

**APROXIMACIÓN
METODOLÓGICA A LA
SELECCIÓN DE ÁREAS APTAS
PARA LA ACUICULTURA DE
Seriola lalandi EN EL NORTE DE
CHILE**

Carlos Carroza¹, Alex Brown¹, Fredy Copia¹, Claudio Silva², Raul Canales³

- 1.- Fraunhofer Chile Research, Centro de biotecnología de sistemas
- 2.- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
- 3.- Consultor independiente, Arica

Arica, 14 Septiembre 2018



Fraunhofer Chile Research (FCR)

Un motor de la innovación en Chile

- Fraunhofer es la mayor organización de investigación aplicada de Europa, con más de 23.000 trabajadores. Consta de 72 institutos especializados en distintas áreas.
- FCR se estableció en 2010 como filial de Fraunhofer Alemania para Latam.
- Está presente con dos centros en Chile, Centro de Biotecnología de sistemas (CSB) y Centro de Excelencia para Energía Solar (CSET). Ambos en el marco de los Centros de Excelencia Internacionales de CORFO.
- El Centro de Biotecnología tiene 3 líneas de negocio: Acuicultura y Sistemas Marinos (AME), Biosustentabilidad Industrial (BI) y Agricultura, Alimentos e Ingredientes (AFI).

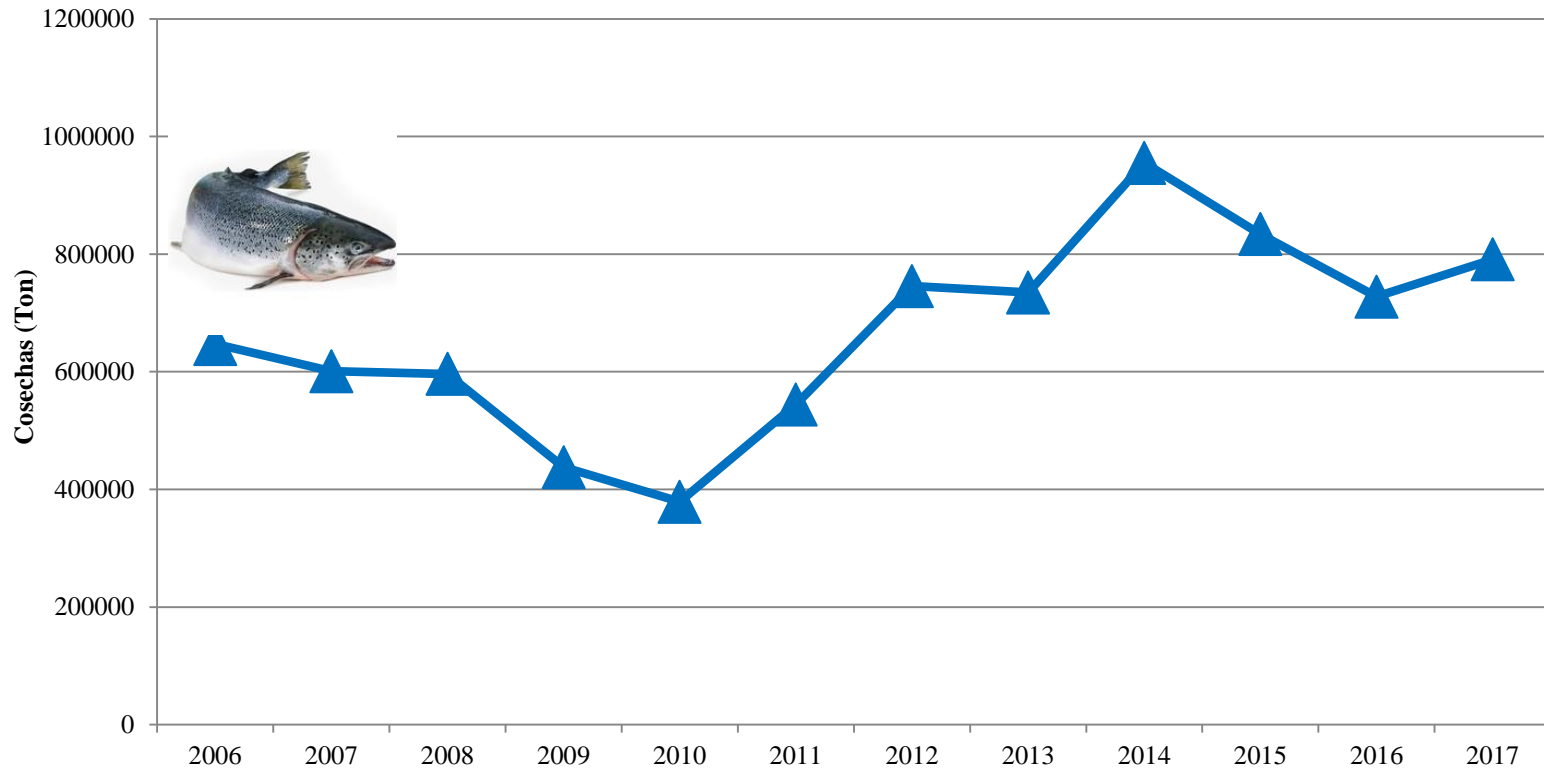


Figure: Fraunhofer presence worldwide

<https://www.fraunhofer.de/en.html>

Introducción

Producción salmonera nacional



Introducción

Diversificación



Introducción



Diversificación



Introducción

??



Zona
norte
de Chile

Objetivos

Objetivos del proyecto

Se aplicará un modelo multivariado para la selección de sitios aptos para el cultivo de *Seriola lalandi* en la costa norte de Chile

Monitorear concentración de oxígeno y temperatura en dos puntos seleccionados según modelo multivariado.

Método

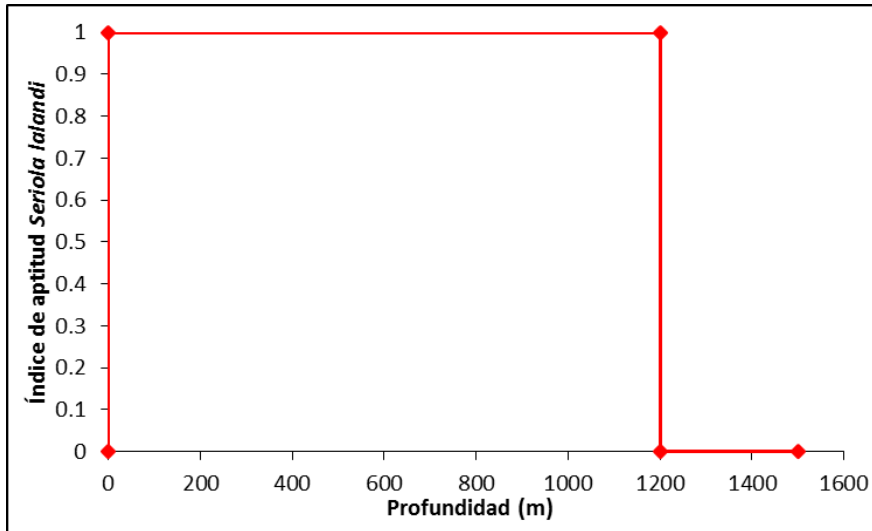
Etapa 1: El modelo se basa en el levantamiento de información de restricciones (batimetría satelital, Becker et al., 2009) y factores ambientales (temperatura superficial del mar satelital MODIS, concentración de clorofila satelital MODIS/riesgo de floración de algas nocivas) y aplicación de herramientas SIG.

Etapa 2: En segunda etapa del proyecto se instalaron sensores de oxígeno y temperatura durante 7 meses en dos puntos que actualmente son solicitudes de concesiones

Restricciones Etapa 1

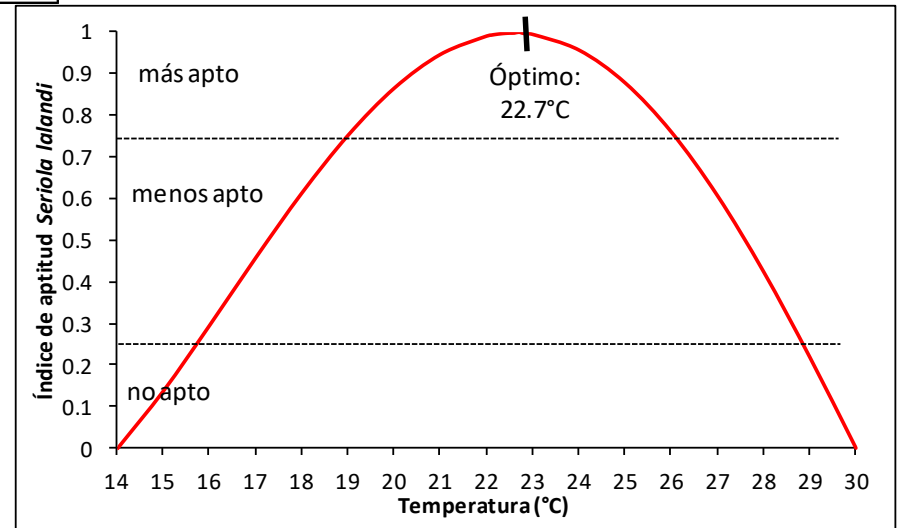
Batimetría:

■ Perfil de preferencia de batimetría para el cultivo de *Seriola lalandi* en balsas jaulas, elaboración propia. Según capacidad de fondeo de sistemas productivos actuales

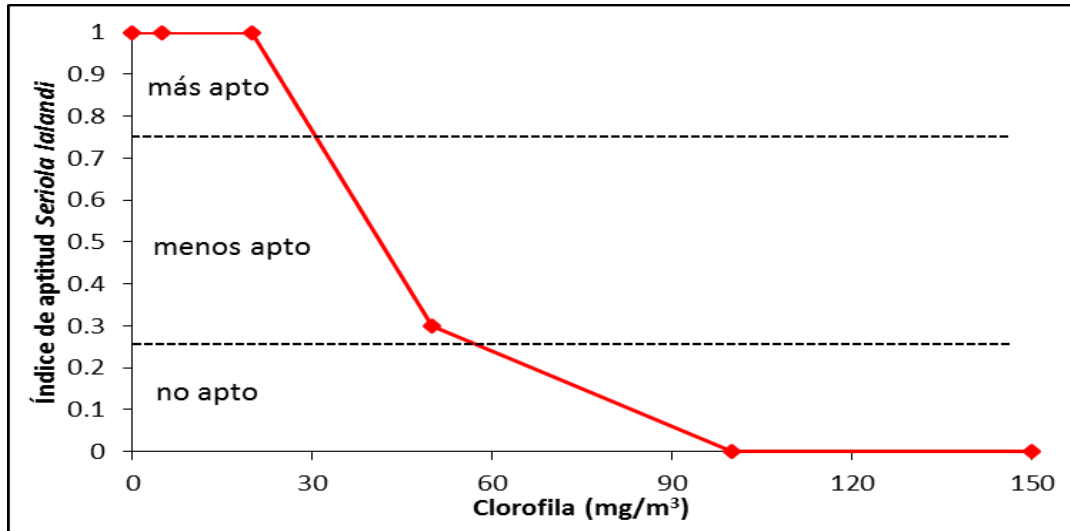


Temperatura:

■ Perfil de preferencia de temperatura de *Seriola lalandi* expresado como una tasa de crecimiento y/o metabólica relativa, basado en trabajos de Pirozzi and Booth (2009), Bowyer et al. (2013).



Restricciones

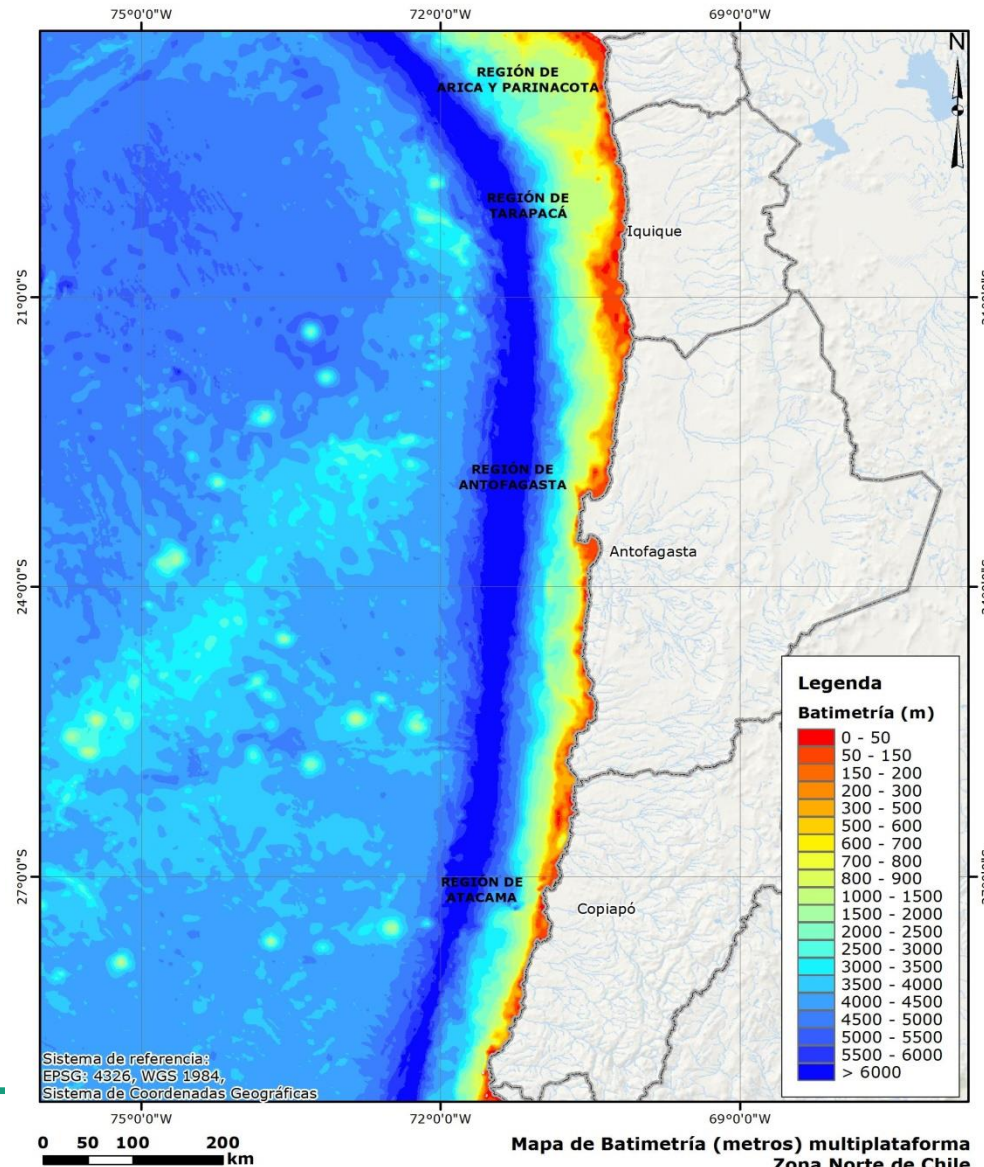


■ Perfil de preferencia de concentración de clorofila o riesgo de floraciones de algas nocivas para el cultivo de *Seriola lalandi*. Bricker et al., 2008.

Aptitud de Cultivo

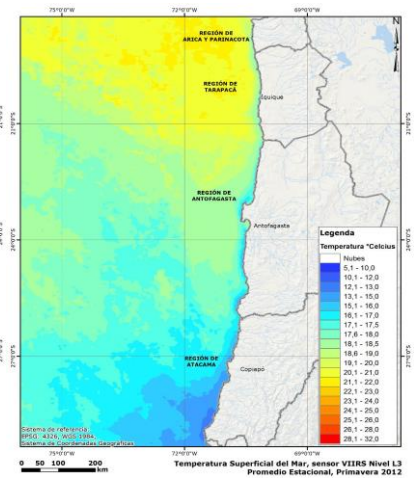
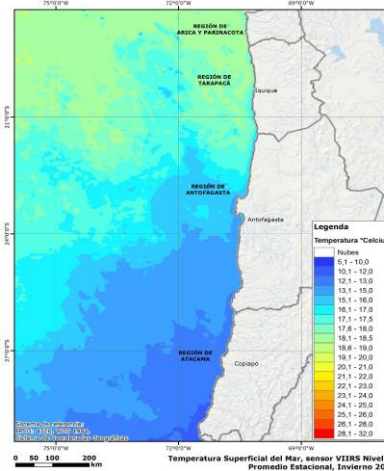
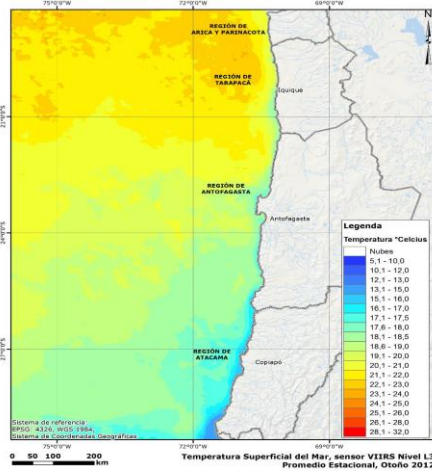
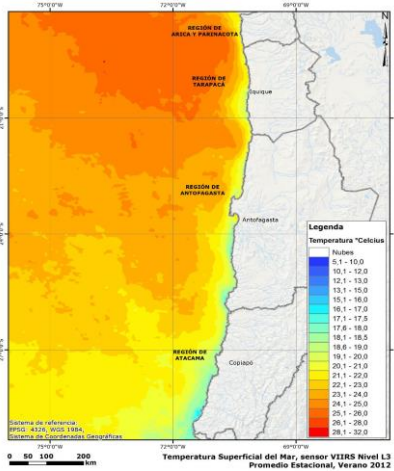
$$S_{(x,y)} = \prod_{i=1}^n FSR_{(x,y,i)} \quad \text{donde } C_{(x,y)} = 1 \quad \text{y} \quad S_{(x,y)} = 0 \quad \text{donde } C_{(x,y)} = 0 \quad (\text{Eq. 1})$$

Batimetría satelital

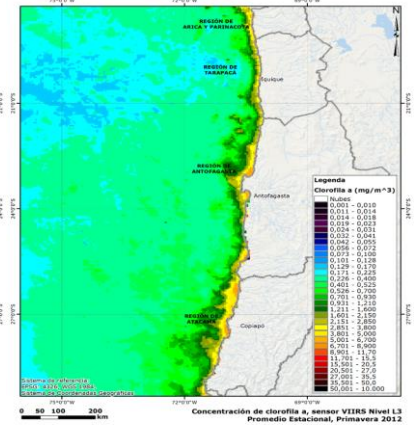
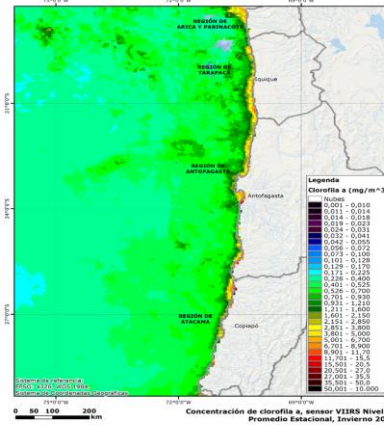
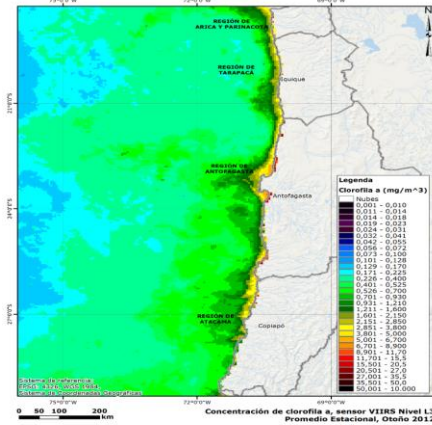
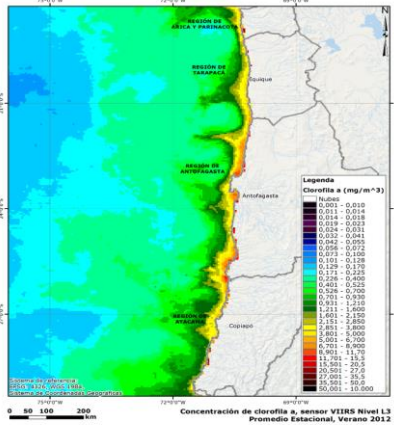


Promedios estacionales por estación evento niña

Temperatura



Clorofila



Verano

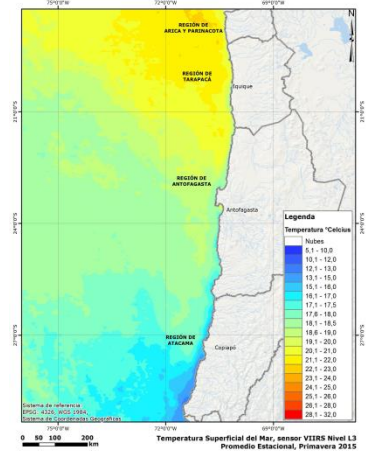
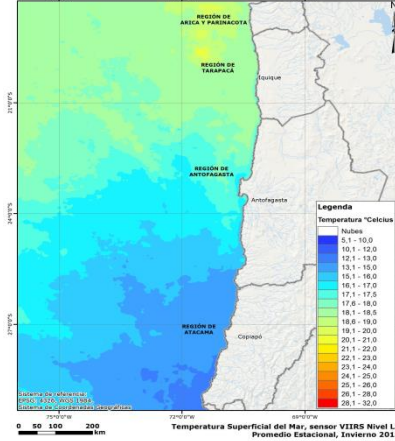
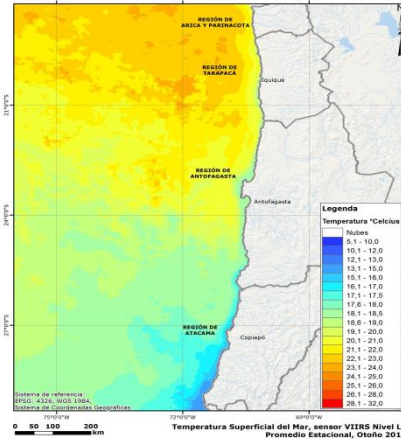
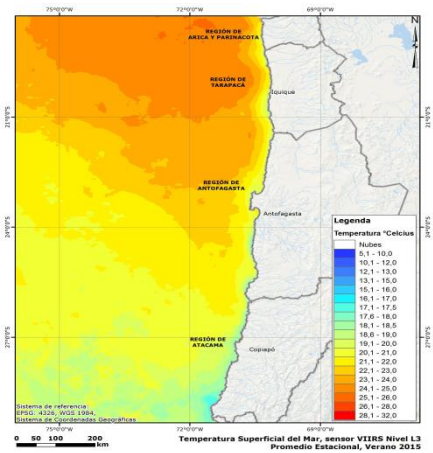
Otoño

Invierno

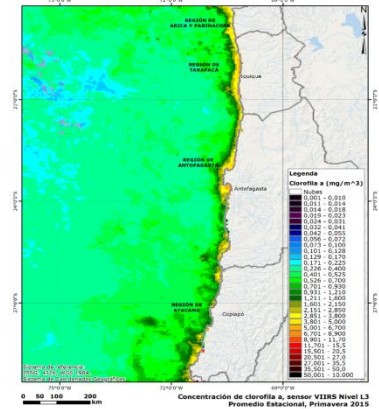
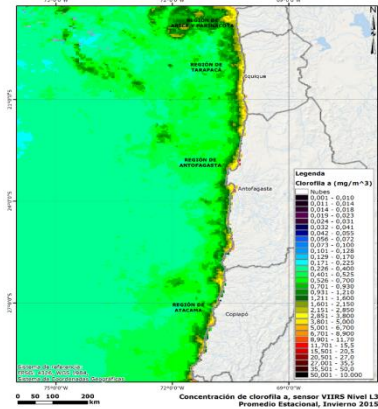
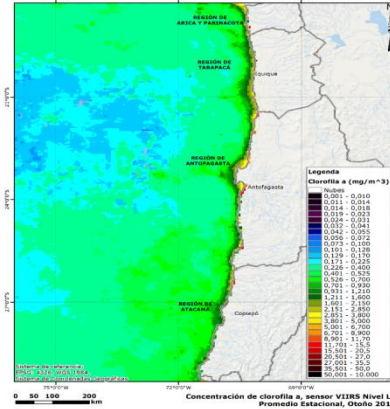
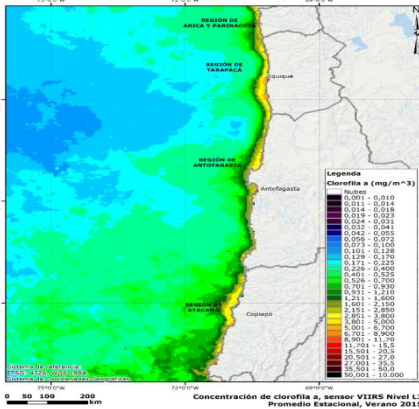
Primavera

Promedios estacionales por estación evento niño

■ Temperatura



■ Clorofila



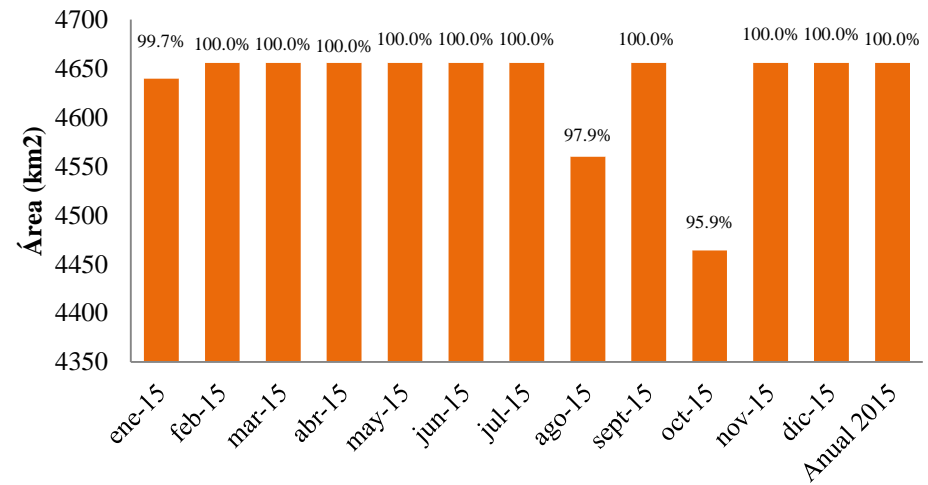
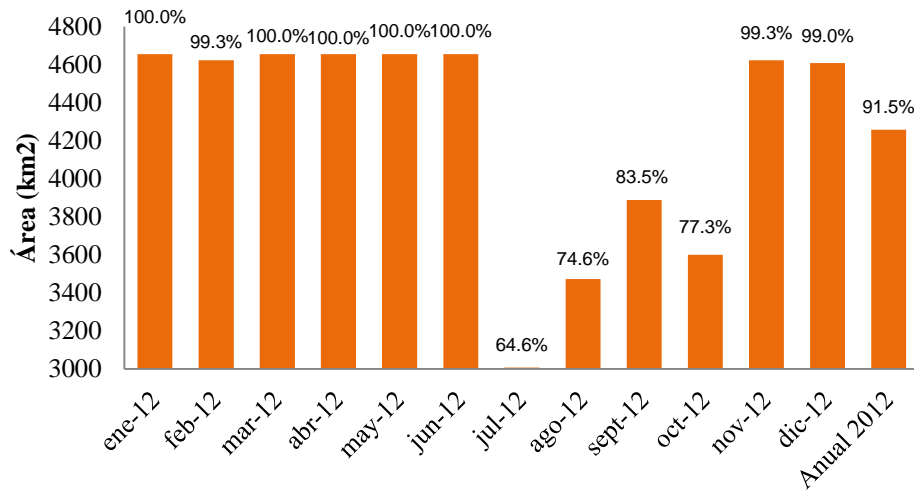
■ Verano

■ Otoño

■ Invierno

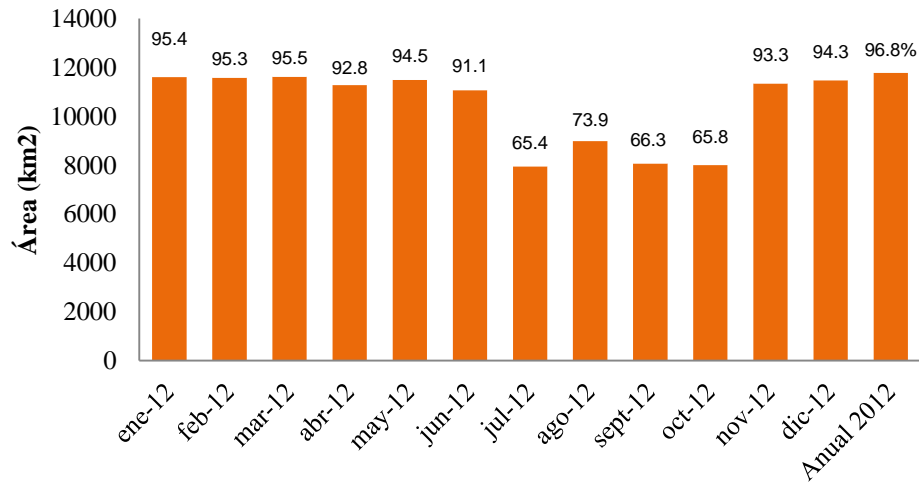
■ Primavera

Arica y Parinacota

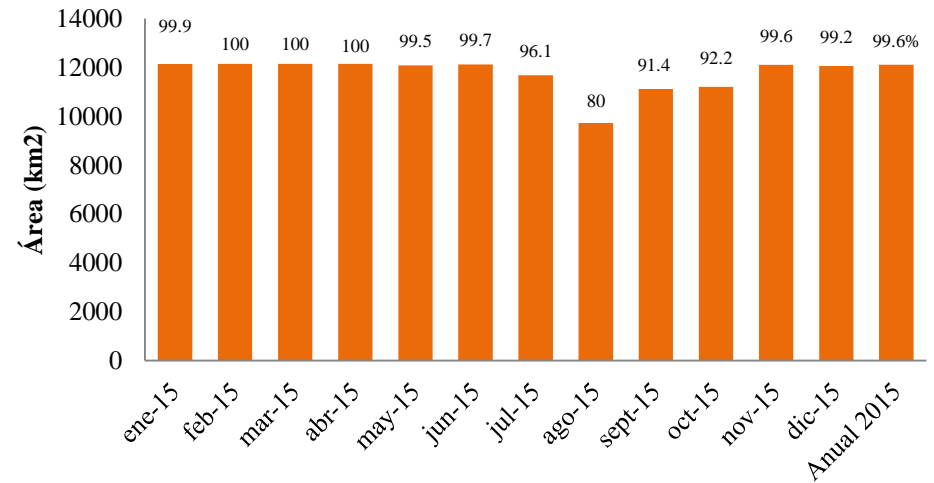
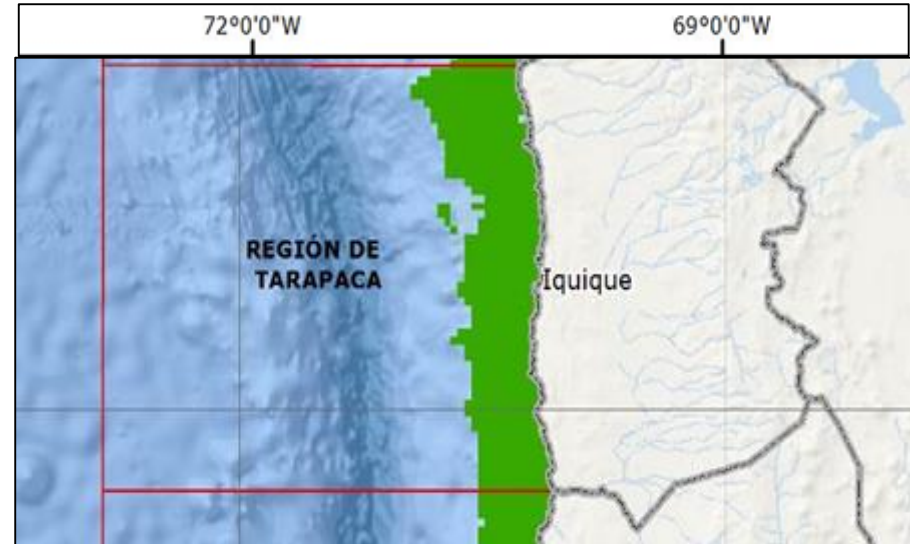


Tarapacá

2012 evento niña

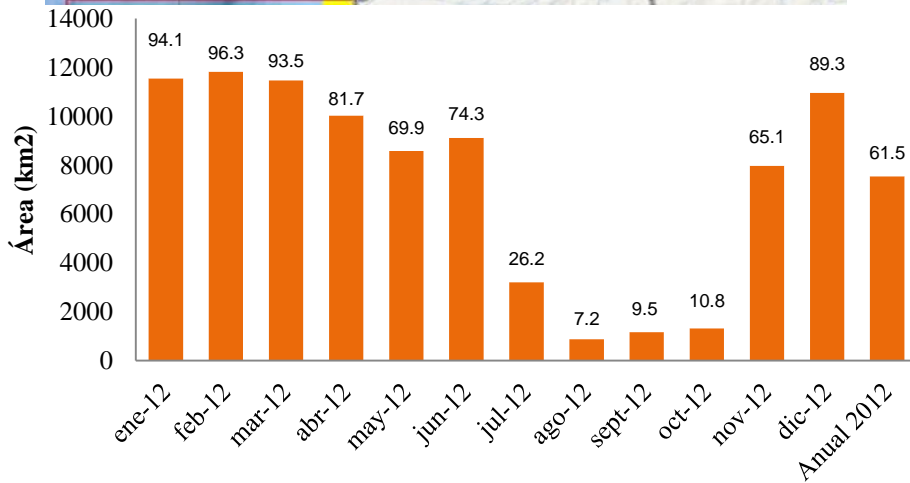
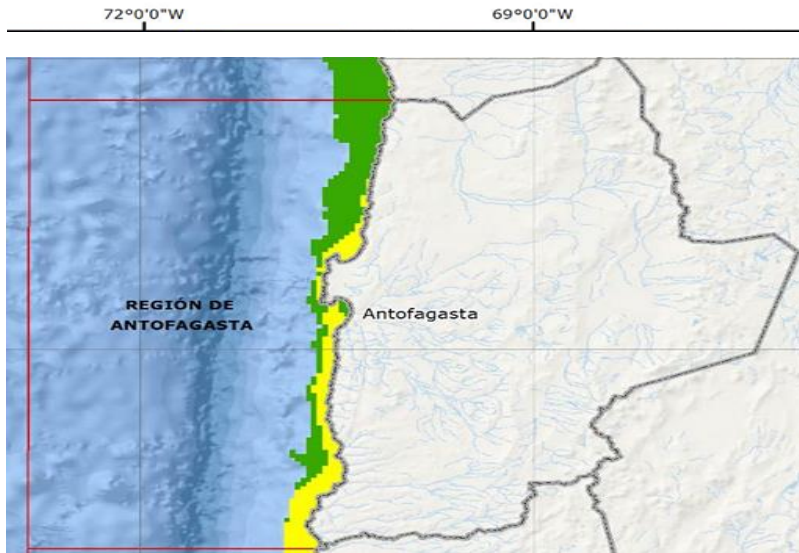


2015 evento niño

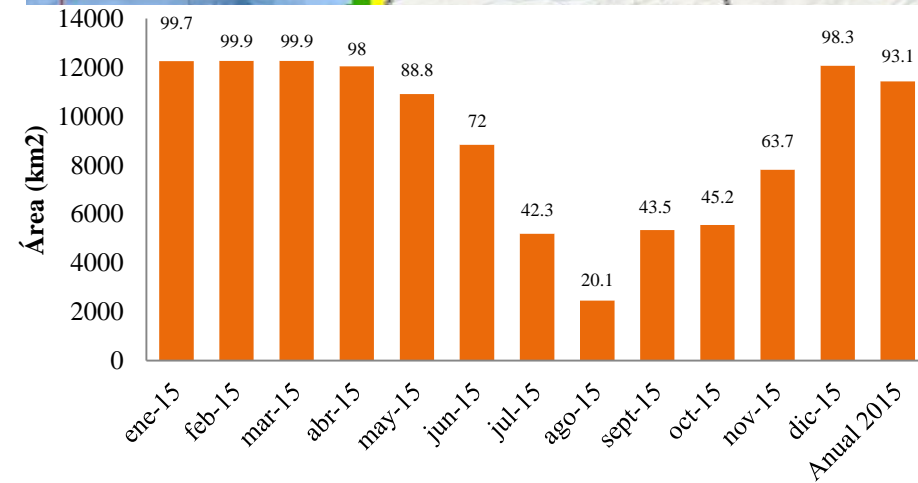
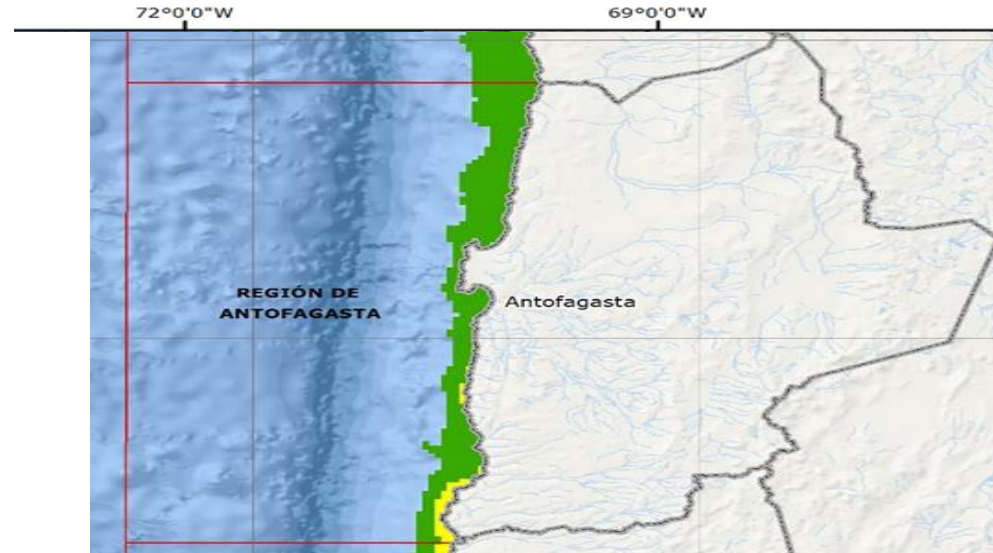


Antofagasta

2012 evento niña

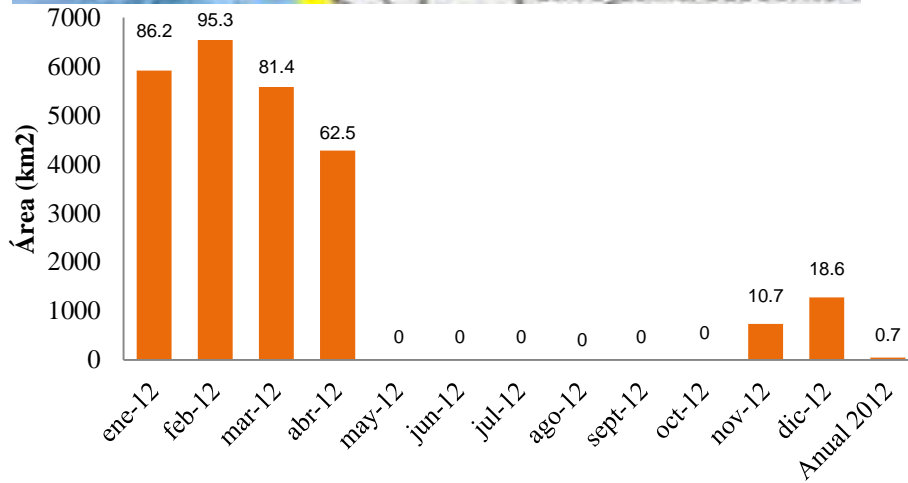


2015 evento niño

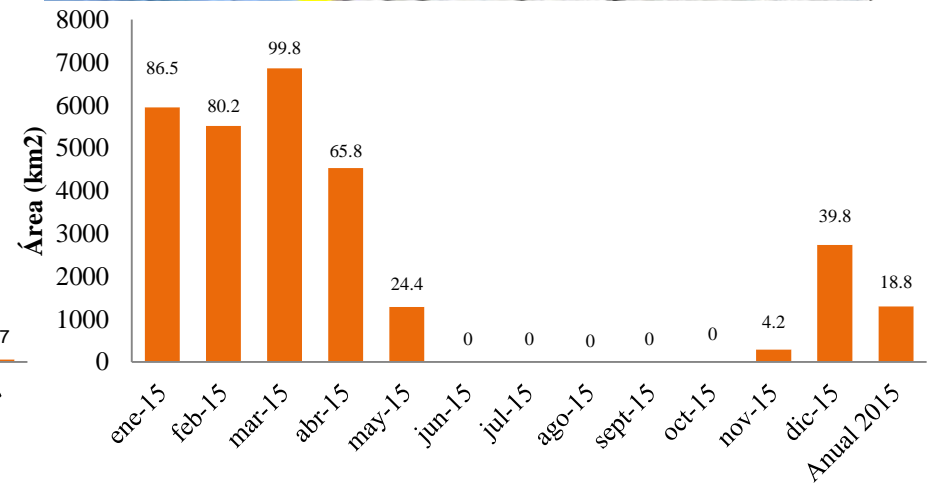


Atacama

2012 evento niña



2015 evento niño



Conclusiones Etapa 1

- Para que una zona sea óptima (mayor sobrevivencia y crecimiento y menor riesgo de eutrofización por floración de algas y posible baja de oxígeno) para el cultivo debe tener un valor de aptitud mayor a 0.75.
- A escala interanual se observa que los eventos cálidos El Niño favorecen el cultivo de *Seriola*, aumentando la cobertura de zonas óptimas, y en contraste los eventos fríos La Niña acotan las zonas óptimas.
- Las zonas más aptas (>0.75) se obtienen: 1) Arica y Parinacota con un % de áreas más aptas que va desde un 58.4% en invierno 2012 (julio 2012) hasta un 100% en los meses de verano y otoño.
- Tarapacá fluctúa entre un 59.1% en invierno (julio 2012) hasta un 100% de febrero a abril de 2015
- Antofagasta con una variación que va desde un 7.2% en agosto 2012 hasta un 99.9% en febrero y marzo 2015
- Atacama con 0% de áreas más aptas entre mayo y octubre 2012 y junio y octubre 2015, hasta un 99.8% en marzo 2015.

Etapa 2



- Se seleccionaron sitios que actualmente son solicitudes de concesiones acuícolas
- Los sitios seleccionados se denominan Punta Baquedano y Punta Pinto, cada uno de ellos con cerca de 200.000 m² de superficie
- Ambos sitios están ubicados a un par de millas al norte de Caleta Vitor.

Instalación de sensores



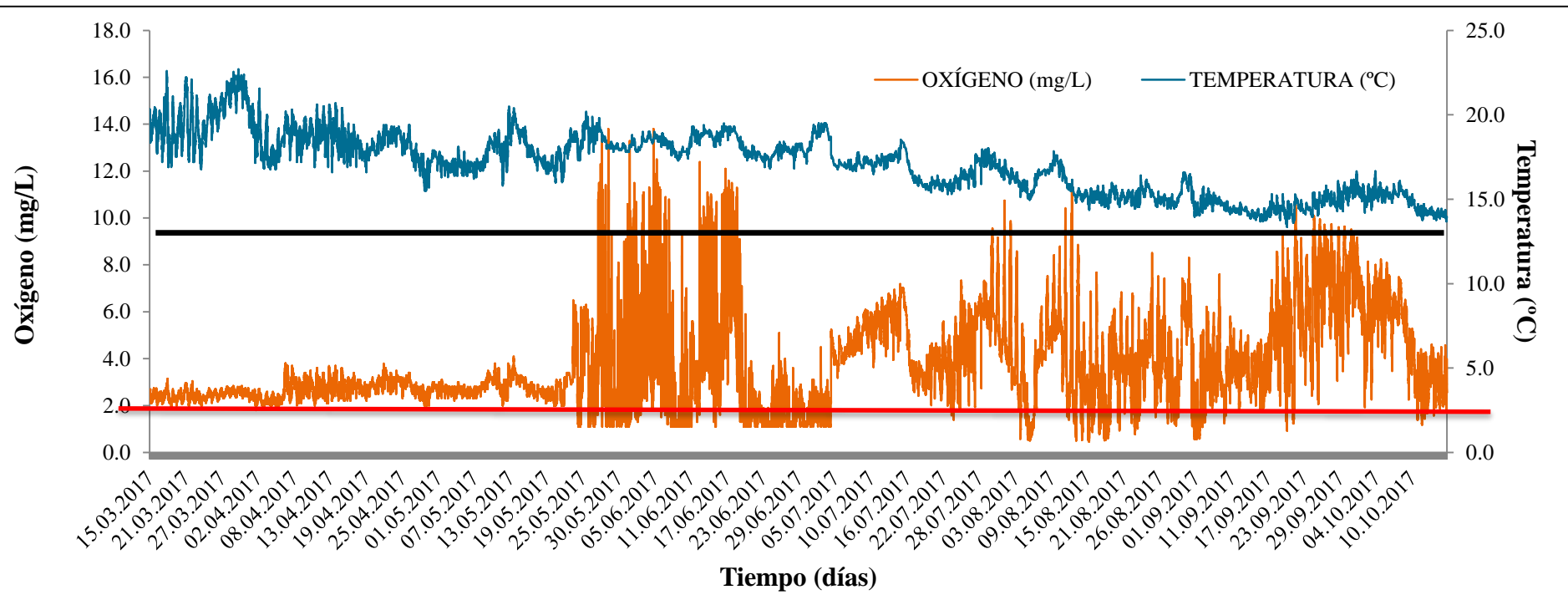
■ En los sectores antes mencionados se instalaron sensores de oxígeno disuelto y temperatura por un período de 7 meses.

■ En Punta Pinto a 5m y en Punta Baquedano a 5 y 15 m de profundidad.

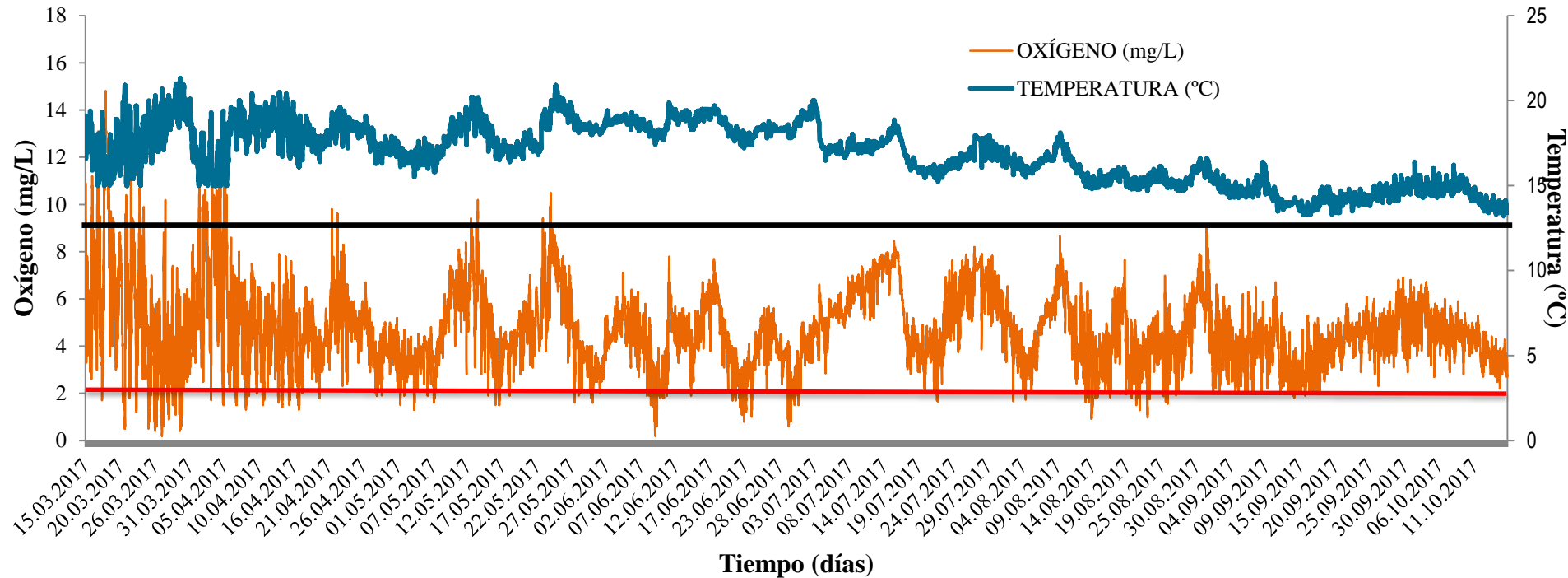


Fechas recambio sensores	
Operación	Fecha
Instalación	15 de marzo
Primer recambio	4 de abril
Segundo recambio	25 de mayo
Tercer recambio	4 de Julio
Cuarto recambio	6 de Septiembre
Retiro sensores	16 de Octubre

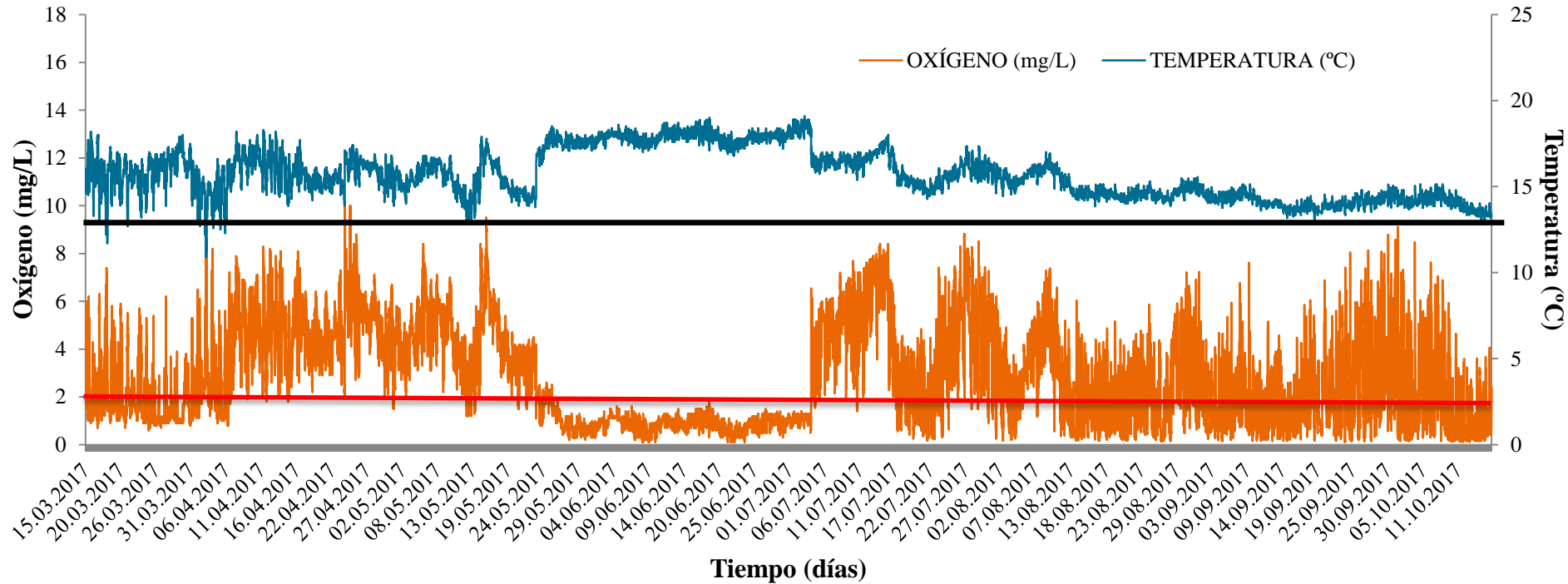
Punta Pinto 5 metros



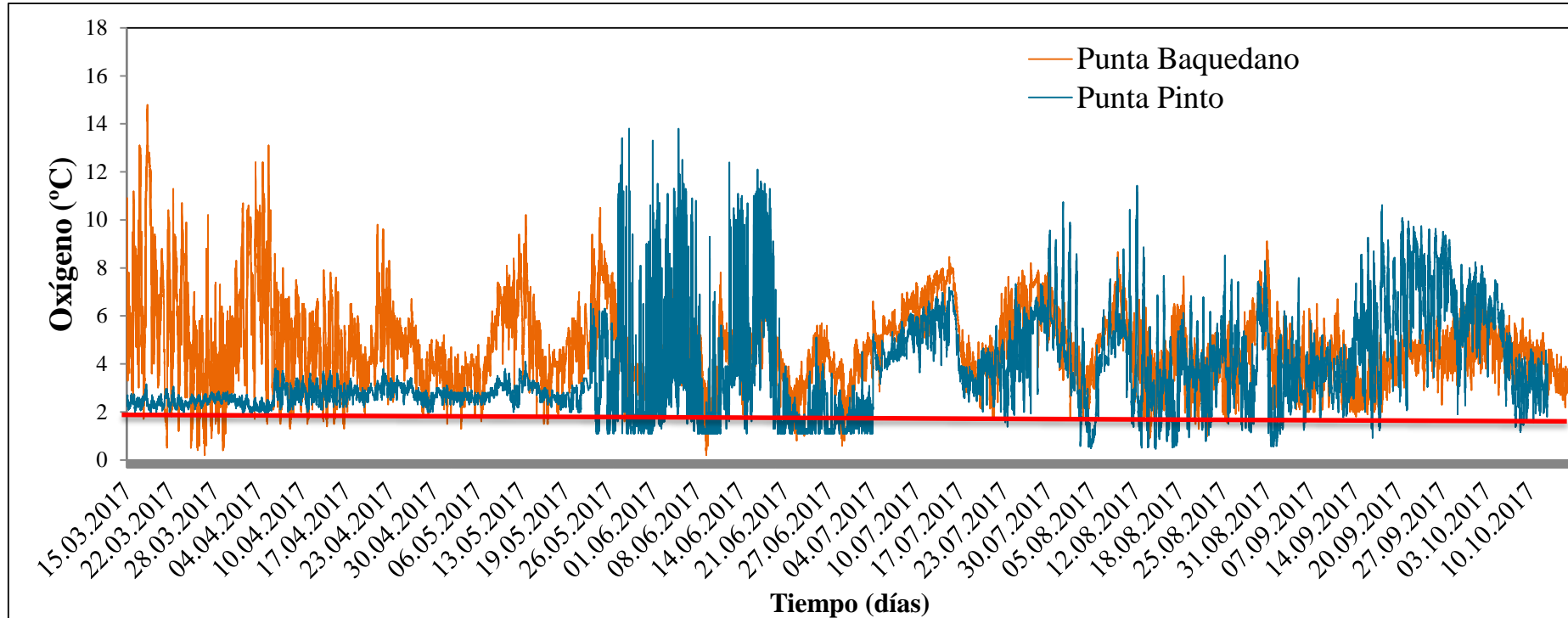
Punta Baquedano 5 metros



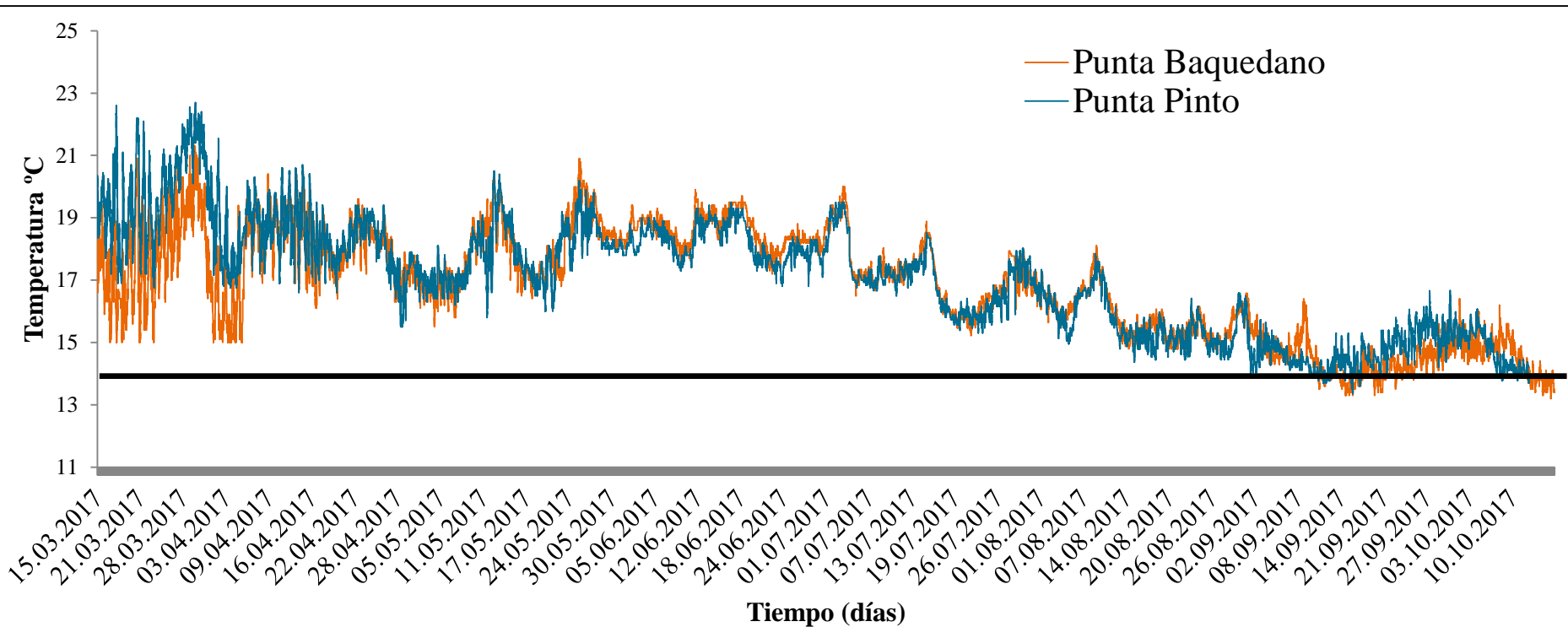
Punta Baquedano 15 metros



Punta Pinto 5 metros v/s Punta Baquedano 5 metros



Punta Pinto 5 metros v/s Punta Baquedano 5 metros



Sedimento

■ Granulometría

Muestra	Peso total muestra (g)	Grava (phi-1)	Arena muy gruesa (phi 0)	Arena Gruesa (phi 1)	Arena Mediana(phi 2)	Arena Fina (phi 3)	Arena muy Fina (phi 4)	Fango (phi 5)
Punta Baquedano	100,079	0,11	0,36	1,43	18,29	62,78	14,59	2,44
Punta Pinto	100,015	0	0,09	0,36	3,82	9,28	8,11	78,34

Muestra	Mediana	Selección	Asimetría	Kurtosis	Clasificación
Punta Baquedano	2,71	0,76	-0,01	2,27	Arena Ligeramente Gravosa
Punta Pinto	5,42	1,68	-0,07	0,84	Fango Arenoso

■ Materia orgánica

Lugar/Parámetro	%MO
Punta Pinto	0.36
Punta Baquedano	0.25

Conclusiones



- Punta Baquedano evidencian mejores condiciones en la estación 5 m que en la 15m
- El sector presenta también bajas letales de oxígeno varias veces en el período en la zona superficial
- No sería recomendable un cultivo en este sector sin un sistema de suministro de oxígeno de emergencia
- La temperatura estuvo bajo el óptimo pero sobre el límite letal favorable para el crecimiento de esta especie.

Conclusiones



- Los datos registrados de oxígeno en Punta Pinto son cercanos al límite letal de *Seriola lalandi*, lo que da cuenta de condiciones complejas y no ideales para esta especie en este sector
- La temperatura se comporto de forma similar a Punta Baquedano
- No sería recomendable un cultivo en este incluso incorporando un sistema de suministro de oxígeno de emergencia
- Ambos sectores son de naturaleza clástica, compuestos de granos de rocas pre-existentes, erosionados y transportados a su posición final

Conclusiones generales

- Este es el primer estudio que se realiza íntegramente en la Región de Arica y Parinacota que registra concentración de oxígeno disuelto y temperatura en la columna de agua por un período de 7 meses en mar abierto
- La metodología de determinación de condiciones de macrozonas utilizando información satelital demostró ser adecuada, pero parcial para determinar condiciones óptimas para el establecimiento de centros de cultivo en mar.
- La costa del Norte Grande de Chile presenta temperaturas adecuadas para el cultivo de *Seriola lalandi* y zonas de bajo riesgo de florecimientos algales. Con una gran fluctuación en la concentración de oxígeno en zonas cercanas a la costa
- Finalmente, se comprueba que es necesario determinar las condiciones ambientales de manera previa al establecimiento de un centro de cultivo, de manera de asegurar su viabilidad y de conocer el estado original del ambiente que se afectará.

**APROXIMACIÓN
METODOLÓGICA A LA
SELECCIÓN DE ÁREAS APTAS
PARA LA ACUICULTURA DE
Seriola lalandi EN EL NORTE DE
CHILE**

Carlos Carroza¹, Alex Brown¹, Fredy Copia¹, Claudio Silva², Raul Canales³

- 1.- Fraunhofer Chile Research, Centro de biotecnología de sistemas**
- 2.- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso**
- 3.- Consultor independiente, Arica**

Arica, 14 Septiembre 2018

