



# Insumos para la regulación ambiental en acuicultura de zonas expuestas o de alta energía

Alex Brown

Pollux Consult.

4 Julio 2023



# Contexto

- El cultivo se produce en las áreas aptas para la acuicultura ( 1ª milla) en concesiones otorgadas principalmente entre finales de los años 80 hasta 2010.
- En la práctica existe moratoria porque no hay nuevas AAA o posibilidades de nuevas concesiones
- Chile debe competir con otros productores como Noruega, que tiene un plan estratégico para 5 millones de toneladas al 2050.
- Es fundamental **planificar** un crecimiento responsable en nuevos sectores con características profundas y más expuestas, con estándares ambientales apropiados para este tipo de cultivo.



# Consultoría Consorcio

**PROPUESTA DE INSUMOS NORMATIVOS Y  
TECNOLÓGICOS PARA UN MONITOREO CONTINUO Y  
TRANSMISIBLE DE VARIABLES AMBIENTALES PARA  
ACUICULTURA OCEÁNICA O EXPUESTA**

# Estrategia

- Indagar sobre impactos ambientales potenciales y formas de medirlos
- Analizar capacidades de registro de variables y transmisión de datos
- Comparar con requerimientos vigentes
- Proponer insumos para eventual regulación especial para la Acuicultura Oceánica

# Comparación de ambientes



Fecha	Lugar de Muestreo	Coordenadas	Profundidad (metros)
07.11.2022	Golfo De Ancud	42,14845° S, 73,03243° W	191 - 194
09.11.2022	Quillaípe ESTO 1	41,59068° S, 72,74595° W	189.4
09.11.2022	Quillaípe ESTO 2	41,58621° S, 72,74469°W	158.1
09.11.2022	Quillaípe ESTO 3	41,58424° S, 72,74167° W	130

# Mediciones

Parámetros medidos por dispositivo en las campañas realizadas	Zona Expuesta	Centro de Cultivo
Temperatura	Exo 2 – RBR - Innovex	Exo 2
Conductividad	Exo 2 – RBR	Exo 2
Oxígeno	Exo 2 – RBR - Innovex	Exo 2
Clorofila	Exo 2	Exo 2
pH	Exo 2	Exo 2
Turbidez	Exo 2	Exo 2
Materia orgánica disuelta	Exo 2	Exo 2
Corrientes	Nortek Signature 250	Nortek Signature 250
Oleaje	Spotter	NA
Inspección visual	Deep Trekker DTG3	Deep Trekker DTG3

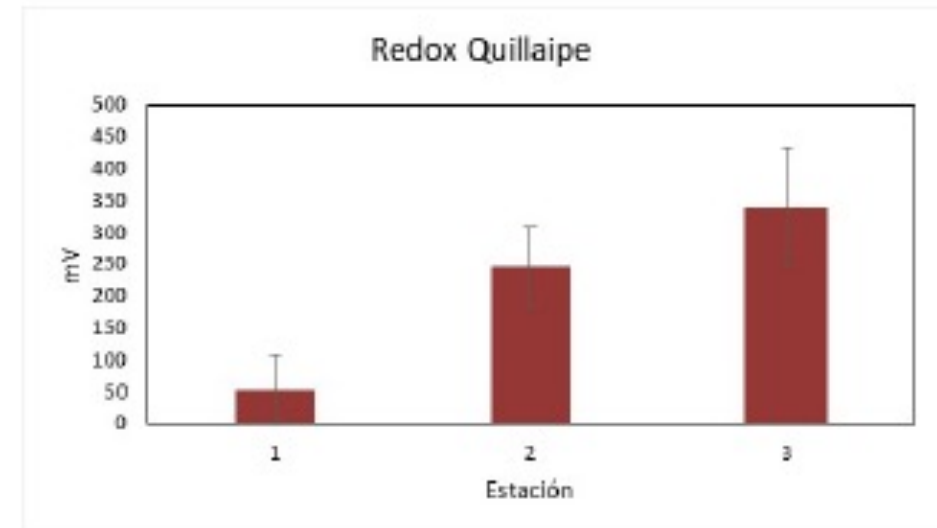
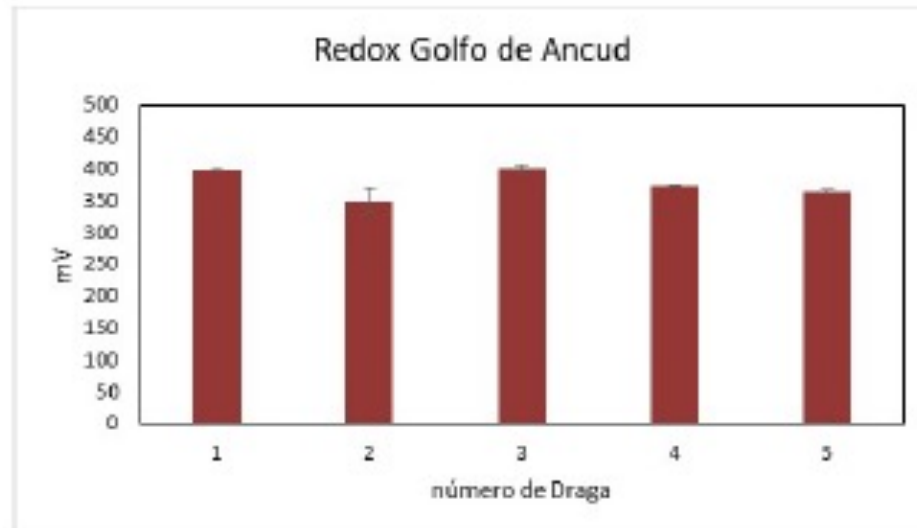
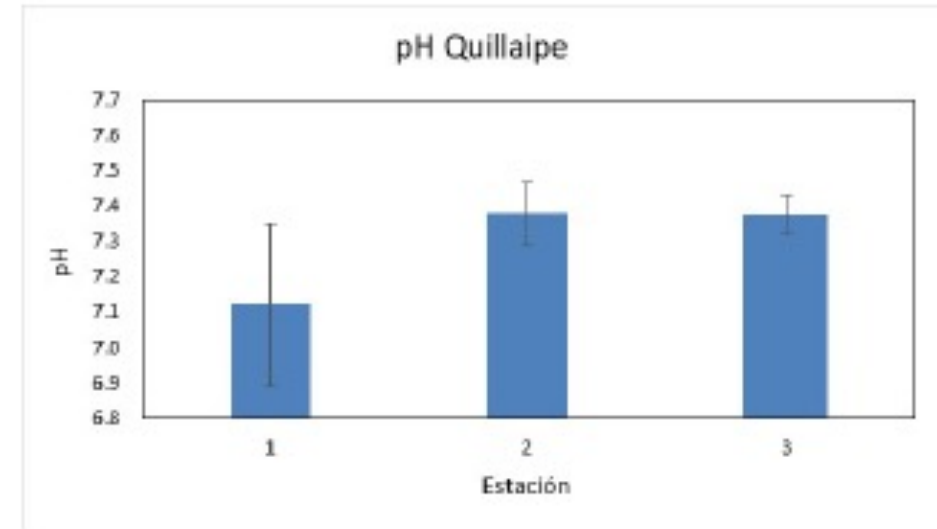
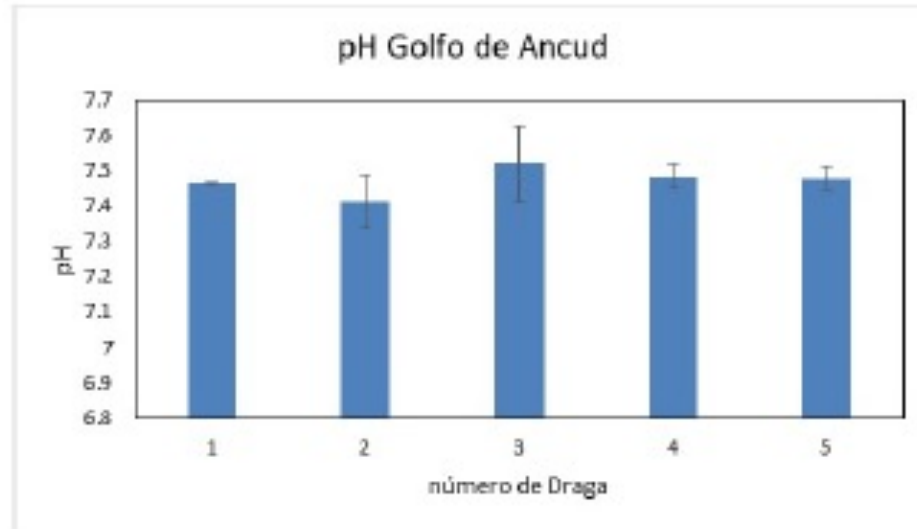
# Variables biológicas

- [Video](#) sector expuesto
- [Video bajo balsas.mp4](#)



Indices ecológicos	ANCUD	Quillaipe		
		ESTO1	ESTO2	ESTO3
Riqueza de especies (S)	11	5	9	7
Dominancia de Simpson (D)	0.22	1.08	0.47	0.49
Diversidad de Margalef ( $D_{MG}$ )	3.67	2.31	3.00	2.16
Diversidad de Shannon-Wiener $H'$	3.25	1.44	2.59	2.07
Equitatividad de Pielou ( $J'$ o $E_{Pielou}$ )	1.36	0.89	1.18	1.07

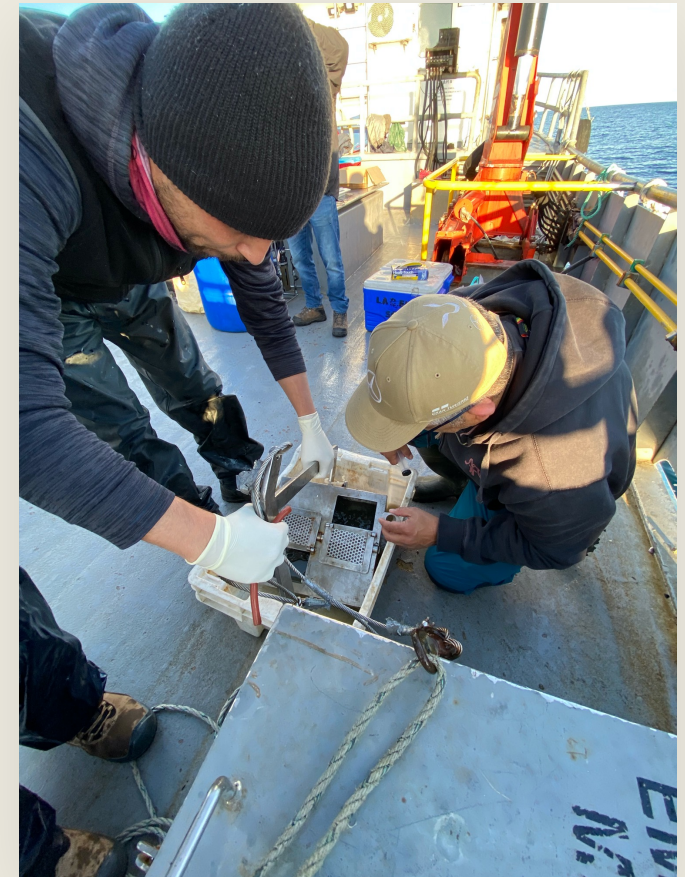
# pH y Redox





# Materia Orgánica

% tamiz		Quillaipe		
	ANCUD	ESTO 1	ESTO 2	ESTO 3
2000		0.68		
1000		0.85		
500	0.70	1.72	0.58	0.17
250	2.53	5.96	5.72	6.09
150	3.72	7.04	5.65	4.54
63	70.64	53.08	46.25	43.28
pan	22.41	30.66	41.79	45.93
<b>Peso total</b>	100	100	100	100
<b>Contenido de MO</b>	1.21	2.22	1.65	1.92
<b>MEAN (tamaño de partícula - phi):</b>	4.15	4.15	4.63	4.69
<b>SORTING (s):</b>	1.08	1.66	1.59	1.63
<b>SKEWNESS (Sk):</b>	0.58	0.28	0.51	0.51
<b>KURTOSIS (K):</b>	5.07	2.00	1.17	1.07
<b>Tipo de sedimento</b>	Limo muy grueso mal seleccionada	Limo muy grueso mal seleccionada	Limo muy grueso mal seleccionada	Limo muy grueso mal seleccionada
	Alto exceso de finos	Moderado exceso de finos	Alto exceso de finos	Alto exceso de finos
	extremadamente			



# Elección sensores

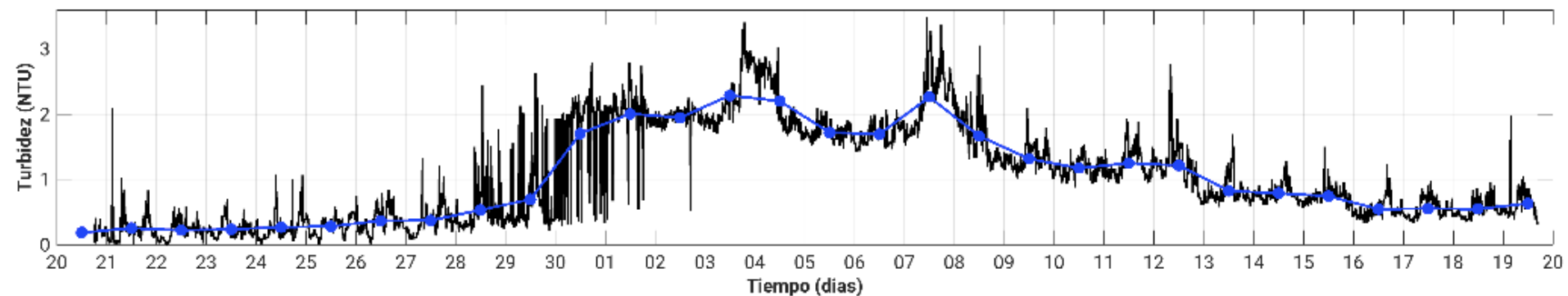
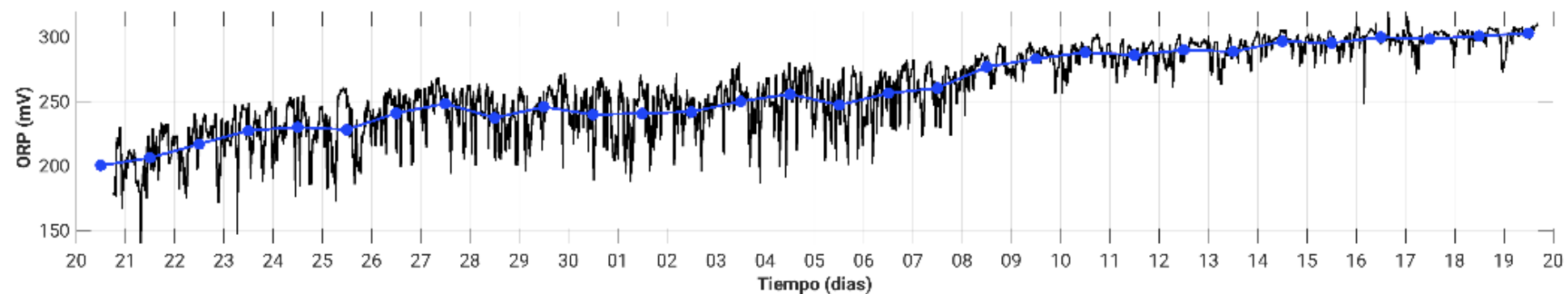
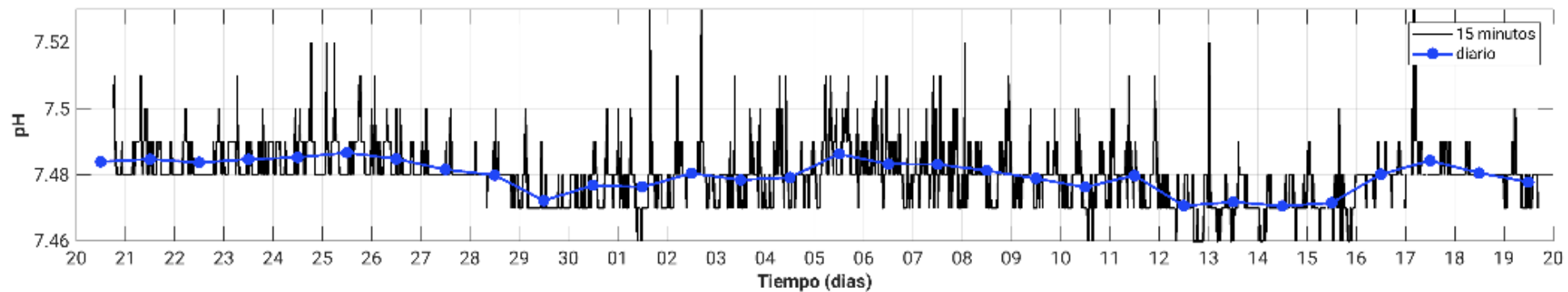
- 1.- Identificación de sensores adecuados para los parámetros indicados en las bases, más otros atingentes.
- 2.- Identificación de limitantes de almacenamiento de información, comunicación y energización.
- 3.- Identificación de ventajas y desventajas técnicas y económicas de los equipos identificados.
- 4.- Propuesta del equipamiento recomendable para la medición de las variables identificadas.



2022

Noviembre

Diciembre



### Velocidad de la corriente (m/s)

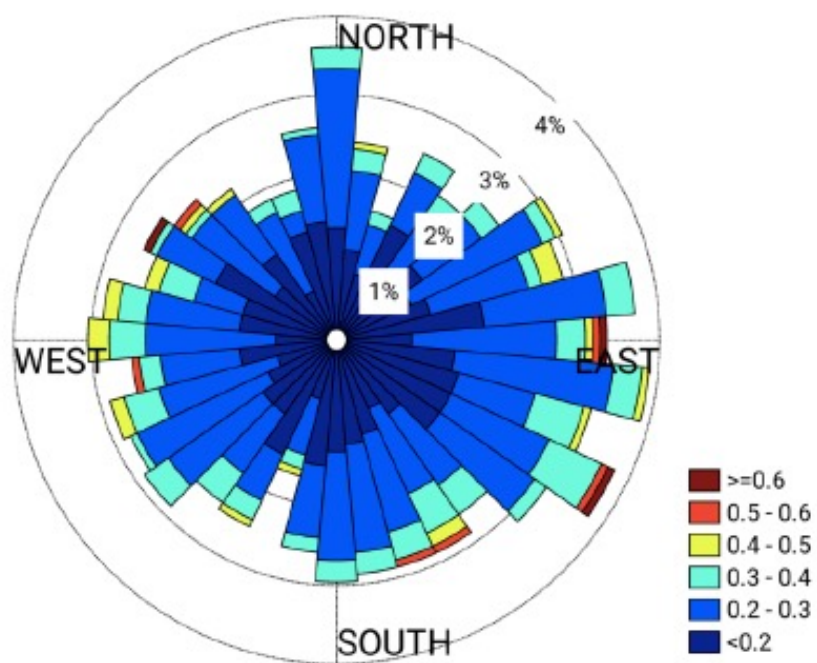


Figura 24. Rosa de corrientes horaria a 180 metros de profundidad del ADCP.

### Velocidad de la corriente (m/s)

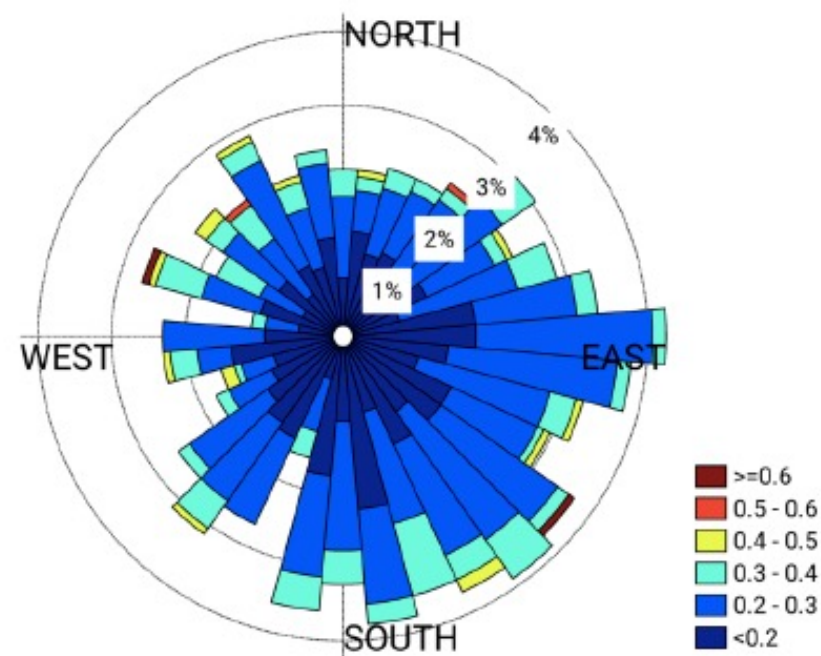
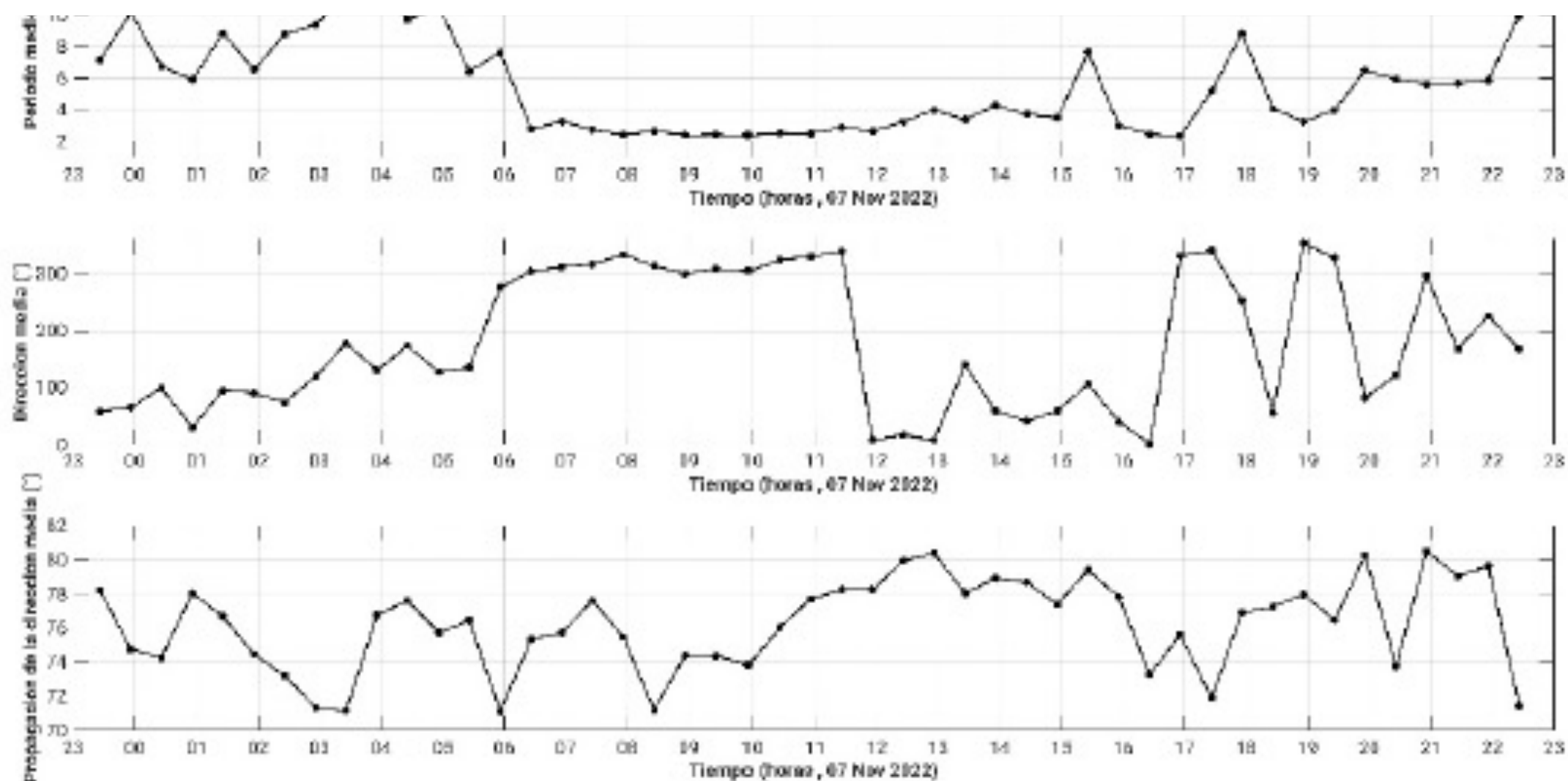


Figura 23. Rosa de corrientes horaria a 150 metros de profundidad del ADCP.



**Fig. 41.** Periodo, dirección y propagación de la ola obtenida de boya de oleaje.

# **Propuesta de parámetros de interés para el control de la sustentabilidad de cultivos en alta mar**

1. Análisis de los requerimientos normativos vigentes para eventuales centros oceánicos / expuestos.
2. Brechas de la regulación para controlar en ellos la sustentabilidad.
3. Insumos.

VARIABLES AMBIENTALES EXIGIDOS POR LA NORMATIVA ACTUAL PARA CENTROS DE CULTIVO EMPLAZADOS A MÁS DE 60 m DE PROFUNDIDAD.

VARIABLE	Res. SSPA 3612 de 2009	D.S. SSPA 1 de 2020	Res. Ex. SMA 2019 de 2020
Oxígeno disuelto	Oxígeno disuelto a 1 m del fondo mayor o igual a 2,5 mg/L. Sin embargo, en INFA post anaeróbica esta concentración debe ser igual o superior a 3 mg/L.	Oxígeno disuelto y saturación (sin límite establecido, solo monitoreo).	Oxígeno disuelto a 5 y 10 m. en la balsa jaula de mayor biomasa y en el pontón.
Dirección corrientes	Se exige, sin embargo sin límite establecido, solo monitoreo	Se exige, sin embargo sin límite establecido, solo monitoreo	
Presión			
Profundidad	Se exige que medición sea en el decil más profundo		
Temperatura			Se exige monitoreo a 5 y 10 m.
Salinidad			Se exige monitoreo a 5 y 10 m.
Velocidad corrientes			
Turbidez			
pH			
Fluorescencia			

# LGPA

---

- Art. 74 “La mantención de la limpieza y equilibrio ecológico ..., será responsabilidad del concesionario, con los reglamentos que se dicten”. de conformidad
- 87 que “...se deberán reglamentar las medidas de protección del medio ambiente para que los establecimientos que exploten concesiones o autorizaciones de acuicultura operen en niveles compatibles con las capacidades de carga de los cuerpos de agua lacustres, fluviales y marítimos, que asegure la vida acuática y la prevención del surgimiento de condiciones anaeróbicas en las áreas de impacto de la acuicultura...”.





# Objetivos de Calidad Ambiental asociados

- 1) Operar en niveles compatibles con las capacidades de carga de los cuerpos de agua, lo que se entiende como la mantención de condiciones aeróbicas.
- 2) Asegurar la vida acuática, lo que se entiende como presencia de macrofauna bentónica.
- 3) Mantener la limpieza y el equilibrio ecológico de la zona concedida y sectores aledaños (incluyendo residuos orgánicos e inorgánicos en el fondo).

# Insumos

1. Reconocimiento o definición del centro de cultivo oceánico.
2. Nuevas A.A.A. en zonas con características oceánicas.
3. Visión de Meso-escala - Evaluación previa hecha por el Estado - Licitación
4. Monitoreo en línea
5. Incorporación de especies nativas o cultivos multitróficos en agrupaciones de concesiones
6. Evaluar Objetivos de Calidad Ambiental
7. Evaluar categorías
8. Evaluar estándares de Calidad Ambiental (Ph, redox, discretos, sensores)
9. Bio-monitoreo (ADN)
10. GEI
11. Especies carismáticas
- 12.- Uso de datos

El D.S. 1 de 2020 establece cómo se debe desarrollar el Control en Línea de Ambientales de las agrupaciones de concesiones de Salmones (ACS). A

# Indicadores propuestos

Objetivo de Calidad Ambiental Actual	Estándar de Calidad Ambiental Actual	Estándar de Calidad Ambiental sugerido
Operar en niveles compatibles con la capacidad del cuerpo de agua -Aerobia en la concesión	Oxígeno disuelto en agua a 1 m del fondo .	Determinación de comunidades aeróbicas o anaeróbicas estrictas mediante secuenciación génica (Metagenoma).
		Determinación de existencia de macrofauna bentónica mediante Inspección visual.
		Indicadores de macrofauna bentónica
		gCm <sup>2</sup> /día % materia orgánica; granulometría
Asegurar la vida acuática en la concesión	No se aplica	Presencia de macrofauna bentónica
Prevenir la resistencia de antimicrobianos	Registro y control de administración	Registro y control de administración
Mantener limpieza de playas aledañas	Campañas de limpieza y disposición final	Mantener limpieza de elementos flotantes
Ausencia de material inorgánico en el fondo	Sin ECA	Filmación submarina al término del ciclo
Minimizar escapes	Certificación de estructuras	Certificación de estructuras
Disminuir emisiones de Gases de Efecto Invernadero		CO <sub>2</sub> / kg Ton cosechada
Disminuir interacciones con especies carismáticas		Plan de contingencia
Minimización uso productos químicos		Registro y control de administración
Disminuir aporte de nutrientes al ambiente		Limitar concentración de fósforo en alimento, digestibilidad mínima. Medios preventivos por jaula Biomasa máxima/área ¿?

# Equipo

