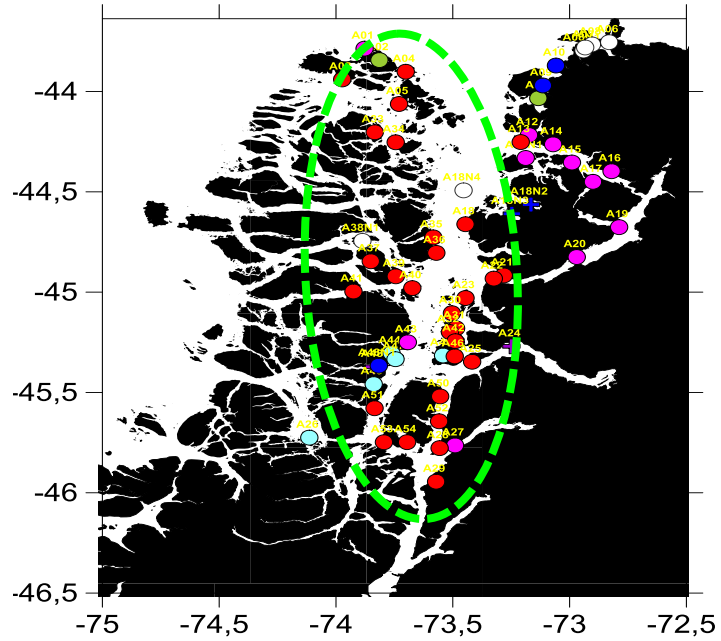
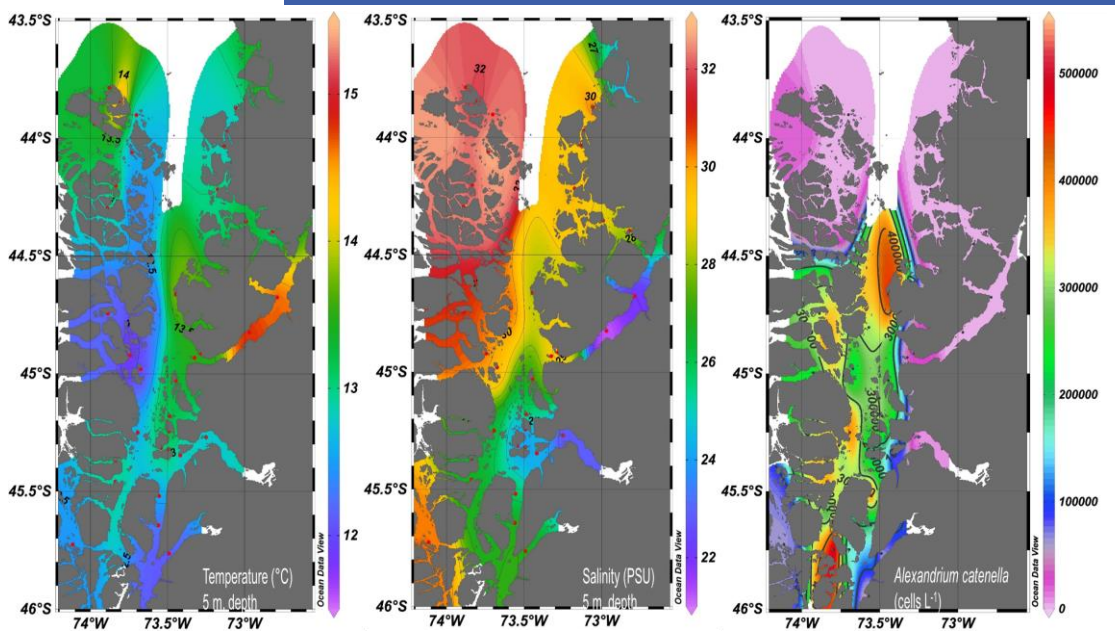
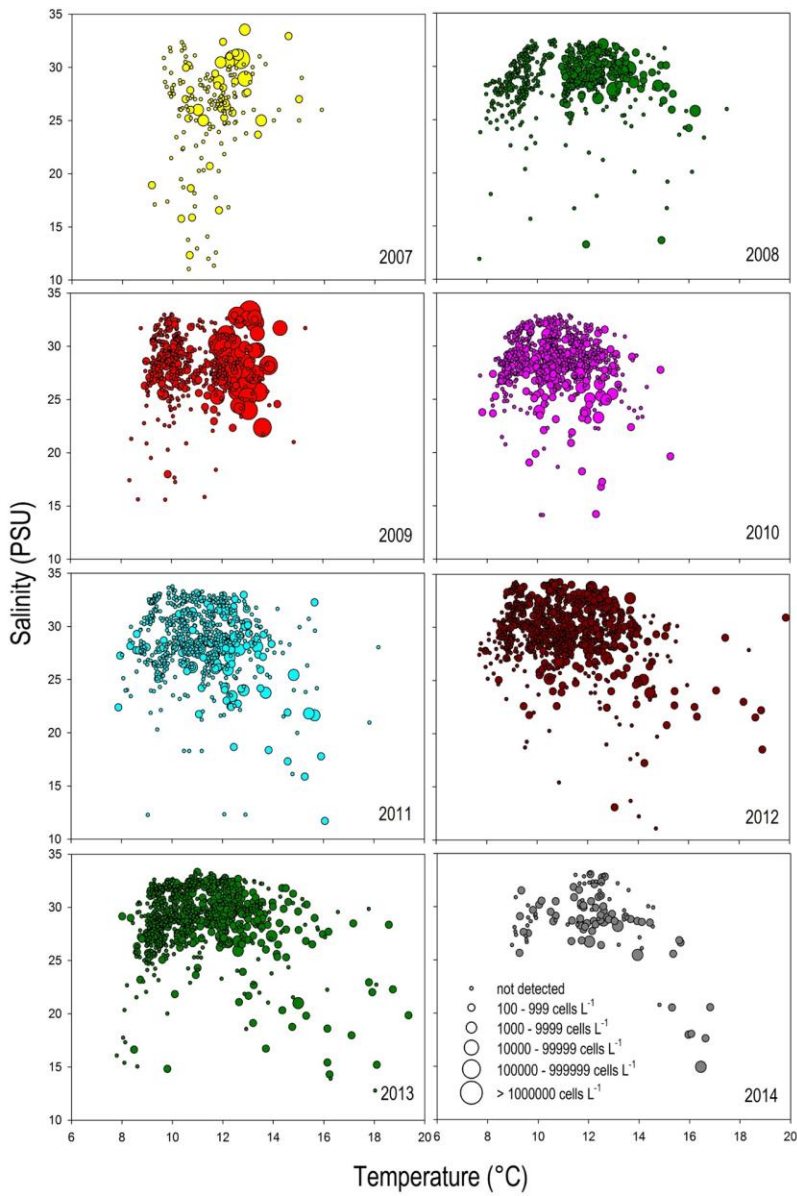
MITIGACIÓN



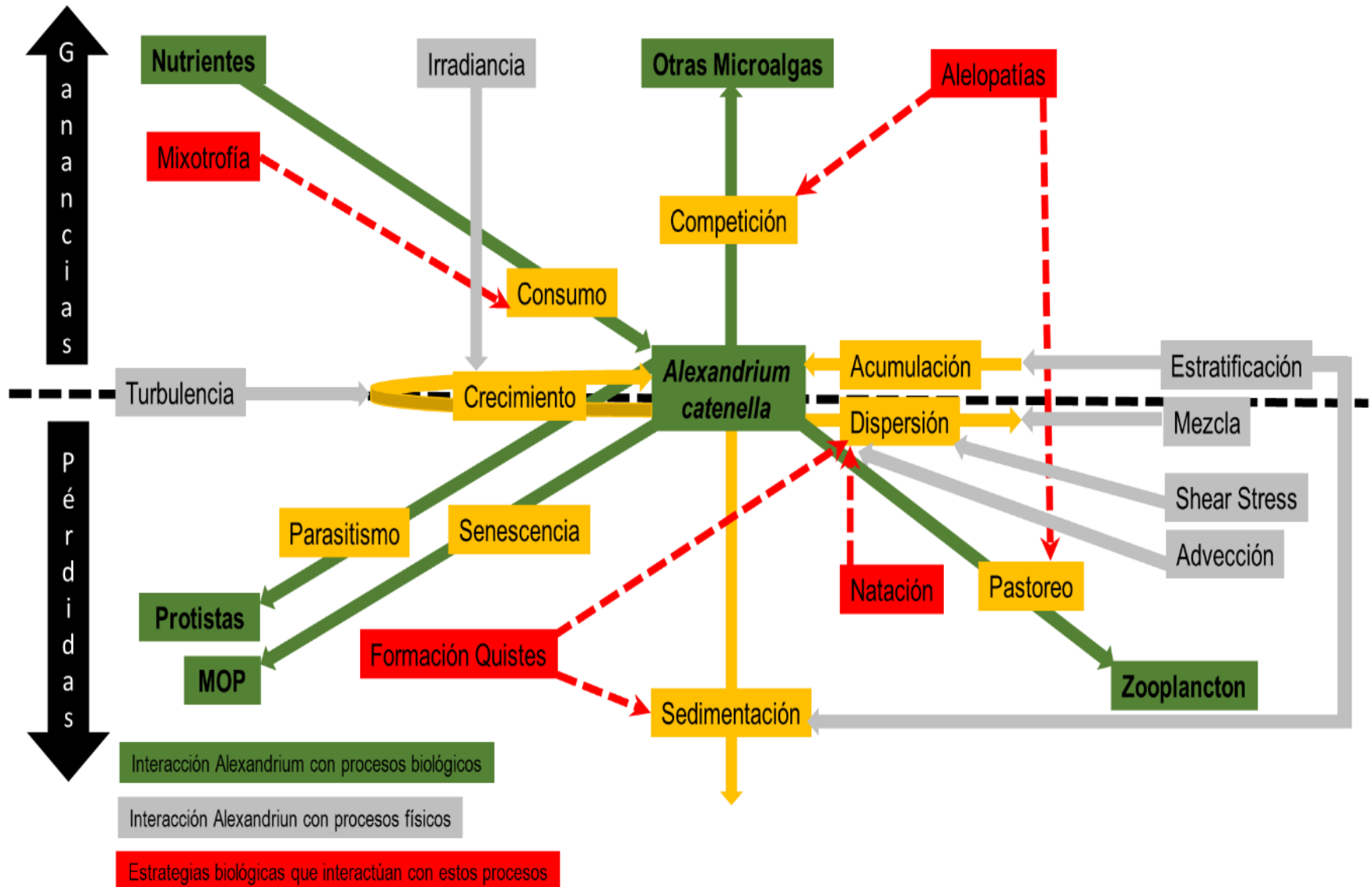


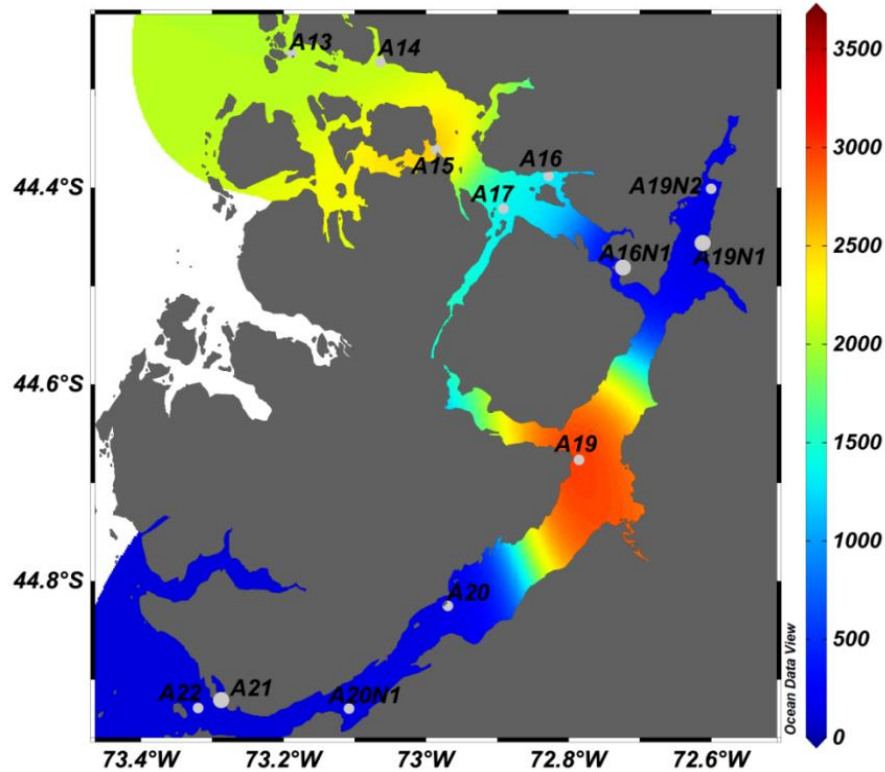


MITIGACIÓN

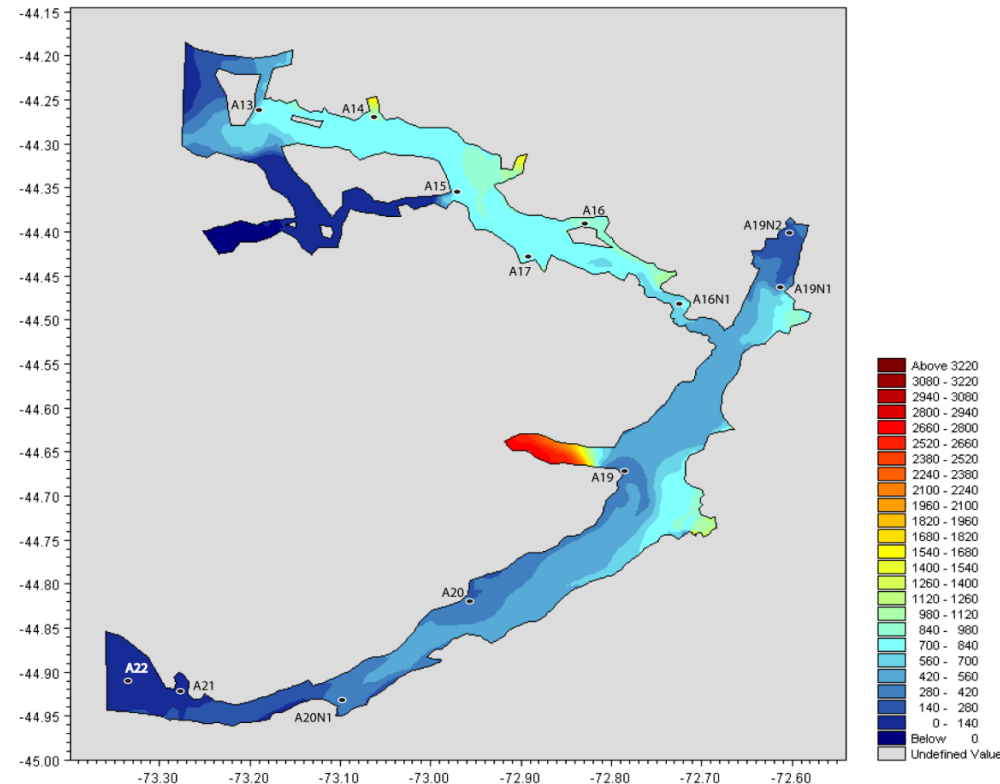


Modelo conceptual

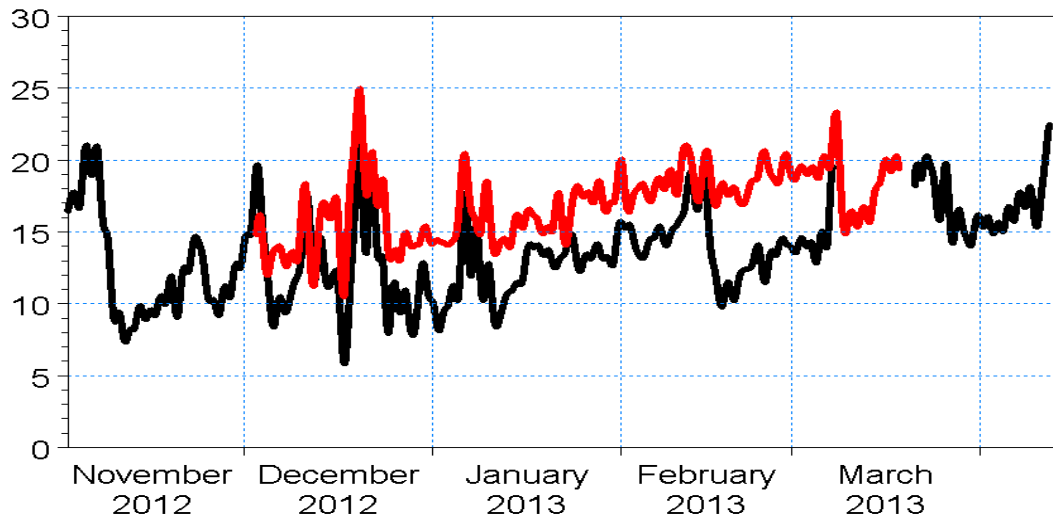




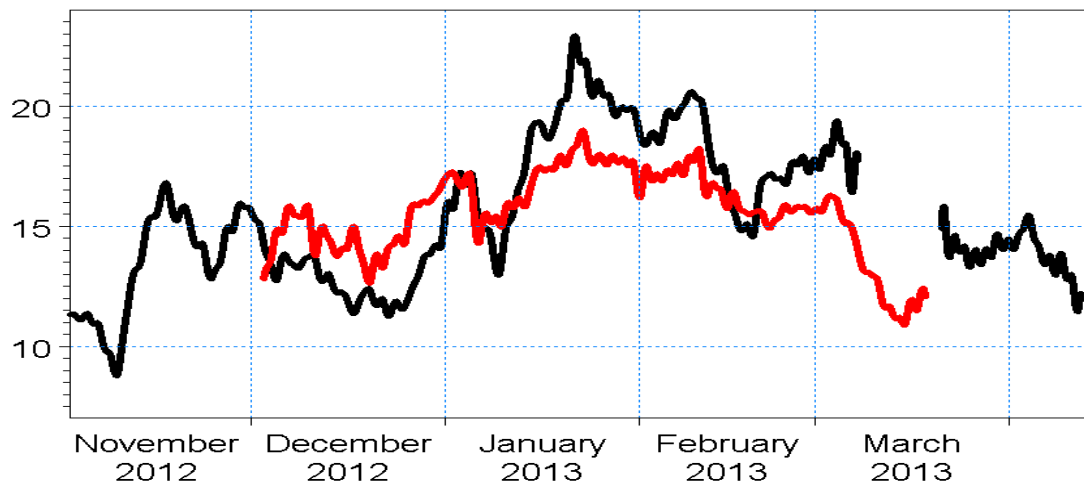
Concentración observada de *A. catenella*



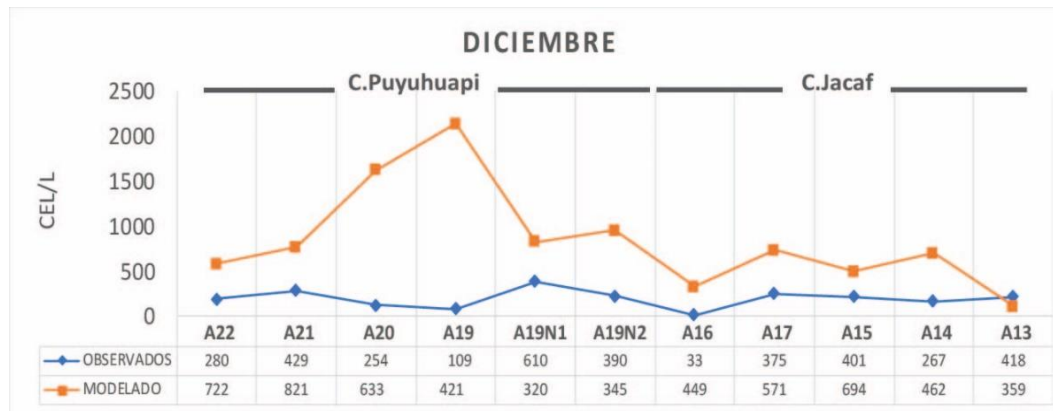
Concentración de *A. catenella* simulada para diciembre del 2012



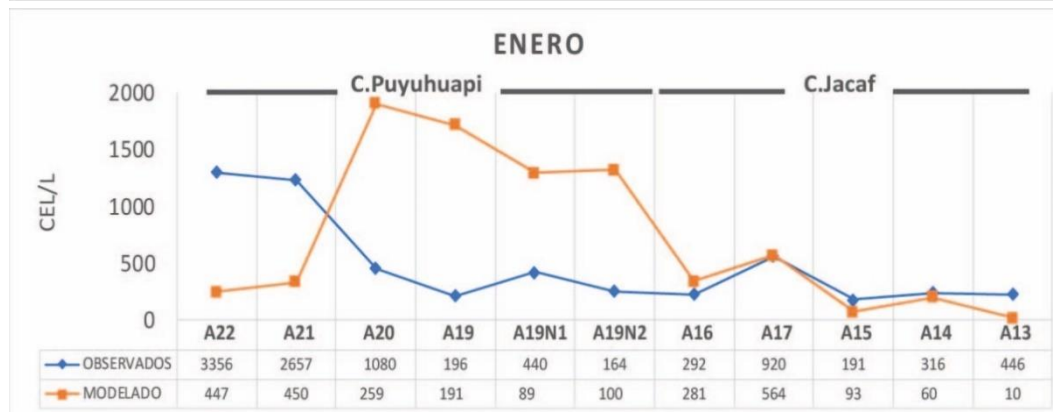
Salinidad superficial de la boya (negro) y modelo (rojo).



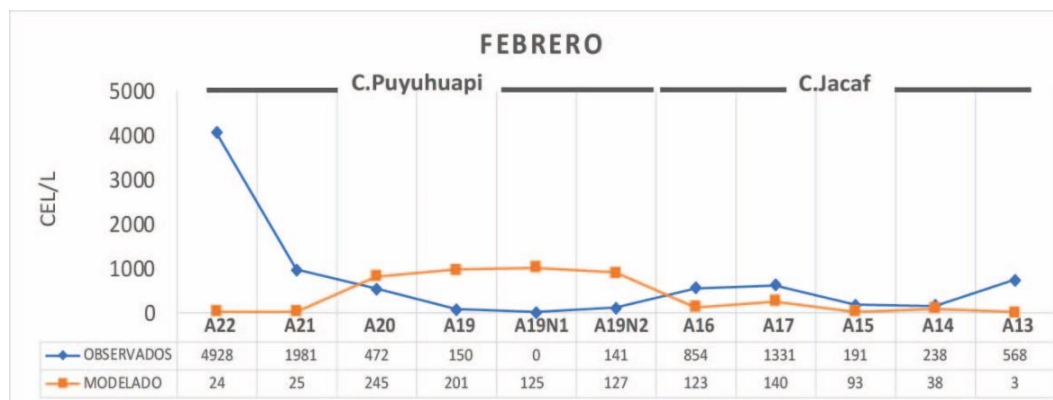
Temperatura superficial de la boya (negro) y modelo (rojo).



Coefficiente de correlación
 $R = 0.30$
 $\rho = 0.04$



Coefficiente de correlación
 $R = 0.50$
 $\rho = 0.003$

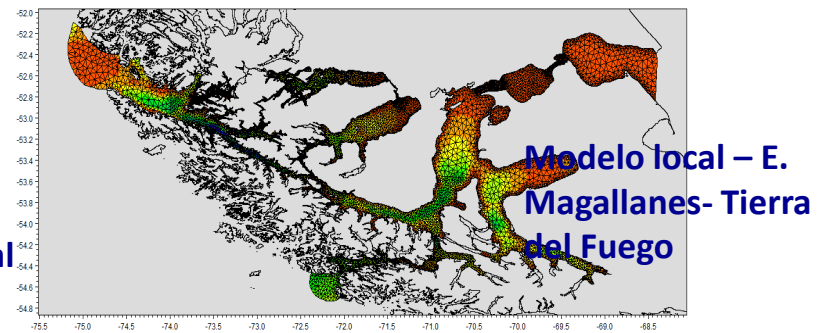
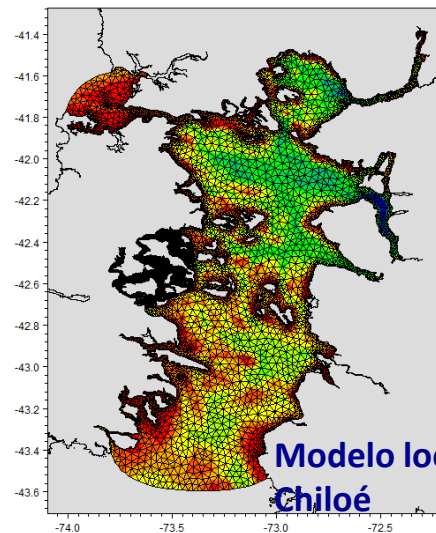
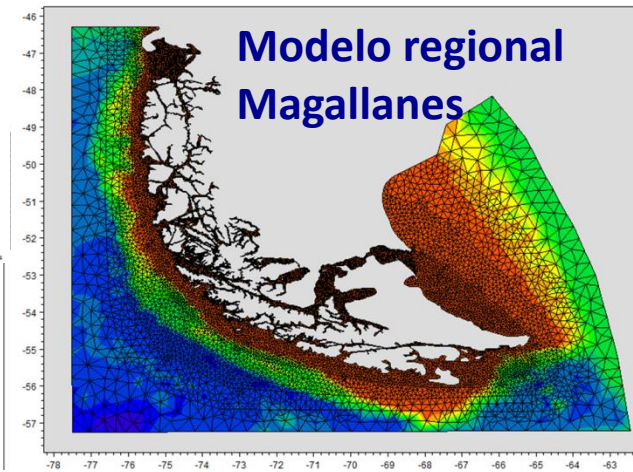
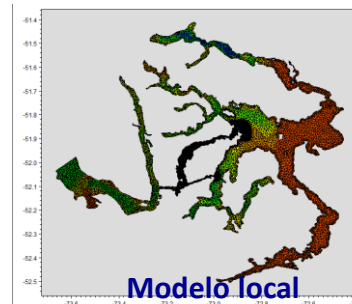
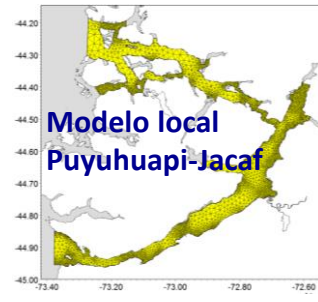
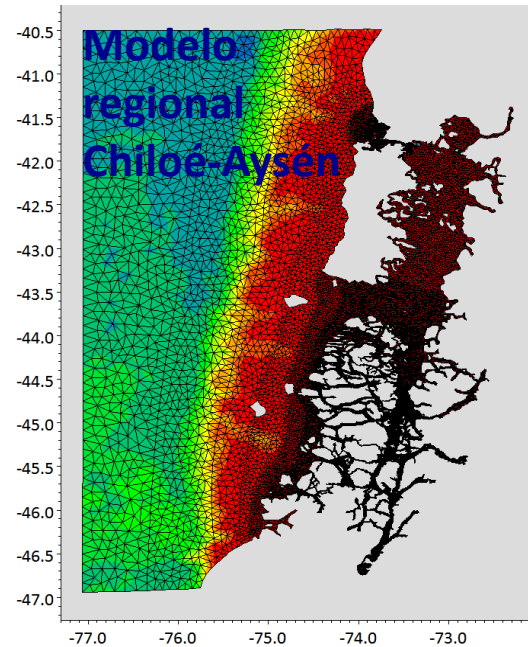


Coefficiente de correlación
 $R = 0.23$
 $\rho = 0.38$



Proyectos en oceanografía

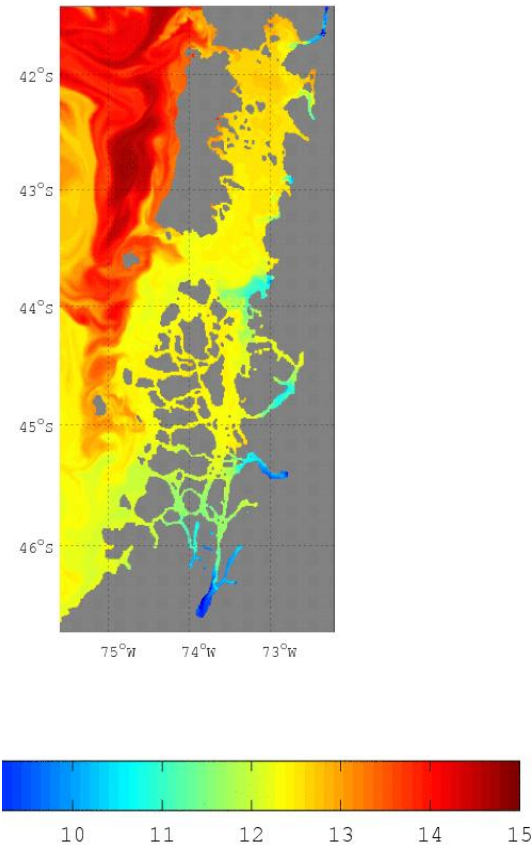
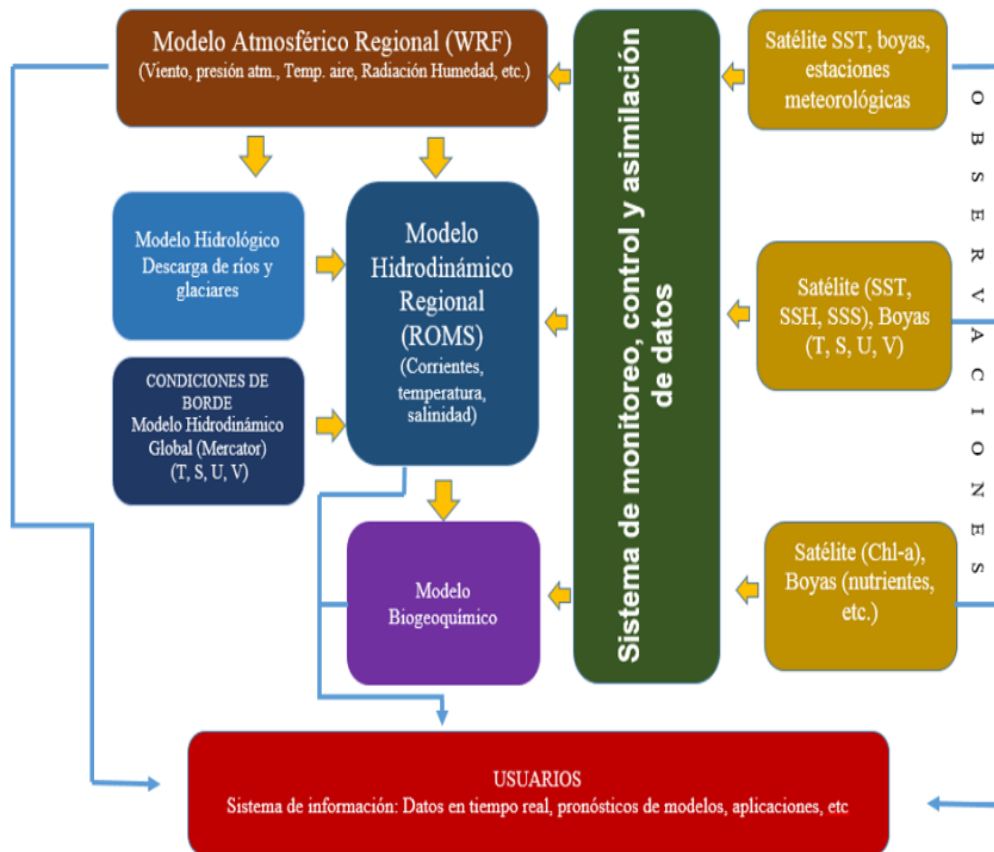
- La División de Investigación en Acuicultura del Instituto de Fomento Pesquero ha desarrollado desde el año 2010, mediante fondos del programa ASIPA, una línea de investigación asociado a la caracterización oceanográfica y modelación hidrodinámica como herramienta en gestión de la acuicultura en Chile.
- La circulación marina transporta un sinnúmero de elementos químicos y/o material particulados o disuelto (natural o antrópico) como: oxígeno disuelto, nutrientes, patógenos, larvas, etc. Por lo tanto, el conocimiento de la circulación marina entrega información esencial de la distribución temporal y espacial de estos, redundando en una mas eficiente gestión territorial.
- Hasta la fecha se han realizado una serie de proyectos con objetivos particulares, pero con un eje común, aumentar la cobertura de **mediciones oceanográficas** y **desarrollo de modelos hidrodinámicos** en toda la zona sur austral de Chile (X a XII regiones).



Oceanografía Operacional



Desde 2014 se lleva a cabo un proyecto que busca predecir de las condiciones físicas marinas en la X a XI región, junto con implementar una red de monitoreo en tiempo real. En futuro cercano se deben acoplar modelos biológicos.



A scenic landscape featuring a wooden pier in the foreground, a body of water, and snow-capped mountains under a dramatic, cloudy sky. The pier is made of weathered wooden posts and extends into the water. The mountains in the background are covered in patches of snow and are partially obscured by a layer of low clouds. The sky is filled with large, dark clouds, with some light breaking through near the horizon.

Gracias.