



INFORME AMBIENTAL DE LA ACUICULTURA

Período 2021 a 2022

SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA

Diciembre, 2023

TABLA DE CONTENIDOS

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACUICULTURA EN CHILE	3
3.- REGULACIONES AMBIENTALES DE LA ACUICULTURA EN CHILE	10
3.1.- Acuicultura de Pequeña Escala (APE)	14
4.- METODOLOGÍA.....	15
5.- RESULTADOS DE LOS INFORMES AMBIENTALES	17
5.1.- Análisis de Informes Ambientales evaluados.....	19
5.2.- Análisis Descriptivo de las Variables Ambientales	30
5.2.1.- Materia Orgánica.....	30
5.2.2.- Potencial Redox.....	31
5.2.3.- pH.....	32
5.2.4.- Granulometría	33
5.2.5.- Oxígeno	35
6.- DISCUSIÓN	37
7.- CONCLUSIONES	41
ANEXO I	42
ANEXO II.....	50
ANEXO III	59

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Biomasa total en centros de cultivo para los años 2021 y 2022 por grupo de especies.	4
Gráfico 2. Número de centros con producción para los años 2021 y 2022.	5
Gráfico 3. Biomasa Total porcentual producida por región para los años 2021 y 2022 (en las barras se indica la región y el porcentaje de biomasa total, para todas las regiones).....	6
Gráfico 4. Número de INFAs evaluadas para los años 2021 y 2022.....	17
Gráfico 5. Número de INFAs Post Anaeróbicas evaluadas para los años 2021 y 2022.	18
Gráfico 6. Porcentaje de INFAs por año según región.	19
Gráfico 7. Porcentaje de INFAs por grupo de especies por año.....	20
Gráfico 8. Porcentaje de INFAs por año según calificación ambiental.	22
Gráfico 9. Porcentaje de INFAs aeróbicas por año según región.....	23
Gráfico 10. Porcentaje de INFAs anaeróbicas por año según región.....	24
Gráfico 11. Porcentaje de INFAs aeróbicas por categoría según año.....	26
Gráfico 12. Porcentaje de INFAs anaeróbicas por categoría según año.	26
Gráfico 13. Porcentaje de INFAs Post Anaeróbicas por año según calificación ambiental.....	29
Gráfico 14. Valor promedio de Materia Orgánica (%) por región según año.....	31
Gráfico 15. Valor promedio de Potencial redox (Eh) por región según año.....	32
Gráfico 16. Valor promedio de pH por región según año.....	33
Gráfico 17. Valor promedio de Fango (%) por región según año.....	34
Gráfico 18. Valor promedio de Oxígeno Disuelto (mg/L) por región según año.	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de centros de cultivo con producción por año según región.....	5
Tabla 2. Biomasa total producida en toneladas por año según región.....	6
Tabla 3. Biomasa total producida (en toneladas) por año y su respectivo porcentaje, según las principales especies producidas en los centros de cultivo de Chile.	7
Tabla 4. Distribución de grupos de especies producidas por año según región.....	9
Tabla 5. Periodicidad de entrega de la INFA según tipo de cultivo.....	12
Tabla 6. Esquema genérico de los requisitos ambientales de evaluación, para cada categoría de centros de cultivo, aún sin la distinción por APE.....	13
Tabla 7. Total de INFAs Post Anaeróbicas realizadas por año según región.....	18
Tabla 8. Total de INFAs realizados por año según región.....	19
Tabla 9. Número de INFAs por año según grupo de especies autorizadas.....	20
Tabla 10. Número de INFAs por año según categoría.....	21
Tabla 11. Variables exigidas en la Información Ambiental (INFA) y su respectivo límite de aceptabilidad (Extraída de Res. Ex. (Subpesca) N° 3612/09).....	21
Tabla 12. Número de INFAs por año según calificación ambiental.	22
Tabla 13. Número de INFAs por región y por año según calificación ambiental.....	23
Tabla 14. Número de INFAs por grupo de especies según calificación ambiental.	24
Tabla 15. Porcentaje de INFAs por calificación ambiental y grupo de especies según año.	25
Tabla 16. Número de INFAs por categoría según año y calificación ambiental.	25
Tabla 17. Total de INFAs Post Anaeróbicas realizadas por año según región.....	27
Tabla 18. Total de INFAs Post Anaeróbicas por año según grupo de especie.....	27
Tabla 19. Total de INFAs Post Anaeróbicas por año según categoría.....	27
Tabla 20. Variables exigidas en la Información Ambiental (INFA) Post Anaeróbica y su respectivo límite de aceptabilidad (Extraída de Res. Ex. (Subpesca) N° 3612/09).....	28
Tabla 21. Número de INFAs Post Anaeróbicas por año según calificación ambiental.....	28
Tabla 22. Número de INFAs Post Anaeróbicas por región y por año según calificación ambiental.	29

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Distribución espacial de biomasa en la Región de Atacama, promedio años 2021-2022.....	43
Mapa 2. Distribución espacial de biomasa en la Región de Coquimbo, promedio años 2021-2022.	44
Mapa 3. Distribución espacial de biomasa en la Región de la Araucanía, promedio años 2021-2022.....	45
Mapa 4. Distribución espacial de biomasa en la Región de Los Ríos, promedio años 2021-2022.	46
Mapa 5. Distribución espacial de biomasa en la Región de Los Lagos, promedio años 2021-2022.....	47
Mapa 6. Distribución espacial de biomasa en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2021-2022.....	48
Mapa 7. Distribución espacial de biomasa en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2021-2022.....	49
Mapa 8. Condición ambiental en la Región de Los Ríos según los resultados de la INFA, año 2021.	51
Mapa 9. Condición ambiental en la Región de Los Ríos según los resultados de la INFA, año 2022.	52
Mapa 10. Condición ambiental en la Región de Los Lagos según los resultados de la INFA, año 2021.	53
Mapa 11. Condición ambiental en la Región de Los Lagos según los resultados de la INFA, año 2022.	54
Mapa 12. Condición ambiental en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo según los resultados de la INFA, año 2021.	55
Mapa 13. Condición ambiental en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo según los resultados de la INFA, año 2022.	56
Mapa 14. Condición ambiental en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena según los resultados de la INFA, año 2021.....	57
Mapa 15. Condición ambiental en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena según los resultados de la INFA, año 2022.....	58
Mapa 16. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Los Ríos, promedio años 2021- 2022.....	60
Mapa 17. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Los Lagos, promedio años 2021-2022.....	61
Mapa 18. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2021-2022.....	62
Mapa 19. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2021-2022.....	63
Mapa 20. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Los Ríos, promedio años 2021-2022.	64
Mapa 21. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Los Lagos, promedio años 2021-2022.	65
Mapa 22. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2021-2022.....	66
Mapa 23. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2021-2022.....	67
Mapa 24. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Los Ríos, promedio años 2021-2022.	68
Mapa 25. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Los Lagos, promedio años 2021-2022.....	69

Mapa 26. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2021-2022.	70
Mapa 27. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2021-2022.....	71
Mapa 28. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región Los Ríos, promedio años 2021-2022.....	72
Mapa 29. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región Los Lagos, promedio años 2021-2022....	73
Mapa 30. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2021-2022.	74
Mapa 31. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2021-2022.....	75
Mapa 32. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Los Ríos, promedio años 2021-2022.	76
Mapa 33. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Los Lagos, promedio años 2021-2022.	77
Mapa 34. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2021-2022.....	78
Mapa 35. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2021-2022.....	79

1.- INTRODUCCIÓN

Desde el año 1975, Chile ha suscrito y ratificado múltiples tratados y protocolos relacionados con el medio ambiente, biodiversidad, cambio climático y emisiones. Recientemente nuestro país ha adherido el Acuerdo de Escazú, único tratado internacional en materia ambiental que tiene como objetivo garantizar la implementación plena y efectiva en América Latina y el Caribe de los derechos de acceso a la información ambiental, participación pública en los procesos de toma de decisiones ambientales y acceso a la justicia en asuntos ambientales, así como la creación y el fortalecimiento de las capacidades y la cooperación, contribuyendo a la protección del derecho de cada persona, de las generaciones presentes y futuras, a vivir en un medio ambiente sano y al desarrollo sostenible (www.cepal.org).

En este sentido, en la acuicultura se ha avanzado en normativas y regulaciones que permitan desarrollar proyectos económicamente viables sin que esto signifique deterioro en las condiciones medio ambientales y la calidad de vida de los habitantes, tratando de alcanzar la sostenibilidad de la actividad, principio que ha guiado los esfuerzos del país. Es así como la Política Nacional de Acuicultura (PNA) establece como objetivo general "Promover el máximo nivel posible de crecimiento económico de la acuicultura chilena en el tiempo, en un marco de sustentabilidad ambiental y equidad en el acceso a la actividad".

En el marco de este principio, la Ley 18.892 General de Pesca y Acuicultura establece en sus artículos 74° y 78° que los centros de cultivo deberán mantener la limpieza y el equilibrio ecológico de la zona concedida y operar en niveles compatibles con las capacidades de los cuerpos de agua.

Los anteriores lineamientos legales, definieron las bases para la dictación de D.S. (MINECOM) N° 320 de 1991, Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA) el cual entró en vigencia el 14 de diciembre de 2001. En esta norma reglamentaria se estableció la regulación sectorial que rige a la acuicultura en materia ambiental, entregando estándares ambientales para el funcionamiento de los centros de cultivo. En ella se especifican aspectos tales como: distancias entre centros de cultivo, medidas de prevención y mitigación de efectos ambientales negativos, y la elaboración de informes ambientales en cada centro de cultivo. Además, establece el límite de no aceptabilidad para el ejercicio de la acuicultura; esto es, que no pueden existir condiciones anaeróbicas en fondos lacustres, marinos y fluviales. Aplica a tipo de actividad de acuicultura, ya sea que ésta se someta al régimen de concesiones de acuicultura, de autorizaciones o requiera simplemente de su inscripción en el registro nacional de acuicultura. Junto con lo anterior, para el

desarrollo ambientalmente sustentable de esta actividad, dispone la obligatoriedad de realizar una Caracterización Preliminar del Sitio (CPS) para aquellos proyectos de acuicultura en sectores de agua y fondo que deban someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Por otra parte, los centros de cultivo en porción de agua y fondo durante su vida operativa deben realizar un seguimiento de las condiciones ambientales del centro en el período de máxima biomasa, incorporando, por lo tanto, el monitoreo de aquellas variables ambientales definidas para la categoría de cada centro de cultivo, de acuerdo con las especificaciones de la Resolución acompañante del RAMA (Res. Ex. (Subpesca) N° 3612 de 2009).

Cabe señalar adicionalmente que el cumplimiento de las disposiciones ambientales sectoriales es complementario a la normativa contenida en la Ley de Bases del Medio Ambiente que les corresponde cumplir a los centros de cultivo.

El presente informe tiene su sustento legal en el artículo 20° del RAMA, el cual establece que la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura tiene la obligatoriedad de dar a conocer en un informe bienal, el resultado del estado ambiental de la acuicultura. Este informe contiene la información ambiental recopilada entre los años 2021 y 2022 evaluada por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca), a través de los informes ambientales (INFAs).

Los resultados obtenidos corresponden al análisis de los informes ambientales a nivel país, representando la información a escala regional, por categorías, grupos de especies, entre otros. Además, se incluyen mapas con la distribución espacial de los centros de cultivo e información relevante, para las zonas geográficas que presentaron información ambiental para este periodo, las que corresponden a las regiones de Coquimbo, Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y de Magallanes y la Antártica Chilena.

2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACUICULTURA EN CHILE

La acuicultura en nuestro país se ha consolidado como una actividad productiva que ha crecido sostenidamente a lo largo de los años. Este sector es el segundo exportador más grande del país y a nivel mundial es el segundo mayor productor de salmones, abasteciendo a más de 100 mercados alrededor del mundo. En Chile, este sector productivo desarrolla más de 4.000 pymes y genera más de 70.000 empleos directos e indirectos en las regiones de La Araucanía, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y de la Antártica Chilena.

Según el Informe Sectorial de Pesca y Acuicultura consolidado 2021-2022 (Subpesca, 2023), en el sector acuícola las cosechas acumuladas a diciembre de 2022 fueron de 1.494 millones de toneladas, cifra 4,8% superior a lo registrado a igual fecha del año 2021. Los peces aportaron con el 69,9% del total de la acuicultura; mientras que los aportes de los moluscos y algas fueron de 29,1% y 1,0%, respectivamente.

De acuerdo con el informe antes señalado, los principales recursos cosechados correspondieron a salmón del atlántico, chorito y salmón del pacífico, aportando el 50,6%, 28,6% y 14,4%, respectivamente, los que suman el 93,6% del total cosechado. Las principales regiones en donde se registraron cosechas fueron en Los Lagos y en Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, con 957,1 mil t (64,1%) y 358,5 mil t (24,0%), respectivamente, las que suman el 88,1% del país. La región de Magallanes aportó con el 11,2% y el resto del país sólo el 0,7%. A diciembre de 2022 las cosechas de acuicultura en la región de Los Lagos aumentaron un 21,8%, las de Aysén disminuyeron un 25,7%, mientras que las de Magallanes aumentaron un 13,4%, todas respecto al período acumulado de enero a diciembre de 2022.

No obstante lo antes señalado, para los propósitos del presente informe, se analizará la información de los centros bajo el concepto de “producción de los centros de cultivo”, definida como la “biomasa total producida” de cada centro de cultivo, la que está definida como: *la biomasa en existencia en el agua al mes 12 del año de análisis (al 31 de diciembre), más la biomasa de todas las salidas (cosechada, la biomasa como mortalidad informada) y la biomasa enviada a laboratorio (para análisis sanitario o de calidad)*. Es decir, toda la biomasa que estuvo físicamente en el centro durante un año calendario. Este concepto de “biomasa total producida” es fundamental para la comprensión de este informe, ya que expresa de manera directa la carga productiva que fue mantenida en el ambiente de cada centro de cultivo entre los años 2021 a 2022.

La biomasa total para los años 2021 al 2022 alcanzó un valor superior a los 2.400 millones de toneladas por año (Gráfico 1).

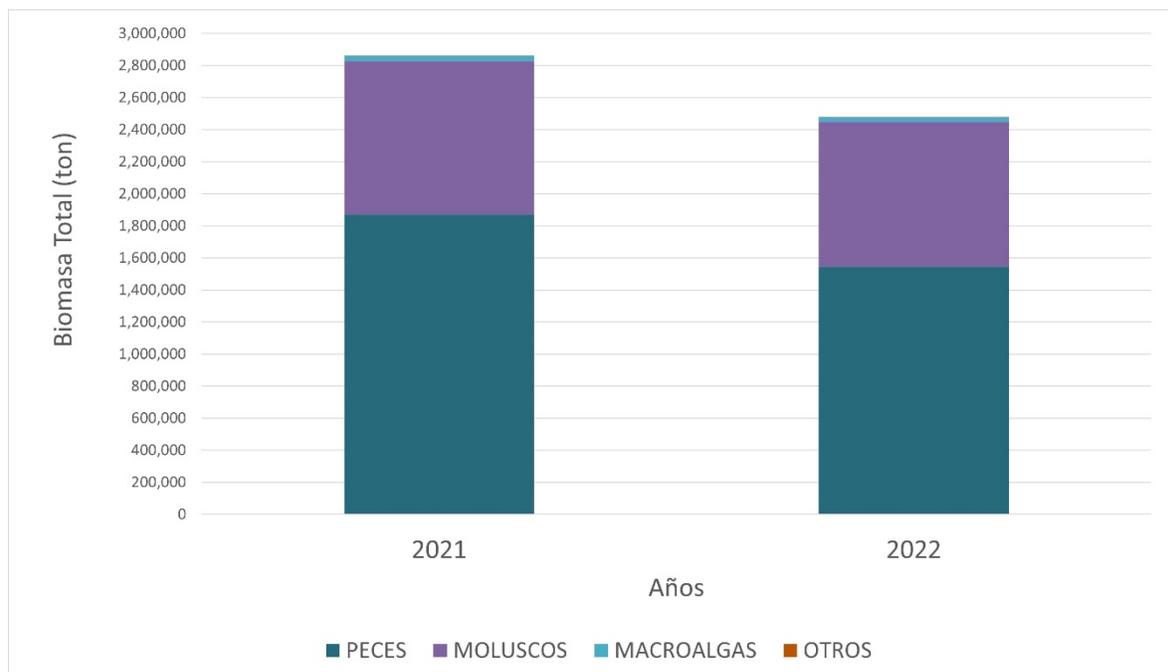


Gráfico 1. Biomasa total en centros de cultivo para los años 2021 y 2022 por grupo de especies.

Respecto al número de centros con producción, se observa un promedio de 2.078 para los dos años de estudio (Gráfico 2), en estos se incluyen concesiones de acuicultura en porción de agua y playa. En cuanto a la distribución por región, al igual que para el período anterior (años 2019-2020), la región de Los Lagos concentró el mayor número de centros, seguida por las regiones de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y de la Antártica Chilena (Tabla 1).

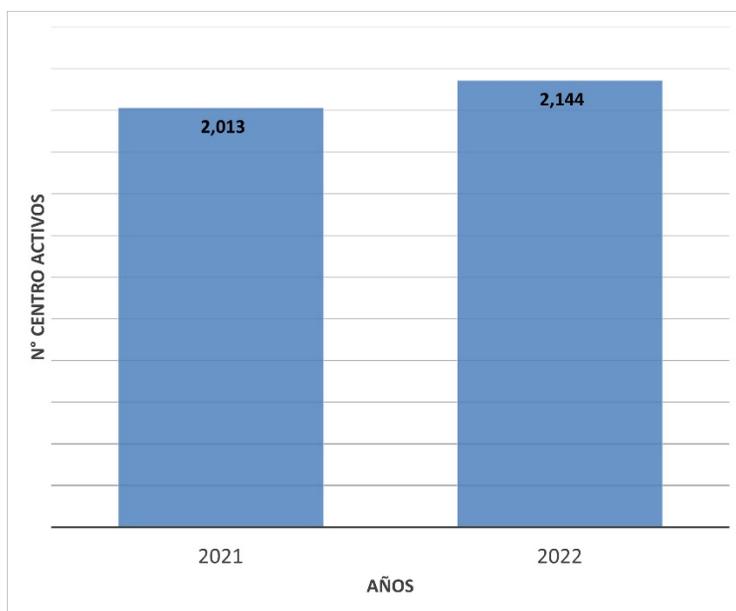


Gráfico 2. Número de centros con producción para los años 2021 y 2022.

Tabla 1. Número de centros de cultivo con producción por año según región.

Región	Año	
	2021	2022
Región de Tarapacá	3	2
Región de Antofagasta	4	5
Región de Atacama	37	38
Región de Coquimbo	38	37
Región de Valparaíso	1	1
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	1	1
Región del Maule	1	1
Región del Biobío	2	2
Región de la Araucanía	54	56
Región de Los Ríos	16	15
Región de Los Lagos	1.502	1.519
Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	272	387
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	82	80
TOTAL	2.013	2.144

En términos de distribución espacial, la biomasa total se concentró principalmente en la zona sur austral del territorio nacional, encontrando en las regiones de Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y de Magallanes y de la Antártica Chilena la mayor producción acuícola del país, con valores cercanos al 99,2% en ambos años (Gráfico 3). Cabe destacar, no obstante, que, en términos nacionales, la biomasa total del 2022 fue un 13,4% menor que el 2021. En el Anexo I (Mapas 1 al 7), se puede observar la distribución de biomasa total para las regiones más relevantes respecto de este parámetro (regiones de Atacama, Coquimbo, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena).



Gráfico 3. Biomasa Total porcentual producida por región para los años 2021 y 2022 (en las barras se indica la región y el porcentaje de biomasa total, para todas las regiones).

La región que más biomasa total produjo en el periodo 2021-2022 es Los Lagos, abarcando el 64,87% de la producción nacional, seguida por la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo con un 24,54%, Magallanes y de la Antártica Chilena con un 9,82%, y por la región de Los Ríos con un 0,19%. En la zona norte del país, las regiones más importantes en cuanto a producción son Coquimbo con un 0,45% y Atacama con un 0,08% (Tabla 2).

Tabla 2. Biomasa total producida en toneladas por año según región.

Región	2021		2022	
	Biomasa (ton)	%	Biomasa (ton)	%
Región de Tarapacá	1,40	0,00	0,40	0,00
Región de Antofagasta	582,96	0,02	520,91	0,02
Región de Atacama	1.948,62	0,07	2.112,23	0,09

Región de Coquimbo	12.424,47	0,43	11.610,25	0,47
Región de Valparaíso	15,77	0,00	15,70	0,00
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	12,06	0,00	0,45	0,00
Región del Maule	0,20	0,00	0,88	0,00
Región del Biobío	65,81	0,00	9,56	0,00
Región de la Araucanía	1.075,77	0,04	983,75	0,04
Región de los Ríos	4.209,62	0,15	5.677,05	0,23
Región de los Lagos	1.847.376,01	64,59	1.614.538,23	65,16
Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	714.672,67	24,99	596.846,08	24,09
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	277.989,00	9,72	245.612,55	9,91
TOTAL	2.860.374,37	100,00	2.477.928,05	100,00

La Tabla 3 presenta la biomasa total producida de las principales especies cultivadas con sus respectivos porcentajes.

En el caso de las macroalgas, al igual que para el período anterior (2019-2020), las especies que dan cuenta prácticamente del 100% de su biomasa total son el pelillo y el huiro. Sin embargo, en este período de análisis se registra, en menor medida, la presencia de luga roja.

Para los moluscos, las principales especies producidas corresponden al grupo de los mitílidos, primordialmente el chorito, que, para ambos años, muestra las máximas biomasa total producidas (Tabla 3), incluso aumentando su valor respecto del período anterior analizado, situación que se ha mantenido desde el período 2017-2018. En el caso de la producción del Ostión del Norte, se observa una disminución sustancial de la biomasa total respecto del período 2019-2020 y también dentro del período que corresponde a este informe, es así como el año 2022 se produjeron 865,98 toneladas menos que el año 2021.

En relación a los peces, las especies de Salmón Atlántico, Salmón Plateado o Coho y Trucha Arcoíris abarcaron prácticamente el 100% de la biomasa total para el periodo 2021 - 2022 (Tabla 3).

En términos del porcentaje de los grupos que representaron el 99,9% de la biomasa total en Chile, se observa que estos son en orden decreciente, peces, moluscos y macroalgas.

Tabla 3. Biomasa total producida (en toneladas) por año y su respectivo porcentaje, según las principales especies producidas en los centros de cultivo de Chile.

2021	2022
-------------	-------------

Especies cultivadas	Biomasa (ton)	%	Biomasa (ton)	%
MACROALGAS	32.682,25	1,14	29.163,54	1,18
Huiro	417,55	0,01	303,70	0,01
Luche	0,01	0,00	0,01	0,00
Luga roja	0,07	0,00	14,12	0,00
Pelillo	32.264,63	1,13	28.845,72	1,16
MOLUSCOS	957.964,72	33,49	903.241,11	36,45
Abalón rojo	1.528,33	0,05	1.233,46	0,05
Almeja	0,05	0,00	0,00	0,00
Cholga	6.093,72	0,21	6.711,44	0,27
Chorito	933.062,48	32,62	879.508,34	35,49
Choro	5.268,46	0,18	5.053,59	0,20
Ostión del Norte	10.637,12	0,37	9.771,14	0,39
Ostión del Sur	1,00	0,00	0,00	0,00
Ostra Chilena	1.037,23	0,04	752,85	0,03
Ostra del Pacífico	336,33	0,01	210,30	0,01
OTROS	41,35	0,00	1,08	0,00
Erizo	41,35	0,00	0,03	0,00
Piure	0,00	0,00	1,05	0,00
PECES	1.869.686,05	65,37	1.545.522,31	62,37
Corvina	0,06	0,00	0,00	0,00
Esturión Blanco	0,07	0,00	0,00	0,00
Salmón Cereza	0,08	0,00	0,02	0,00
Salmón del Atlántico	1.327.048,50	46,39	1.136.287,20	45,86
Salmon Keta	0,00	0,00	0,00	0,00
Salmón Plateado o Coho	431.008,41	15,07	313.166,54	12,64
Trucha Arcoíris	111.628,93	3,90	96.068,56	3,88
TOTAL	2.860.374,37	100,00	2.477.928,05	100,00

Respecto de la biomasa total producida y su distribución por región, se observa que en la zona norte del país predomina el cultivo de moluscos y algas. Sin embargo, a medida que nos desplazamos al sur del país podemos observar que este panorama cambia, apareciendo los peces (salmónidos) como grupo de cultivo de especial relevancia. En la región de Los Ríos, al igual que para el período anterior (2019-2020), el cultivo de peces supera al de otras especies. Respecto de la región de Los Lagos, se observa que los moluscos (principalmente chorito) son el grupo predominante de cultivo para los años de análisis, superando la biomasa total producida de peces (salmónidos). Una situación diferente se observa en la región de Aysén del General Carlos Ibáñez

del Campo, donde adicional al cultivo de salmónidos, aparecen en este período de evaluación los moluscos y en menor medida las macroalgas. En la región de Magallanes y de la Antártica Chilena aparecen nuevamente cultivos de moluscos, aunque la región produce principalmente peces (salmónidos) (Tabla 4).

Tabla 4. Distribución de grupos de especies producidas por año según región.

Región	Grupo especies	2021	2022
		Biomasa (ton)	Biomasa (ton)
Región de Tarapacá	Moluscos	1,40	0,40
Región de Antofagasta	Macroalgas	263,30	206,21
	Moluscos	319,66	314,70
Región de Atacama	Macroalgas	1.576,20	1.672,53
	Moluscos	372,36	439,71
	Peces	0,06	0,00
Región de Coquimbo	Macroalgas	2.325,49	2.533,25
	Moluscos	10.057,63	9.075,92
	Otros	41,35	1,08
Región de Valparaíso	Macroalgas	15,77	15,70
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Moluscos	12,06	0,45
Región del Maule	Moluscos	0,20	0,88
Región del Biobío	Macroalgas	53,50	1,20
	Moluscos	12,31	8,36
Región de la Araucanía	Moluscos	1.075,77	983,75
Región de Los Ríos	Macroalgas	83,02	80,39
	Moluscos	446,78	377,95
	Peces	3.679,83	5.218,70
Región de Los Lagos	Macroalgas	28.339,41	24.413,43
	Moluscos	945.433,23	891.843,85
	Peces	873.603,37	698.280,94
Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	Macroalgas	25,56	227,11
	Moluscos	8,00	14,81
	Peces	714.639,11	596.604,16
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	Macroalgas	0,00	13,71
	Moluscos	225,32	180,33
	Peces	277.763,69	245.418,51
TOTAL		2.860.374,37	2.477.928,05

3.- REGULACIONES AMBIENTALES DE LA ACUICULTURA EN CHILE

Desde el ámbito sectorial, la Ley 18.892 General de Pesca y Acuicultura establece en su artículo 74° que: "La mantención de la limpieza y del equilibrio ecológico de la zona concedida, cuya alteración tenga como causa la actividad acuícola será de responsabilidad del concesionario, de conformidad con los reglamentos que se dicten."

Por otra parte, en su artículo 87° establece que "Por uno o más decretos supremos expedidos por intermedio del Ministerio, previo informe técnico debidamente fundamentados de la Subsecretaría y previa consulta a la Comisión Nacional de Acuicultura y al Consejo Zonal de Pesca que corresponda, 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 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."

El año 2001, se promulgó el D.S. (MINECON) N° 320 de 2001, Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA), que viene a uniformar y establecer los requerimientos ambientales específicos para realizar actividades de acuicultura en nuestro país. Este reglamento apunta al tema de fondo, que es la definición de los niveles mínimos de aceptabilidad mediante la evaluación de la calidad de los fondos marinos, a través del nivel de oxigenación de los sedimentos y columna de agua.

A lo largo del tiempo, durante el cual ha sido aplicado el reglamento, este ha sufrido diversas modificaciones tendientes a adecuarlo a nuevos requerimientos, metodologías en consideración a la evolución del conocimiento y de los diversos tipos de centros de cultivo existentes en el país. Todo ello ha permitido unificar criterios generales y específicos, tanto de la operación de los centros de cultivo, como de la evaluación de la condición ambiental de los fondos acuáticos y/o columna de agua del área utilizada.

Dentro de las criterios generales de operación definidos por el reglamento y que todo centro de cultivo debe cumplir, se encuentra la obligación de mantener la limpieza en el área del centro de cultivo y zonas aledañas, el correcto acopio, traslado y disposición final de los desechos generados, mantención de una distancia mínima de las artes de cultivo respecto del fondo acuático, poseer y aplicar planes de acción ante contingencias (PAAC) en cada centro de cultivo (PAAC individual) y por agrupación de centros de cultivo (PAAC grupal) cuando corresponda,

establecer acciones a seguir en caso de Pre-Alerta y Alerta acuícola, cumplir con las especificaciones respecto a la limpieza de artes de cultivo y, se insta la prohibición de utilizar, como elementos de flotación, aquellos que desprendan materiales que los componen, entre otros. Se establecen, además, la exigencia de realizar y elaborar instrumentos de evaluación ambiental (CPS e INFA), los criterios de análisis y evaluación del sector de operación de cada centro de cultivo y las medidas a implementar según los resultados de estos.

El reglamento también incluye algunos lineamientos específicos, como las distancias mínimas que deben mantener los centros de cultivo entre ellos. Se establece la exigencia de contar con equipamiento de capacidad mínima definida para el tratamiento de la mortalidad en centros de cultivo de salmónes y se fijan condiciones ambientales para solicitudes de ampliaciones de producción de centros de cultivo de salmónes.

Cabe mencionar que el reglamento, desde el año 2007, incorpora la posibilidad que los centros de cultivo, en general, realicen cualquier proceso (autorizado mediante resolución de SUBPESCA) ya sea el uso de mecanismos físicos, productos químicos y biológicos; que modifique las condiciones de oxígeno del área de sedimentación correspondiente (artículo 8° bis del RAMA). El objetivo principal de las solicitudes presentadas en este caso ha sido que la condición ambiental de un sitio (centro) se “recupere”, es decir que, desde una condición ambiental desmejorada (anaeróbica), debido a la operación del centro, retorne a una condición ambiental inicial (aeróbica).

En los últimos años el número de solicitudes de este tipo ha aumentado considerablemente, lo que da cuenta del interés, por parte de la industria salmonera principalmente, de contar con nuevos mecanismos, productos o tecnologías para poder recuperar y/o mantener las condiciones ambientales entre un periodo productivo y otro. Con el propósito de hacer más diligente y efectiva la aplicación de este tipo de procedimientos, se dictó una resolución (Resolución Ex. N° 1141 de 2022) que autoriza procesos destinados a modificar las condiciones de oxígeno del área de sedimentación y fija los requisitos y condiciones para su uso, de conformidad con el referido art. 8° bis del reglamento.

En el reglamento vigente se establece que los proyectos de acuicultura (concesiones de acuicultura), deben presentar una evaluación ambiental del sector donde se proyecta operar, mediante la elaboración de una Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) y, que una vez que el centro de cultivo se encuentre en operación, se debe realizar un seguimiento de la condición ambiental del área de operación mediante la elaboración de un Informe Ambiental (INFA). La oportunidad en la que se debe realizar la INFA depende del tipo o etapa de cultivo que se esté desarrollando (Tabla 5). Es de indicar que el año 2021 se publicó el Reglamento de Acuicultura de

pequeña escala, que, entre otras cosas, establece una evaluación ambiental diferenciada para centros de cultivo que desarrollen este tipo de actividad.

Tabla 5. Periodicidad de entrega de la INFA según tipo de cultivo.

Tipo centro de cultivo	Periodicidad realización INFA	Fecha de muestreo
Extensivos	Cada dos años (*)	Dentro del segundo año, hasta dos meses antes de su término.
Intensivos (que se alimentan exclusiva y permanentemente de macroalgas)	Cada dos años	Dentro del segundo año, hasta dos meses antes de su término
Intensivo: Engorda de peces	Por ciclo productivo	Dos meses antes de iniciarse la cosecha
Intensivo: Esmoltificación	Año calendario	Dos meses antes de la última cosecha del año calendario
Intensivo: Reproductores de peces	Año calendario	En el último trimestre del año calendario

(*) Existen excepciones a esta definición, ver en Res. Ex. (Subpesca) N° 3612/09; no considera las modificaciones incorporadas por R.Ex, N° 1917/23, de APE.

Tanto los resultados de la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) como de los Informes Ambientales (INFA), son determinantes al momento de permitir que un nuevo proyecto de acuicultura o un centro comience su operación, ya que el reglamento condiciona el ingreso de ejemplares a los centros de cultivo. Es así como, si los resultados de CPS o INFA acreditan que el área de sedimentación o la columna de agua se encuentran en niveles compatibles con la capacidad del cuerpo de agua (condición aeróbica) el centro puede operar. En el caso de que los resultados de la CPS muestren una condición anaeróbica, el proyecto no puede ejecutarse y en el caso de las INFAs den como resultado una condición anaeróbica, se prohíbe el ingreso de ejemplares al centro, hasta que, mediante la elaboración de otra INFA, se acredite que se ha retornado a la condición aeróbica.

En términos de nueva normativa ambiental en el período, cabe mencionar que mediante D.S. N°45 del año 2021, se aprobó el reglamento de acuicultura de pequeña escala que modifica el RAMA, en el sentido de incorporar nuevas definiciones para "producción intensiva" y "producción extensiva". Modificando sus definiciones como sigue:

- Sistema de producción extensivo: cultivo de recursos hidrobiológicos cuya alimentación no requiere de suministro antrópico.

- Sistema de producción intensivo: cultivo de recursos hidrobiológicos cuya alimentación es suministrada de manera antrópica y/o que requiera la fertilización de las aguas en que se realiza. Este tipo de sistema comprende el sistema de cultivo intensivo con alimento natural e intensivo con alimento formulado.
- El sistema de cultivo intensivo con alimento natural corresponde a aquel sistema cuya alimentación se basa en dietas naturales sin formular.
- El sistema de cultivo intensivo con alimento formulado corresponde a aquel sistema cuya alimentación se basa en dietas formuladas.

En el caso que un centro de cultivo tenga más de un sistema de producción será considerado para su clasificación aquel sistema más estricto.

Por otra parte, mediante Resolución Exenta N° 3612/2009, la Subpesca estableció las metodologías para elaborar la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) y la información ambiental (INFA). Esta Resolución ha sufrido diversas modificaciones tales como: (Res. Ex. N° 1067/2021, Res. Ex. N° 1933/2021 y Res. Ex. N° 1917/23), las que han tenido como objetivo adecuar, perfeccionar e incorporar las metodologías de muestreo requeridas y mediante las cuales en términos generales se clasifica los centros de cultivo en diversas categorías, considerando, acuicultura de pequeña escala (APE) y no APE, las características oceanográficas y de fondo que estuvieren presentes en el área del centro de cultivo, así como la producción autorizada en cada caso y tipo de sistema productivo. Una vez establecida la categoría del centro de cultivo, se deben aplicar diversos muestreos y análisis que permitan la determinación de la condición ambiental del centro de cultivo luego de su operación (Tabla 6).

Tabla 6. Esquema genérico de los requisitos ambientales de evaluación, para cada categoría de centros de cultivo, aún sin la distinción por APE.

INFA	Categoría						
Parámetros	1	2	3	4	5	6	7
Plano batimétrico, ubicación de módulos, estación de muestreo y referencia.	X	X	X	X	X	X	X
Correntometría (*)			X	X	X	X	X
Granulometría		X	X			X	X
Materia Orgánica en sedimentos	X	X	X			X	X
Macrofauna bentónica		X	X			X	X
pH, Potencial Redox y T° en sedimentos)			X			X	X

Perfil Oxígeno disuelto	X		X	X	X	X	X
T° y Salinidad en columna de agua	X		X	X	X	X	X
Sulfuro (aun sin implementar)			X				
Registro Visual				X			

(*) Se presentan sólo en la CPS.

No obstante lo previamente señalado, es necesario incorporar en próximos reportes, como parte de los análisis de informes ambientales, la diferenciación recientemente incorporada para la determinación de condiciones ambientales definidas para actividades de Acuicultura de Pequeña Escala (APE).

3.1.- Acuicultura de Pequeña Escala (APE)

Al respecto es de indicar que, dado que el legislador ha reconocido que dentro de las actividades de acuicultura que se desarrollan en el país, existe un segmento de acuicultoras/es que, por la escala a la cual desarrollan su actividad, requieren no solo de fomento productivo sino de una regulación acorde a sus posibilidades y al potencial bajo impacto que generaría su actividad. En tal sentido, en el año 2021 entró en vigencia el D.S. (MINECON) N° 45 que aprueba el “Reglamento de Acuicultura de Pequeña Escala” (APE), en el cual, además de establecer qué actividades se consideran como acuicultura de pequeña escala y quién será considerado/a como acuicultor/a de pequeña escala, incorpora, entre otras, disposiciones ambientales diferenciadas a las cuales estarán sometidas dichas actividades.

En el caso que las actividades de acuicultura de pequeña escala (APE) requieran la elaboración de informes ambientales (INFAs), el reglamento respectivo indica que, mediante resolución exenta, se establecerán las variables, metodologías y periodicidad de su medición o muestreo, establecidos específicamente para APE. Además, requiere que, con la Información ambiental obtenida, se realice el reporte bienal sobre el estado ambiental de la acuicultura de pequeña escala, el cual será incorporado en el reporte bienal general de la acuicultura.

Dado que la resolución exenta N° 1917 de 2023, que operativiza las disposiciones metodológicas para la elaboración de los instrumentos ambientales INFA, CPS y EAS correspondientes a las actividades de acuicultura de pequeña escala; fue publicada recientemente el 19 de octubre de 2023, es que el actual reporte no presenta distinción en los resultados del estado ambiental para centros de cultivo de pequeña escala. Se espera que la diferenciación previamente indicada pueda ser presentada en un próximo reporte bienal general de la acuicultura.

4.- METODOLOGÍA

La información base del presente informe fue proporcionada por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA).

Cabe recordar que debido a un cambio normativo en la Ley (Artículo 122 bis, Ley N° 20.434, modifica la LGPA en materia de acuicultura), a partir del 08 de abril de 2011, SERNAPESCA se hace cargo de la realización de las INFAs para los centros de cultivo de salmónidos, dejando de recaer esta obligación en los titulares de los centros. Para el resto de los centros de cultivo, el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura ha ido paulatinamente realizando las INFAs correspondientes, por lo que en el período evaluado algunas INFAs fueron realizadas por encargo de sus titulares. El detalle de qué concesiones deben presentar INFA y qué variables incluye esta, dependen entre otros, de la categoría del centro, la especie cultivada y el volumen de producción.

La información utilizada corresponde al resumen de cada INFA de los años 2021 y 2022, sistematizándose en el número de INFAs realizadas por región y por año, calificación ambiental (aeróbica/anaeróbica) por categoría de centro y por grupo de especies.

La información de las variables ambientales de materia orgánica, potencial redox, pH, granulometría y oxígeno disuelto, fue analizada y estandarizada para presentar los resultados. Para materia orgánica, pH y potencial redox se promediaron las réplicas de cada estación y estas a su vez se promediaron para obtener el promedio de cada centro de cultivo. Si el centro tenía más de una INFA en el año, la información se promedió para obtener un dato anual. Finalmente, se promediaron todos los centros por región y por año. Para la granulometría, se realizó el mismo procedimiento anterior, pero solo para la fracción del fango, debido a que tiene mayor probabilidad de presentar condiciones de anaerobia comparado con sedimentos más gruesos. Para el perfil de oxígeno disuelto se tomó el valor que está a un metro del fondo, y se promedió con los valores de las demás estaciones del centro, para finalmente obtener un promedio anual por centro y por región.

Con objeto de realizar un análisis integrado de la información generada entre los años 2021 y 2022, se generaron mapas para las regiones más importantes desde el punto de vista de la biomasa total, esto incluye las regiones de Atacama, Coquimbo, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena (Anexo I). En el caso de la condición ambiental de la INFA (aeróbica/anaeróbica), se incluyen mapas anuales en el Anexo II, para las regiones de Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes

y la Antártica Chilena. Finalmente, las variables de las INFA, porcentaje de materia orgánica, pH, potencial redox, granulometría y oxígeno disuelto, se presentan para las regiones de Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena, en los mapas del Anexo III, los cuales permiten observar dentro de la región las áreas que, durante la presente evaluación, tienen valores más cercanos o lejanos a los límites de aceptabilidad de las variables ambientales.

Para la realización de los mapas se ocupó el software ArcGIS versión 10.7. Cada centro de cultivo fue marcado con un punto de color negro, dibujando a su alrededor un halo imaginario que varía de color según el intervalo de clase en el cual está el valor de cada variable, así, tanto la representación gráfica como el tamaño del punto en mapa no tienen relación con la superficie real de cada centro, por el contrario se encuentra amplificado con el único fin de hacer visible en el mapa la ubicación de la concesión, dado que de otra manera sería imposible ubicarlos, debido a la escala regional.

5.- RESULTADOS DE LOS INFORMES AMBIENTALES

Para el período de análisis años 2021 y 2022, se revisaron un total de 751 INFAs. En este caso se observa un aumento del número de INFAs presentadas de un año a otro (Gráfico 4).

Por otra parte, para el mismo período de análisis, se revisaron un total de 212 “INFAs Post Anaeróbicas”. Cabe señalar que, conforme a la normativa, este tipo de INFA, debe ser realizada obligatoriamente por todos los centros con posterioridad a la obtención de una INFA anaeróbica y cuyo objetivo es determinar si el centro recuperó o no su condición aeróbica.

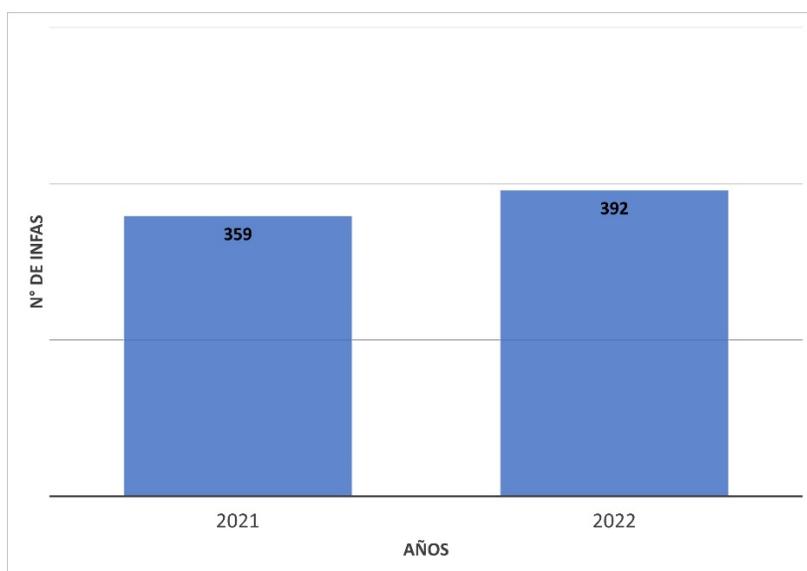


Gráfico 4. Número de INFAs evaluadas para los años 2021 y 2022.

Del análisis de los resultados de estas INFAs post anaeróbicas, se puede apreciar que para el año 2021, de un total de 119 informes, 73 tuvieron como resultado una condición aeróbica y para el año 2022 del total analizado fue de 93 informes, 66 de ellos obtuvieron la condición de aeróbica (Gráfico 5). Por tanto y considerando ambos años analizados, un 65% de las INFAS recuperó su condición ambiental.

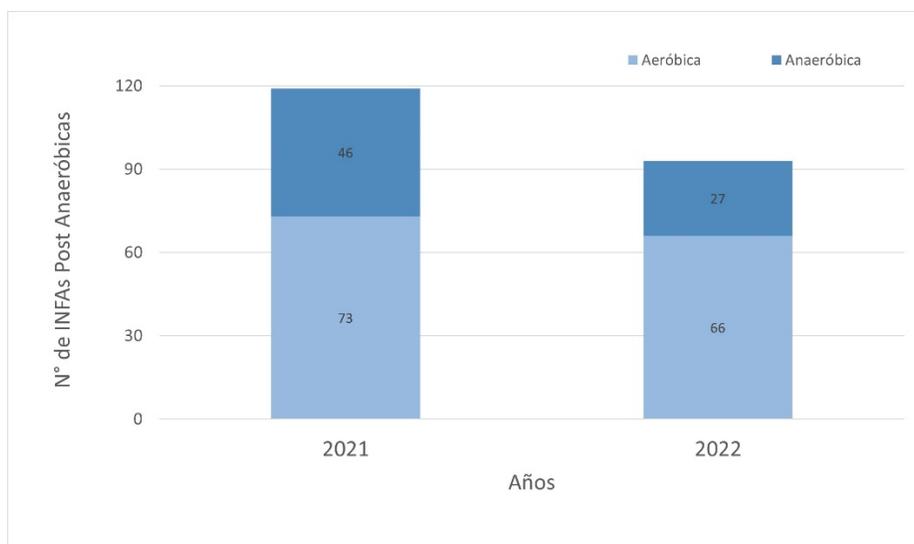


Gráfico 5. Número de INFAs Post Anaeróbicas evaluadas para los años 2021 y 2022.

Por otro lado, se puede apreciar que la región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo, presentó para ambos años de estudio el mayor número de INFAs con evidencia de centros de cultivo recuperados ambientalmente, respecto del total de las regiones (Tabla 7).

Tabla 7. Total de INFAs Post Anaeróbicas realizadas por año según región.

Región	Aeróbica		Anaeróbica	
	2021	2022	2021	2022
Región de los Lagos	22	20	10	6
Región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo	44	35	30	17
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	7	11	6	4
TOTAL	73	66	46	27

5.1.- Análisis de Informes Ambientales evaluados

En la Tabla 8 y Gráfico 6 se puede observar que en el período analizado la mayor cantidad de Informes Ambientales se concentra desde la región de Los Lagos hacia el sur, representando junto a la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo el 90,8% del total de INFAs realizadas para el período 2021-2022. Además, en comparación con el período anterior (2019-2020) en el cual no se registró información ambiental en la zona norte, la región de Coquimbo presenta una INFA para el año 2021. También se observa que la región de Los Ríos presentó INFAs para ambos años.

Tabla 8. Total de INFAs realizados por año según región.

Región	Año		Total
	2021	2022	
Región de Coquimbo	0	1	1
Región de los Ríos	5	4	9
Región de los Lagos	161	188	349
Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	166	167	333
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	27	32	59
TOTAL	359	392	751

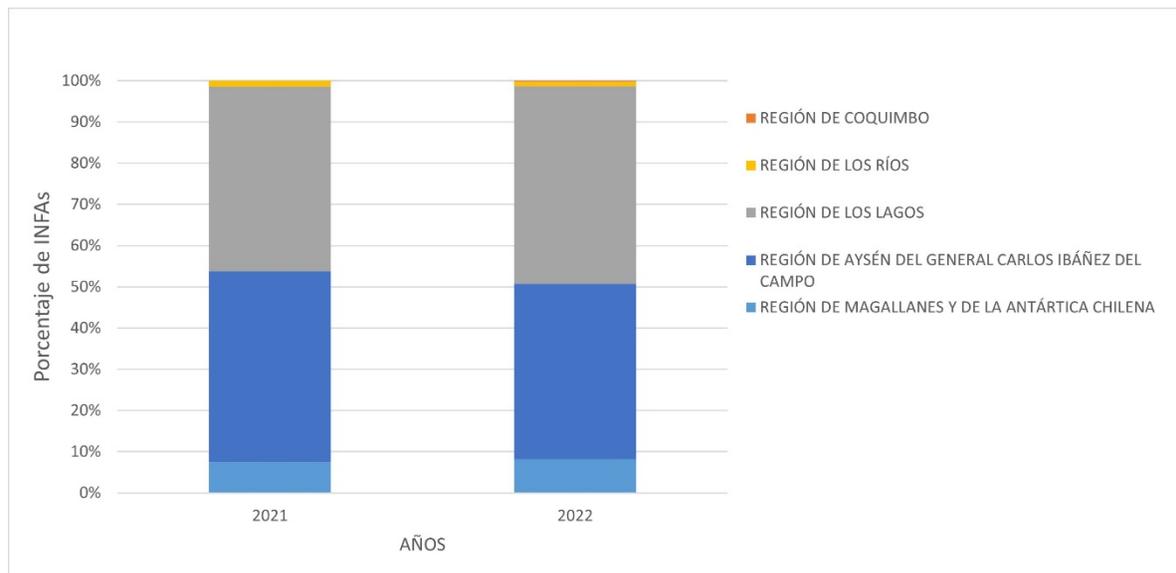


Gráfico 6. Porcentaje de INFAs por año según región.

Respecto a los grupos de especies, es posible indicar que en el año 2021 sólo se realizaron INFAs para centros de cultivos con peces, mientras que en el año 2022 se puede observar que se realizaron 10 INFAs para el grupo de moluscos (Tabla 9; Gráfico 7). En este análisis no se consideran los centros de cultivo de macroalgas, ya que según la Res. Ex. (Subpesca) N° 3612/09 numeral 14, no deben entregar resultados de variables ambientales los centros de categoría 0, categoría dentro de la cual se ubica casi la totalidad de estos centros de cultivo.

Tabla 9. Número de INFAs por año según grupo de especies autorizadas.

Grupo de especies	Año		Total
	2021	2022	
Moluscos	0	10	10
Peces	359	382	741
TOTAL	359	392	751

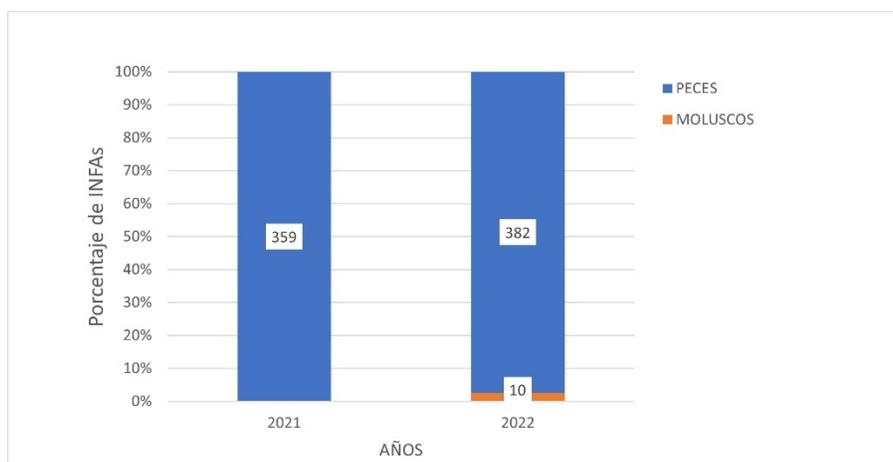


Gráfico 7. Porcentaje de INFAs por grupo de especies por año.

Las INFAs del período se analizaron dentro de sus respectivas categorías individuales o mixtas (más de una para un centro), así, respecto al número de INFAs por categoría, se observó que los centros con las categorías individuales con mayor número de INFAs realizadas por año son, en orden descendente, la 5, 3, y 4 y para centros de cultivo con más de una categoría predomina 3-5 y 4-5 (Tabla 10). Las categorías individuales indicadas anteriormente representan el 80,8% de las INFAs realizadas en el período de estudio y si le sumamos las mixtas, representan el 96,4%, destacando además que estas categorías corresponden a la mayoría de los centros de cultivo que deben presentar INFA.

Tabla 10. Número de INFAs por año según categoría.

Categoría	Año		Total
	2021	2022	
Categoría 1	0	2	2
Categoría 3	98	105	203
Categoría 3 y 4	2	4	6
Categoría 3 y 5	22	34	56
Categoría 3, 4 y 5	0	1	1
Categoría 4	35	48	83
Categoría 4 y 5	25	36	61
Categoría 5	168	153	321
Categoría 6	6	7	13
Categoría 7	3	2	5
TOTAL	359	392	751

Respecto al resultado de las INFAs, estas pueden presentar una condición aeróbica o anaeróbica, dependiendo del valor que arrojaron las variables ambientales para calificar cada centro. Cuando los valores exceden el límite de aceptabilidad estamos en presencia de un centro con condición anaeróbica (Tabla 11).

Tabla 11. Variables exigidas en la Información Ambiental (INFA) y su respectivo límite de aceptabilidad (Extraída de Res. Ex. (Subpesca) N° 3612/09).

Variable	Límite aceptabilidad
Materia Orgánica	≤ 9%
pH	≥ 7,1
Eh (Redox)	≥ 50 mV
Oxígeno disuelto (1 m fondo)	≥ 2,5 mg/L
Registro visual	Ausencia de cubiertas de microorganismos visibles y/o burbujas de gas para el caso de la CPS. N° de transectas igual o menor a 2, con presencia de cubierta de organismos visibles y/o burbujas de gas, para el caso de las INFA.

La Tabla 12 muestra que para el periodo de los años 2021-2022, el número de INFAs con resultado aeróbico en la calificación ambiental es mayor a las que resultaron anaeróbicas, representando el 82,1% y el 77,0% en los años 2021 y 2022, respectivamente (Gráfico 8).

Tabla 12. Número de INFAs por año según calificación ambiental.

Calificación Ambiental	Año		Total
	2021	2022	
Aeróbica	295	302	597
Anaeróbica	64	90	154
TOTAL	359	392	751

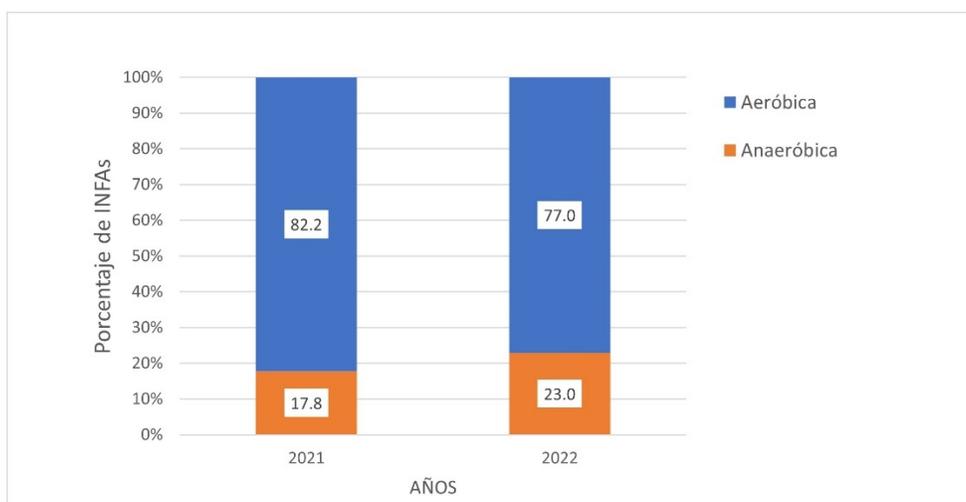


Gráfico 8. Porcentaje de INFAs por año según calificación ambiental.

Al comparar la calificación ambiental en las distintas regiones del país (Tabla 13), se observa que en las regiones de Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo es donde se concentran el mayor número de INFAs aeróbicas y anaeróbicas, muy por encima del resto de las regiones. Esta distribución espacial se debe a que en estas regiones, es donde existe una mayor proporción de concesiones de acuicultura con categorías que requieren la entrega de INFAs. En el caso de las regiones de Coquimbo y de Los Ríos, no presentaron INFAs con una condición anaeróbica durante los años 2021 y 2022.

Tabla 13. Número de INFAs por región y por año según calificación ambiental.

Región	Aeróbica		Anaeróbica		Total
	2021	2022	2021	2022	
Región de Coquimbo	0	1	0	0	1
Región de Los Ríos	5	4	0	0	9
Región de los Lagos	141	169	20	19	349
Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	129	107	37	60	333
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	20	21	7	11	59
TOTAL	295	302	64	90	751

Respecto de las INFAs aeróbicas registradas, como se señaló anteriormente, se observa un mayor porcentaje en las regiones de Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, con un valor acumulado de 91,5% de los resultados para el año 2021 y de 91,4% para el año 2022 (Gráfico 9). Por otro lado, cabe destacar que las INFAs con calificación anaeróbica (Gráfico 10), en la región de Los lagos se mantuvo casi invariable en ambos años, mientras que para la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y la región de Magallanes y la Antártica Chilena se registró una variación significativa entre un año y otro, aumentando para el año 2022.

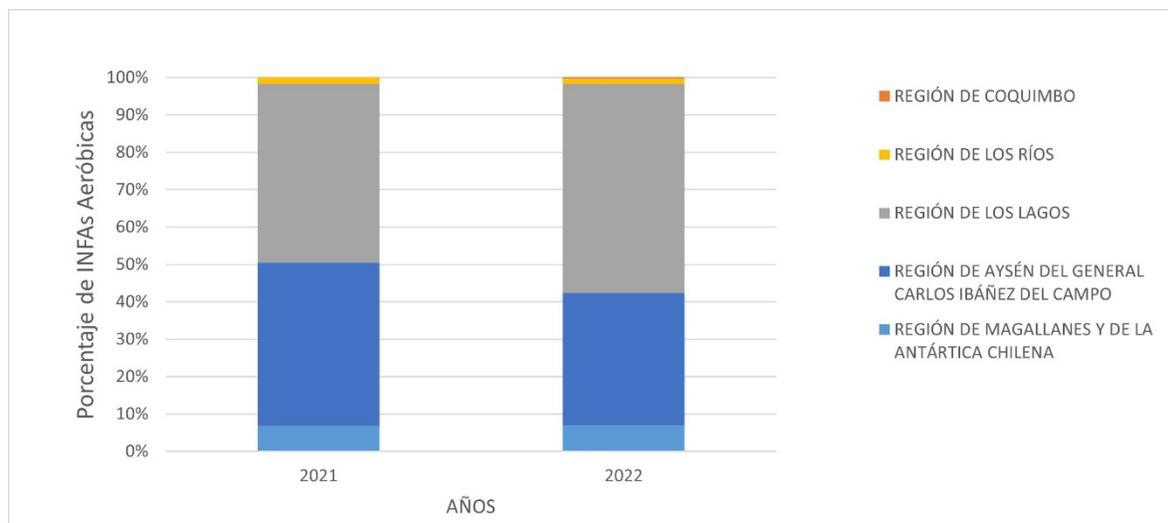


Gráfico 9. Porcentaje de INFAs aeróbicas por año según región.

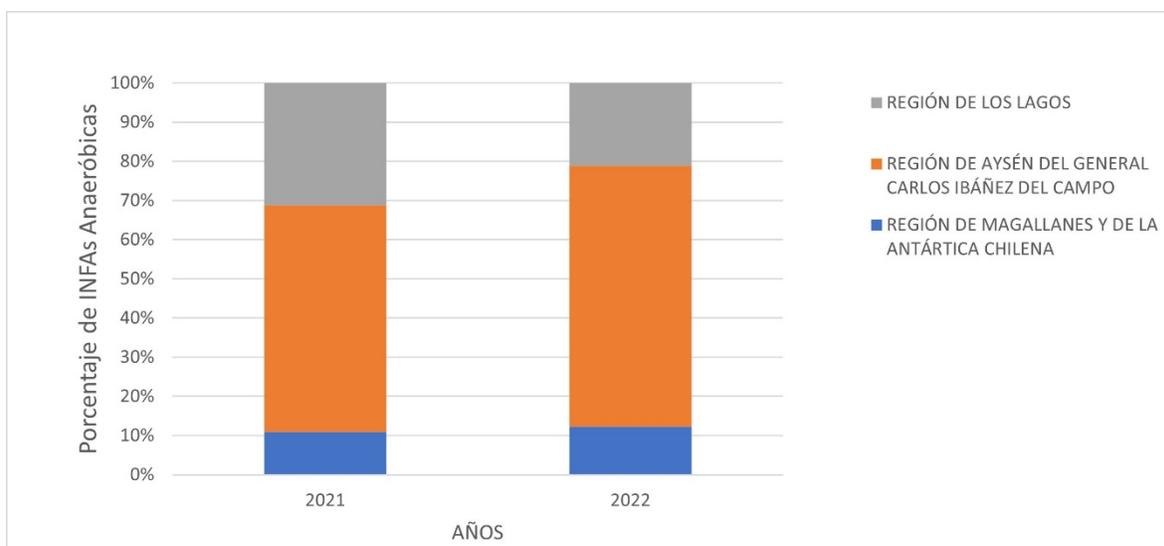


Gráfico 10. Porcentaje de INFAs anaeróbicas por año según región.

Respecto de la calificación ambiental de las INFAs según grupo de especies (Tabla 14), se observa que para el grupo de peces se registró un mayor número de INFAs aeróbicas y anaeróbicas, respecto de los otros grupos evaluados.

Tabla 14. Número de INFAs por grupo de especies según calificación ambiental.

Región	Aeróbica		Anaeróbica		Total
	Moluscos	Peces	Moluscos	Peces	
Región de Coquimbo	1	0	0	0	1
Región de Los Ríos	0	9	0	0	9
Región de los Lagos	9	301	0	39	349
Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	0	236	0	97	333
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	0	41	0	18	59
TOTAL	10	587	0	154	751

Al revisar la distribución porcentual de INFAs por grupo de especie para cada año, se visualiza que para el año 2021, el grupo de peces representa el 100,00% de las INFAs aeróbicas, mientras que el año 2022 su representación baja a un 96,69%, debido a que se presentan algunas INFAs del grupo moluscos (Tabla 15) correspondiente al 3,31% del total para ese año. En el caso de las INFAs anaeróbicas, para ambos años en estudio (2021-2022) un 100,00% corresponde al grupo de peces.

Tabla 15. Porcentaje de INFAs por calificación ambiental y grupo de especies según año.

Calificación	Año		Total (%)
	2021	2022	
Aeróbica	100,00	100,00	100,00
▪ Moluscos	0,00	3,31	1,68
▪ Peces	100,00	96,69	98,32
Anaeróbica	100,00	100,00	100,00
▪ Peces	100,00	100,00	100,00

Desde el punto de vista de las categorías de cada centro, las concesiones con mayor número de INFAs aeróbicas, corresponden a las categorías 5, 3 y 4, seguidos por las categorías mixtas 3-5 y 4-5 (Tabla 16). En el caso de las anaeróbicas, las principales categorías que mostraron dicha condición son la mixta 4-5, seguidas de las categorías 4 y 3.

Tabla 16. Número de INFAs por categoría según año y calificación ambiental.

Categoría	Aeróbica			Anaeróbica			Total General
	2021	2022	Total	2021	2022	Total	
Categoría 1	0	2	2	0	0	0	2
Categoría 3	79	91	170	19	14	33	203
Categoría 3 y 4	0	0	0	2	4	6	6
Categoría 3 y 5	18	26	44	4	8	12	56
Categoría 3, 4 y 5	0	0	0	0	1	1	1
Categoría 4	21	27	48	14	21	35	83
Categoría 4 y 5	6	8	14	19	28	47	61
Categoría 5	162	139	301	6	14	20	321
Categoría 6	6	7	13	0	0	0	13
Categoría 7	3	2	5	0	0	0	5
TOTAL	295	302	597	64	90	154	751

Se puede apreciar que en las INFAs con resultado aeróbico las categorías 3 y 5 son las más representativas, obteniendo en conjunto alrededor del 81,69% y 76,16% de las INFAs aeróbicas para cada año, respectivamente. En el caso de las anaeróbicas, la categoría mixta 4 y 5 es la que tuvo el mayor porcentaje de esta calificación, seguida de las categorías 3 y 4. (Gráficos 11; Gráfico 12).

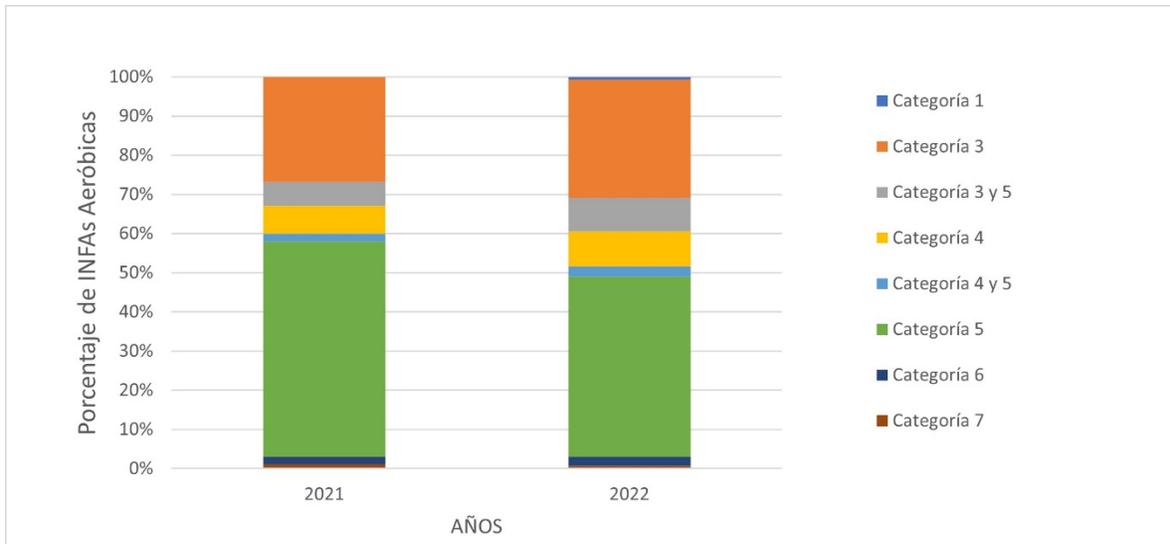


Gráfico 11. Porcentaje de INFAs aeróbicas por categoría según año.

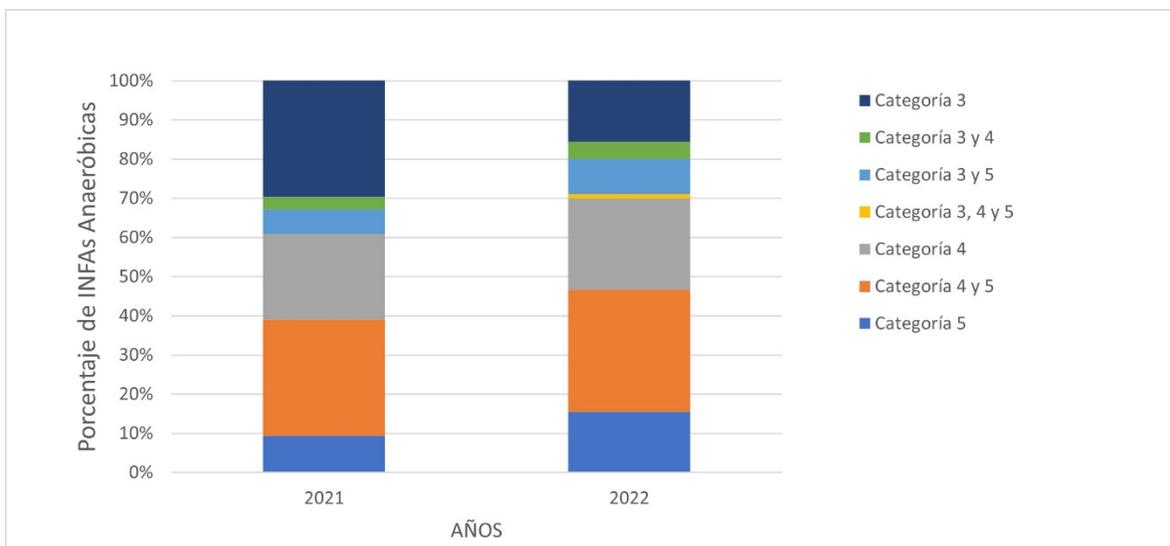


Gráfico 12. Porcentaje de INFAs anaeróbicas por categoría según año.

En la Tabla 17 se observa que en el período analizado, se presentaron INFAs Post Anaeróbicas en las regiones de Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena. Respecto a la distribución por región, se observa que el mayor número de INFAs Post Anaeróbicas se concentró en la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo abarcando un 59,43% del total registrado.

Tabla 17. Total de INFAs Post Anaeróbicas realizadas por año según región.

Región	Año		Total
	2021	2022	
Región de los Lagos	32	26	58
Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	74	52	126
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	13	15	28
TOTAL	119	93	212

Respecto a los grupos de especies, se observa que el grupo de peces abarca casi la totalidad de las INFAs Post Anaeróbicas realizadas (Tabla 18).

Tabla 18. Total de INFAs Post Anaeróbicas por año según grupo de especie.

Grupo Especie	Año		Total
	2021	2022	
Moluscos	1	0	1
Peces	118	93	211
TOTAL	119	93	212

Las INFAs Post Anaeróbicas realizadas en el período se clasificaron en sus respectivas categorías individuales o mixtas (más de una para un centro), así, respecto al número de INFAs Post Anaeróbica por categoría, se observó que en las categorías individuales con mayor número de INFAs Post Anaeróbicas realizadas por año son la 3, 4 y 5 y para centros de cultivo con más de una categoría predominan 4-5 y 3-5 (Tabla 19).

Tabla 19. Total de INFAs Post Anaeróbicas por año según categoría.

Categoría	Año		Total General
	2021	2022	
Categoría 3	23	21	44
Categoría 3 y 4	1	2	3
Categoría 3 y 5	5	6	11
Categoría 3, 4 y 5	2	0	2
Categoría 4	25	14	39
Categoría 4 y 5	51	34	85
Categoría 5	12	15	27
Categoría 7	0	1	1
TOTAL	119	93	212

Respecto al resultado de las INFAs Post Anaeróbicas, estas pueden presentar una condición aeróbica o anaeróbica, dependiendo del valor que arrojaron las variables ambientales para calificar cada centro. Cuando los valores exceden el límite de aceptabilidad de retorno, estamos en presencia de un centro con condición anaeróbica (Tabla 20). Cabe señalar que conforme establece la normativa los límites de aceptabilidad para una INFA Post Anaeróbica, son más exigentes que los límites de una INFA.

Tabla 20. Variables exigidas en la Información Ambiental (INFA) Post Anaeróbica y su respectivo límite de aceptabilidad (Extraída de Res. Ex. (Subpesca) N° 3612/09).

Variable	Límite aceptabilidad
Materia Orgánica	≤ 8%
pH	≥ 7,1
Eh (Redox)	≥ 75 mV
Oxígeno disuelto (1 m fondo)	≥ 3,0 mg/L
Registro visual	Ausencia de cubiertas de microorganismos visibles y/o burbujas de gas.

Para el periodo de estudio se observa, que el número de INFAs Post Anaeróbicas con calificación aeróbica es mayor a las que resultaron anaeróbicas con valores de 61,3 % y 71,0% para el 2021 y 2022, respectivamente (Tabla 21; Gráfico 13).

Tabla 21. Número de INFAs Post Anaeróbicas por año según calificación ambiental.

Calificación Ambiental	Año		Total
	2021	2022	
Aeróbica	73	66	139
Anaeróbica	46	27	73
TOTAL	119	93	212

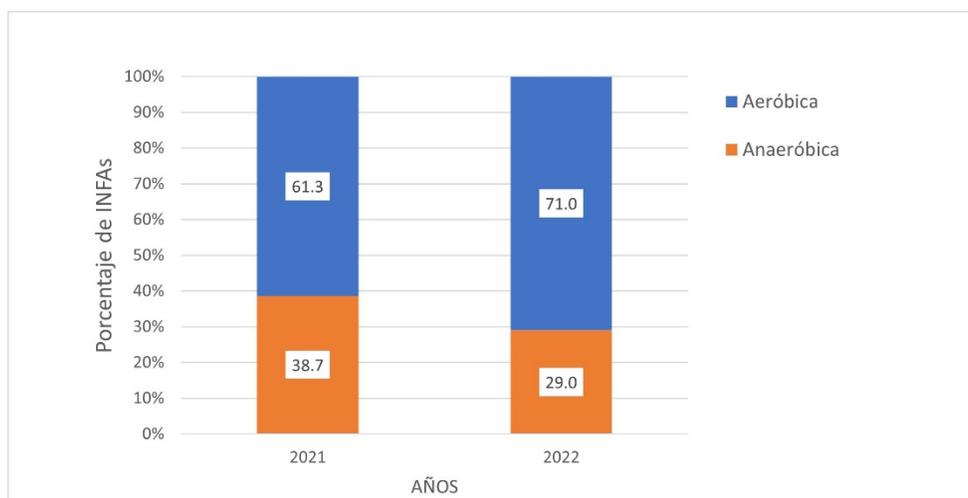


Gráfico 13. Porcentaje de INFAs Post Anaeróbicas por año según calificación ambiental.

Al comparar la calificación ambiental en las distintas regiones del país (Tabla 22), se observa que en las regiones de Los Lagos y Aysén del general Carlos Ibáñez del Campo es donde se concentran el mayor número de INFAs Post Anaeróbicas con resultados aeróbicos y anaeróbicos.

Tabla 22. Número de INFAs Post Anaeróbicas por región y por año según calificación ambiental.

Región	Aeróbica		Anaeróbica		Total
	2021	2022	2021	2022	
Región de los Lagos	22	20	10	6	58
Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	44	35	30	17	126
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	7	11	6	4	28
TOTAL	73	66	46	27	212

Respecto de las INFAs Post Anaeróbicas con resultados aeróbicos, que indica una cierta recuperación ambiental, el mayor porcentaje se observa en Los Lagos con un 72,4% del total de INFAs Post Anaeróbicas en la región, mientras que en la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y la región Magallanes y la Antártica Chilena presentaron un 64,3% de INFAs Post Anaeróbicas con resultado aeróbico.

5.2- Análisis Descriptivo de las Variables Ambientales

Continuando con la línea descriptiva del informe ambiental, correspondiente al período 2021-2022, se analizaron los resultados de las regiones más relevantes, con el objeto de describir el comportamiento de las variables ambientales. Cabe señalar que la información utilizada en la evaluación corresponde a las INFAs desarrolladas en el período mencionado. Además, se debe indicar que no se incluyeron los mapas para las regiones del norte del país, dado que en el periodo sólo se presentó una INFA en la región de Coquimbo.

Los resultados que a continuación se exhiben sólo consideran aquellos centros de cultivo que presentaron Información Ambiental (INFA) con las variables de materia orgánica, potencial redox, pH, granulometría y oxígeno disuelto, en este caso corresponde a centros de cultivo de la zona sur de nuestro país emplazados en las regiones de Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena.

Cabe recordar que, en el caso de buenos resultados ambientales en las INFAs realizadas en centros de cultivo de moluscos, la periodicidad de entrega de INFAs de estos centros es cada 3 años.

En el anexo III, con el propósito de representar gráficamente la situación general informada por cada centro, se utiliza el promedio de los resultados para cada variable de todas sus estaciones de muestreo de cada INFA.

5.2.1.- Materia Orgánica

Los promedios regionales de materia orgánica se encuentran dentro de los límites de aceptabilidad establecidos en la Res. Ex. (Subpesca) N° 3612 de 2009, en donde se señala que para este parámetro en particular su valor debe ser $\leq 9\%$ (Tabla 11).

Los valores de Materia Orgánica mostraron valores promedios menores o iguales a 6,10% en todas las regiones analizadas (Gráfico 14). La región de Los Ríos presentó valores bajos de materia orgánica, registrándose un 2,05% ($\sigma=1,51$) para el año 2021 y un 2,80% ($\sigma=1,39$) para el 2022. Por su parte, la región de Los Lagos presentó valores similares alcanzando porcentajes de 2,94% ($\sigma=2,29$) y 2,77% ($\sigma=1,76$) para los años 2021 y 2022, respectivamente. En cuanto a las concentraciones de materia orgánica para la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, los valores durante el periodo de análisis se mantuvieron dentro de los rangos de aceptabilidad,

con un valor de 3,69% ($\sigma=2,46$) para el año 2021 y de 3,99% ($\sigma=2,90$) para el año 2022. Para la región de Magallanes y la Antártica Chilena se registraron valores promedio de 6,10% durante el año 2021 con una desviación estándar de $\sigma=3,01$ y para el año 2022 un 3,46% con desviación estándar de $\sigma=1,08$.

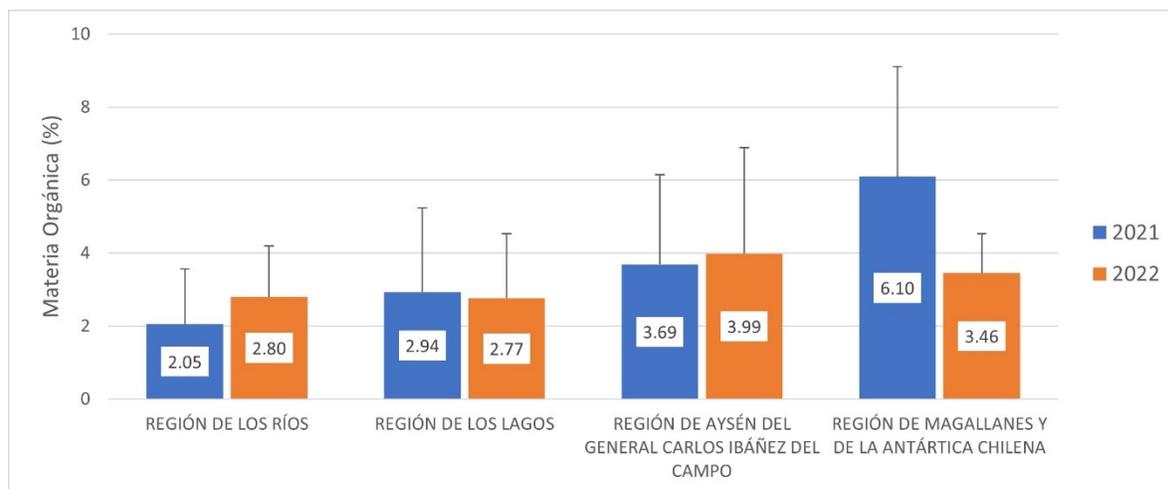


Gráfico 14. Valor promedio de Materia Orgánica (%) por región según año.

En el Anexo III (Mapas16-19) se observa que en las regiones de Los Lagos y en la de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, se registró una predominancia de contenido de materia orgánica con valores promedio bajo el límite de aceptabilidad estipulado en la norma, sin embargo, se encontraron algunos centros con altos contenidos de materia orgánica (>13%). Por su parte, en la región de Magallanes y la Antártica Chilena, para los años 2021-2022 todos los centros presentaron valores promedio menores a 8,23%, también en la región de Los Ríos se registraron valores de materia orgánica muy por debajo del límite de aceptabilidad (<4%).

5.2.2.- Potencial Redox

En cuanto al potencial redox, es posible indicar que la región de Los Ríos presentó valores promedio de potencial redox positivos, del orden de los 262,41 mV ($\sigma=137,50$) para las mediciones de INFAS realizadas durante el año 2021, y de 217,23 mV ($\sigma=112,67$) para el año 2022. La región de Los Lagos también presentó un valor promedio de potencial redox positivo, alcanzando los 48,14 mV ($\sigma=116,44$) y 88,54 mV ($\sigma=115,27$) para los años 2021 y 2022, respectivamente.

Las regiones más australes del país obtuvieron valores dispares en ambos años de estudio, con un valor positivo y otro negativo para cada año. Por su parte, la región de Aysén del General

Carlos Ibañez del Campo, presentó un valor promedio de potencial redox positivo en 2021 (61,73 mV; $\sigma=92,91$) y negativo en el año 2022, con un valor de -2,56 mV ($\sigma=108,84$). La región de Magallanes y la Antártica Chilena, presentó para el año 2021 un valor promedio negativo del orden de los -151,38 mV ($\sigma=23,45$) y para el 2022 un valor positivo de 91,13 mV ($\sigma=107,87$).

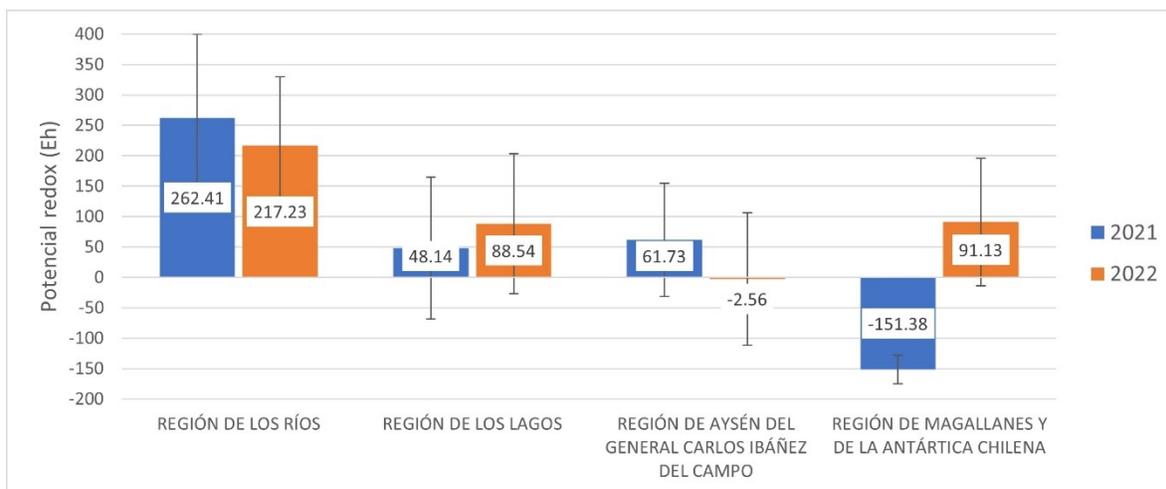


Gráfico 15. Valor promedio de Potencial redox (Eh) por región según año.

En los Mapas 20-23 (Anexo III), se observa que tanto la región de Los Ríos como en la región de Los Lagos, hubo una predominancia de centros de cultivo con valores promedio de potencial redox superiores a los 50 mV. Mientras que en las regiones más australes del país se registraron varios centros con potencial redox cercano a cero o con valores negativos.

5.2.3.- pH

Respecto de los valores de potencial de Hidrógeno (pH) para las regiones de Los Ríos, Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, se presentaron valores promedio similares en ambos años de análisis, con valores en torno a los 7,3 - 7,4 de pH (Gráfico 16). En el caso de la región de Magallanes y la Antártica Chilena, el valor promedio de pH se registró en 6,36 ($\sigma=0,77$) para el año 2021 y 7,04 ($\sigma=0,18$) para el año 2022, mostrando una mayor variabilidad entre ambos años.

Las INFAs analizadas en la región de Los Ríos para el año 2021, indican valores promedio de pH del orden de 7,37 ($\sigma=0,03$) y para el 2022 un promedio de 7,39 ($\sigma=0,19$). Mientras que la región de Los Lagos presentó valores promedios anuales cercanos al 7,28 de pH ($\sigma=0,18$) para el 2021 y de 7,35 de pH ($\sigma=0,20$) para el año 2022. Por su parte, la región de Aysén del General Carlos

Ibáñez del Campo presentó valores promedio de 7,42 de pH ($\sigma=0,26$) y de 7,15 de pH ($\sigma=0,22$) para el año 2021 y 2022, respectivamente.

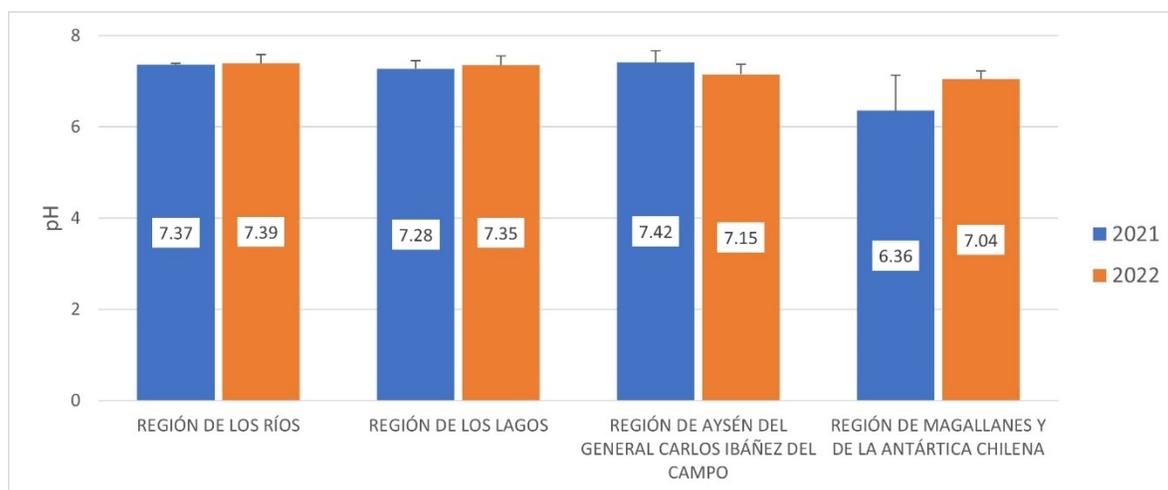


Gráfico 16. Valor promedio de pH por región según año.

Para la variable pH, se observa que, tanto en la región de Los Ríos, la región de Los Lagos y en la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, hubo una predominancia de centros de cultivo con valores promedio de pH superiores al límite de aceptabilidad, mientras que en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena se registraron una mayor cantidad de valores pH < 7,1 (Mapas 24-27).

5.2.4.- Granulometría

Respecto a la variable granulometría, solo se utilizó el porcentaje promedio de fango presente en el sedimento, ya que ambientes con este tamaño de partícula tienen una mayor probabilidad de sufrir un enriquecimiento orgánico.

El Gráfico 17 presenta el análisis general del porcentaje de fango registrado en las INFAs realizadas en el período de estudio. Es posible observar una curva creciente del porcentaje de fango promedio orientada geográficamente de norte a sur, partiendo en la región de Los Ríos y aumentando hacia la región de Magallanes y la Antártica Chilena.

Se observa que la región de Los Ríos presentó un promedio de 7,83% ($\sigma=10,57$) de esta fracción sedimentaria durante el año 2021 y un promedio de 8,51% ($\sigma=8,63$) para el 2022, que son los valores promedio más bajos entre todas las regiones. Respecto a la región de Los Lagos, se

obtuvo para el 2021 un porcentaje promedio de fango del orden del 24,20% ($\sigma=29,19$), y para el 2022 un porcentaje de fango un poco menor, correspondiente a un 18,88% ($\sigma=17,89$).

La región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo presentó valores promedio de porcentaje de fango de 38,20% ($\sigma=30,89$) para el año 2021, y de 35,37% ($\sigma=25,23$) para el año 2022. Finalmente, la región de Magallanes y la Antártica Chilena presentó los valores más altos de porcentaje de fango, con un promedio de 74,44% ($\sigma=29,19$) para el año 2021, y para el año 2022 un promedio de 63,46% ($\sigma=27,60$).

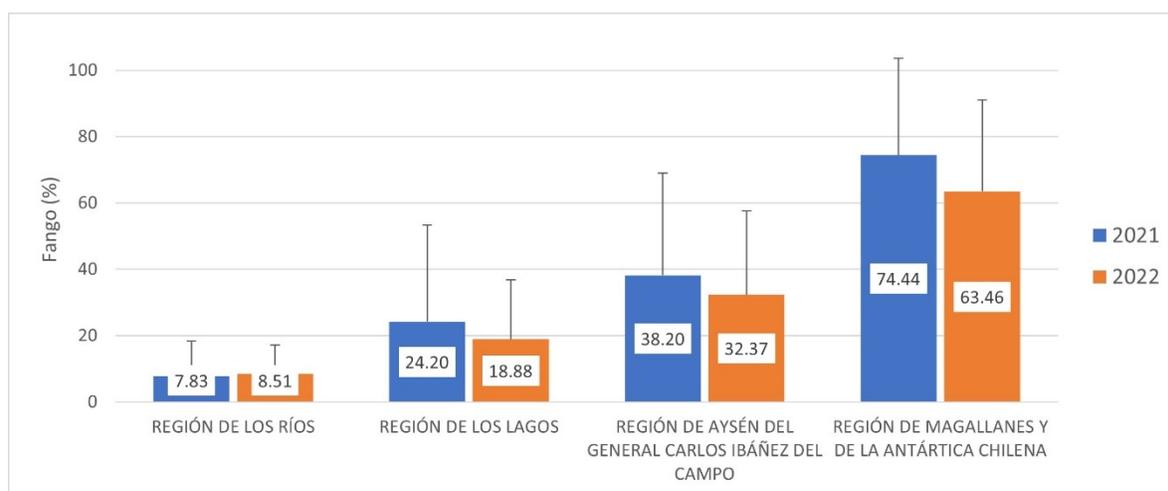


Gráfico 17. Valor promedio de Fango (%) por región según año.

En relación a la distribución espacial de la granulometría como % de fango (Mapas 28 a 31 del Anexo III), esta muestra que la región de Los Ríos, la totalidad de los centros presentó valores de fango inferior a 22,12%. En la región de Los Lagos, se observa una predominancia de los porcentajes de fango bajo el 40,00%, sin embargo, se registraron sectores con un porcentaje de fango mayor al 80,00% en la cabeza del Estero de Reloncaví y en el Estero Compu. En la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, se observa un dominio de la fracción sedimentaria fango por sobre el 60,01% en el estero Cupquelán, pero un predominio de promedios inferiores a este valor en la mayoría del resto de la región. Finalmente, como se puede observar en el Mapa 31, la región de Magallanes y la Antártica Chilena presentó valores de fango mayores a 38,65% en todas las concesiones muestreadas en la región.

5.2.5.- Oxígeno

Los valores de oxígeno corresponden al promedio de los valores tomados en la columna de agua a un metro del fondo, según lo establecido en la Res. Ex. (Subpesca) N° 3612/09 (Gráfico 18).

De acuerdo a los resultados de las INFAs muestreadas y analizadas para la región de Los Ríos, se observa que la región presentó valores de oxígeno disuelto relativamente altos respecto de las otras regiones analizadas, los cuales arrojaron valores promedio de 7,53 mg/L ($\sigma=1,20$) para el año 2021 y de 7,50 mg/L ($\sigma=1,32$) para el 2022. La región de Los Lagos presentó valores de oxígeno disuelto considerados estables durante los dos años que abarca el presente informe, los cuales fluctúan entre los 6,52 mg/L ($\sigma=1,39$) y 6,15 mg/L ($\sigma=1,56$) para los años 2021 y 2022, respectivamente. La región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo presentó valores promedios de oxígeno disuelto de 5,99 mg/L ($\sigma=1,68$) para el 2021, y con un aumento a 6,83 mg/L ($\sigma=1,63$) para el 2022. Finalmente, la región de Magallanes y la Antártica Chilena, presentó los valores promedio más bajos entre las regiones analizadas, el cual corresponde a 5,70 mg/L ($\sigma=2,10$) en 2021, disminuyendo al siguiente año a 5,13 mg/L ($\sigma=2,72$).

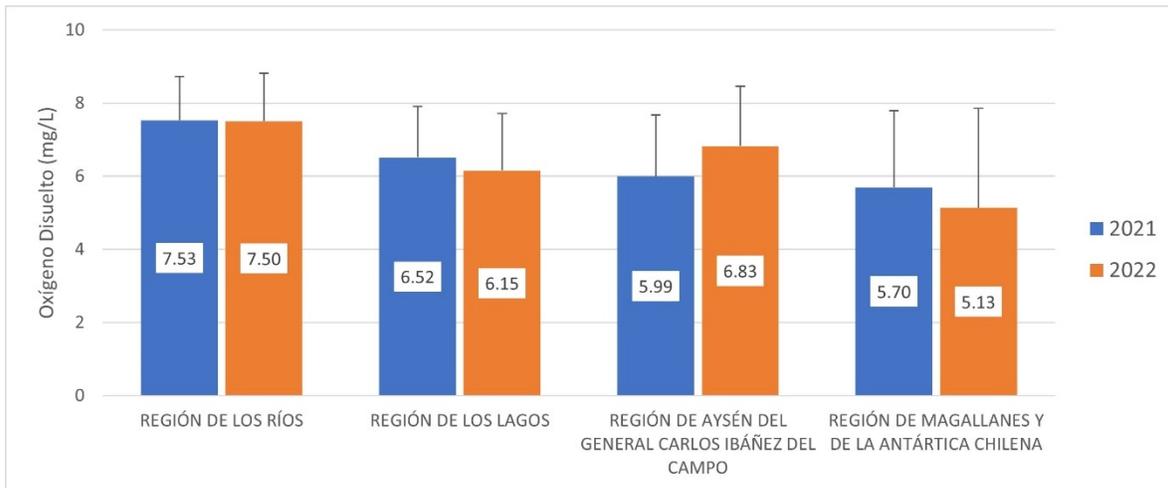


Gráfico 18. Valor promedio de Oxígeno Disuelto (mg/L) por región según año.

Respecto de la distribución espacial de la concentración promedio de oxígeno disuelto (mg/L) para el período 2021 - 2022 (Mapas 32-35 del Anexo III), se observa que la región de Los Ríos presentó una concentración promedio de oxígeno que fluctúa entre los 6,21 a 9,72 mg/L. En la región de Los Lagos, de acuerdo a la información obtenida de las INFAs para los años 2021-2022, se muestra una predominancia (>80%) de las concentraciones de oxígeno disuelto mayor a 5,00 mg/L en toda la región. Sin embargo, el sector del estero de Reloncaví y el Canal Hornopirén

presentan los valores promedio de oxígeno para el período más bajos respecto de la región. Para la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, existen sectores con valores de oxígeno entre los a 1,44 a 5,00 mg/L (< 25% de los centros). En relación al resto de la región, el promedio fluctúa entre los 5,01 a 10,18 mg/L. A su vez, en la región de Magallanes y la Antártica Chilena, los valores promedio de oxígeno disuelto fluctúan entre los 0,17 y 11,34 mg/L.

6.- DISCUSIÓN

La acuicultura es una de las áreas económicas en las que nuestro país ha dedicado importantes esfuerzos para su crecimiento, logrando que esta actividad se convierta en una de las más dinámicas e importantes a nivel nacional. No obstante, para que su desarrollo sea sustentable, es necesaria la conservación de las condiciones ambientales de los cuerpos de agua concedidos para uso productivo. Para ello, esta Subsecretaría de Pesca y Acuicultura ha implementado el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA) y su resolución acompañante, incorporando metodologías, límites de aceptabilidad de diversas variables ambientales y seguimientos, que permitan monitorear las condiciones ambientales en los sectores donde se desarrolla la actividad, de manera que cada centro tienda a operar de acuerdo a las capacidades de los cuerpos de agua, manteniendo así su calidad ambiental en el tiempo.

Desde el inicio de la aplicación del RAMA, se ha enfrentado y desarrollado un proceso permanente de revisión y exploración de las mejores técnicas y metodologías disponibles viables de aplicar en Chile. En el inicio de este proceso, se generó la Res. Ex. (Subpesca) N° 404/2003, luego la Res. Ex. (Subpesca) N° 3411/2006 y, actualmente la Res. Ex. (Subpesca) N° 3612/2009 (esta última con una serie de modificaciones y ajustes a lo largo del tiempo), es el instrumento normativo vigente. Estas últimas han intentado plasmar progresivamente la mejor forma de realizar las evaluaciones ambientales. Cabe mencionar que, tanto en el diseño como en la implementación de estos instrumentos, se ha contado con la activa participación de técnicos que representan tanto los intereses del sector público como privado (consultores, académicos, profesionales).

Respecto de la producción expresada como se señaló anteriormente, como biomasa total, en el periodo estudiado, es posible observar que su máxima producción se mantuvo relativamente estable durante ambos años. No obstante, el detalle muestra que la producción de peces, moluscos y algas presentaron una pequeña disminución de un año a otro, alcanzando en total un 13,4 % menos en el año 2022 respecto al 2021.

El detalle de este análisis indica que la disminución de la biomasa total fue en general, y no asociado a un recurso de cultivo en particular. En el caso de los moluscos, esta disminución, se observa principalmente en la producción de chorito, y en el caso de las macroalgas, se observa esta disminución en la producción de pelillo.

Para el periodo de análisis considerado entre los años 2021 y 2022, se observa que las principales regiones con aporte en la producción acuícola se mantienen invariables respecto de

años anteriores, destacando la región de Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena, explicado por la historia de la acuicultura en nuestro país.

Respecto de las especies producidas, en términos de volumen, se mantiene la misma condición que para el periodo 2019-2020, siendo la principal especie el salmón del atlántico, seguido del chorito, más atrás aparecen el salmón coho y la trucha arcoíris.

Durante el período que abarca este informe, fueron evaluados en promedio un total de 2.078 centros de cultivo, que en su mayoría corresponden a concesiones ubicadas en la zona sur del país. Así, entre la región de Los Lagos y la de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, se concentró en valores cercanos al 89,4% de la biomasa total anual producida, por otra parte, la región de Magallanes y la Antártica Chilena mantuvo una biomasa total del 9,81% en promedio.

Un aspecto importante para esta evaluación es reconocer que la acuicultura en Chile tiene una alta concentración de las especies producidas, compuesta principalmente por salmónidos y moluscos, los que en su conjunto abarcan en total sobre el 99% de la biomasa total producida.

Los resultados de las INFAs para ambos años de estudio mostraron que el número de resultados aeróbicos fue considerablemente superior respecto de los anaeróbicos. Dentro de los resultados de las INFAs, la mayor cantidad de Infas anaeróbica se presentaron en las regiones de Los Lagos, y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, asociada principalmente a centros de producción de salmónes. Al respecto, la región con más INFAs presentadas para el periodo fue la región de Lo Lagos.

En relación a la calificación de las INFAs, se puede ver que en su gran mayoría fueron presentadas por el grupo peces. Así, es posible ver que el mayor porcentaje de INFAs tanto aeróbicas como anaeróbicas son presentadas por este grupo.

Por otra parte, en el período de análisis año 2021-2022, se revisaron un total de 212 INFAs Post anaeróbicas realizadas por centros de cultivos de peces. Cabe señalar que estas INFAs deben ser realizadas obligatoriamente por todos los centros con posterioridad a la obtención de una INFA anaeróbica y cuyo objetivo es determinar si el centro recuperó o no su condición de aeróbica.

Al respecto, estas INFAs fueron presentadas en las regiones de Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena, representando el 27,4%, 59,4% y 13,2% respectivamente.

Los resultados de las INFAs Post Anaeróbicas muestran que un porcentaje muy significativo de los centros que realizaron esta evaluación mostró una recuperación de su condición ambiental, 61,3% en el 2021 y 71,0% en el 2022. Destacando en estos los resultados de las regiones de Los Lagos con un 72,4% y la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo con un 64,3 % de los centros que recuperaron su condición aeróbica.

Respecto a las variables ambientales para este periodo, sólo se presentó una INFA en la zona norte del país, por lo tanto, no fue considerada en el análisis.

Considerando lo anterior, la totalidad de la información analizada fue proveniente de la zona sur, principalmente de las regiones de Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena.

En el caso de la materia orgánica, observamos que los porcentajes se mantuvieron relativamente estables de un periodo a otro, sin embargo, es posible decir que la región de Magallanes y la Antártica Chilena, presentó los valores más altos para el periodo 2021-2022.

Respecto del potencial redox, las regiones de Los Ríos y Los Lagos presentaron promedios positivos en ambos años de estudio, mientras que la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y la región de Magallanes y la Antártica Chilena presentaron valores promedios con valores negativos en al menos uno de los años de estudio.

En general, los valores de pH son bastante similares en todas las regiones, mostrando una desviación estándar baja. Registrándose los valores más bajos en la región de Magallanes y la Antártica Chilena.

En el caso de la granulometría, se observa que la región de Magallanes y la Antártica Chilena presentó los mayores porcentajes de fango promedio para el periodo 2021-2022, similar situación a la encontrada en el periodo 2019-2020. Respecto de la región de Los Ríos, fue la zona con valores más bajos de fango, incrementando geográficamente de norte a sur.

Finalmente, en el caso del oxígeno disuelto a un metro del fondo, desde la región de Los Ríos hacia la región de Magallanes y la Antártica Chilena fue disminuyendo el valor de esta variable geográficamente de norte a sur.

Es importante señalar, que la condición de los fondos medidos durante el período que abarca este informe, no es necesariamente generado sólo por las actividades acuícolas de una zona o región en particular, sino que también pueden existir otros aportes, como por ejemplo de origen antrópico (forestal, ganadero, residuos de las ciudades, etc.), o efectos ambientales naturales (el Niño, actividad volcánica, marejadas, cambio climático, etc.), que pueden estar generando cambios en el medio ambiente, los cuales son difíciles de determinar y evaluar en el tiempo, además que no son parte de los análisis que se exigen a las actividades de acuicultura.

7.- CONCLUSIONES

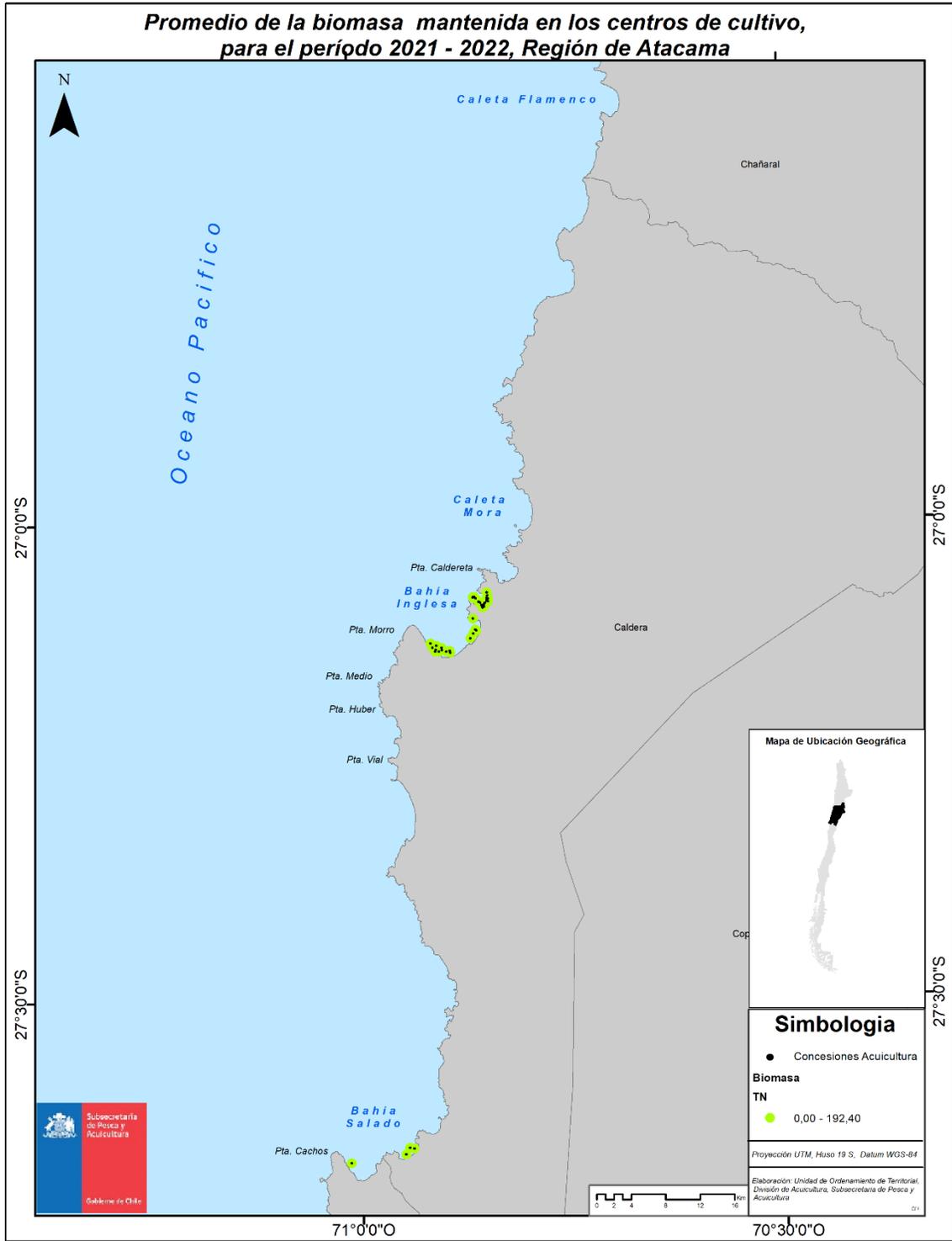
El análisis de la biomasa total en el periodo 2021-2022, arrojó que esta se concentró en las distintas regiones a lo largo del país, principalmente en dos grupos de especies, salmónidos (salmón del Atlántico, salmón Coho y Trucha Arcoíris principalmente) y moluscos (chorito y ostión del norte principalmente), concentrando sobre el 99% de la biomasa total producida a nivel nacional.

La evaluación de la información ambiental realizada para el periodo 2021-2022 se efectuó sobre un total de 751 INFAs. Para todos los años analizados, el porcentaje de centros aeróbicos es considerablemente mayor que los anaeróbicos.

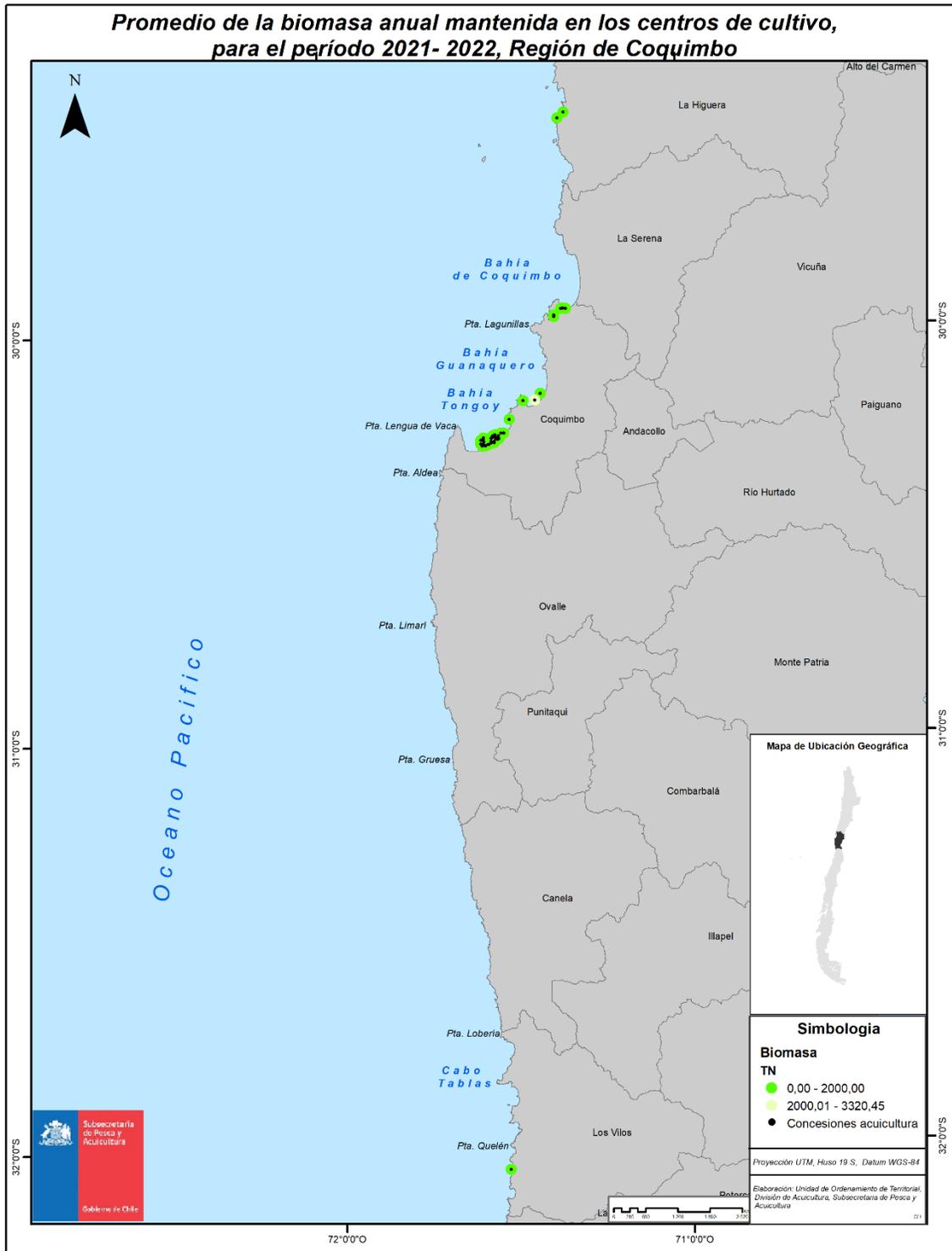
El análisis de las variables ambientales realizado a las regiones Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena, permite visualizar cuales muestran comportamientos que reflejan el estado ambiental de los centros de cultivo, y por lo mismo se hace necesario continuar con su monitoreo.

ANEXO I

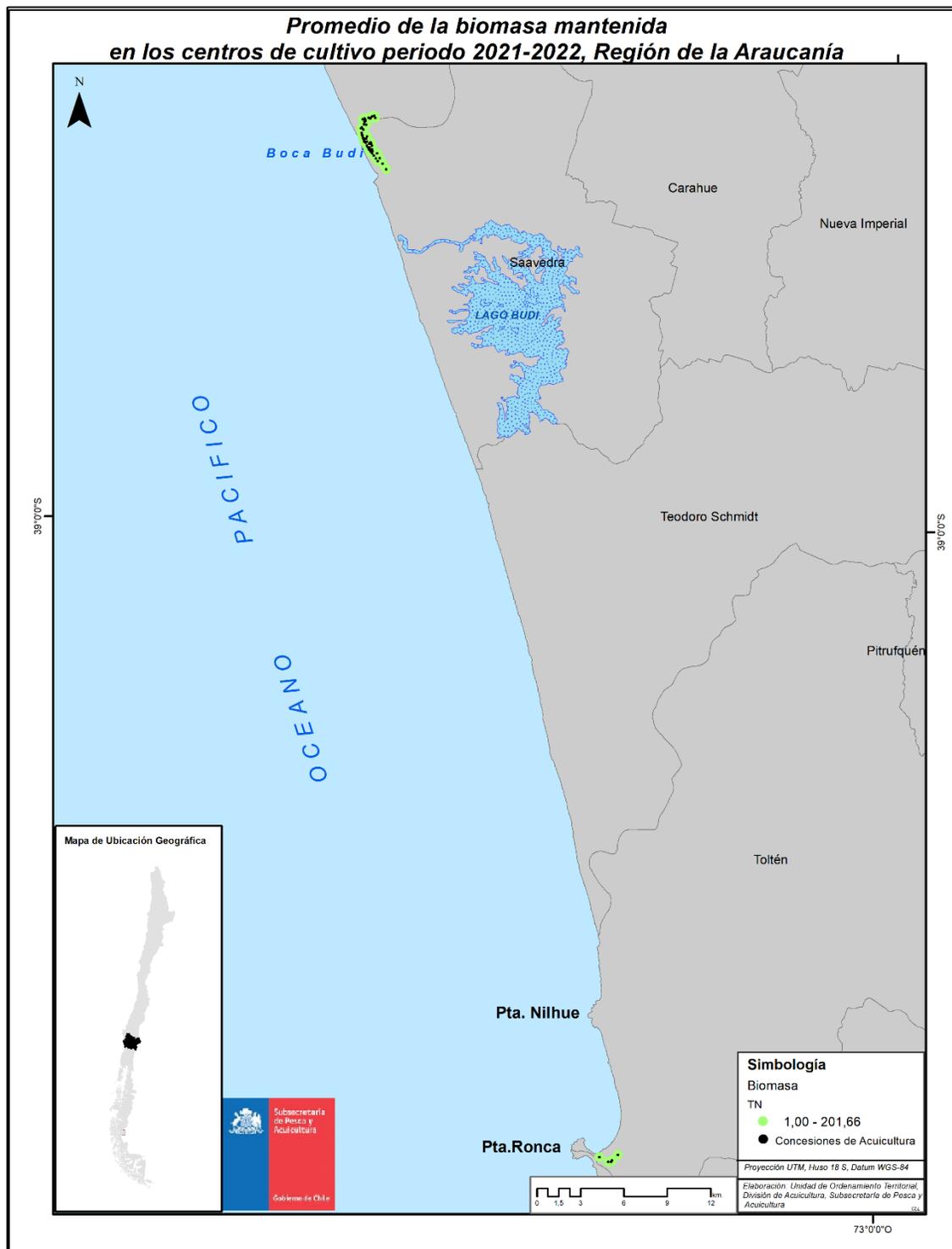
Distribución de la Biomasa Total por Región
(Atacama, Coquimbo, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General
Carlos Ibañez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena)



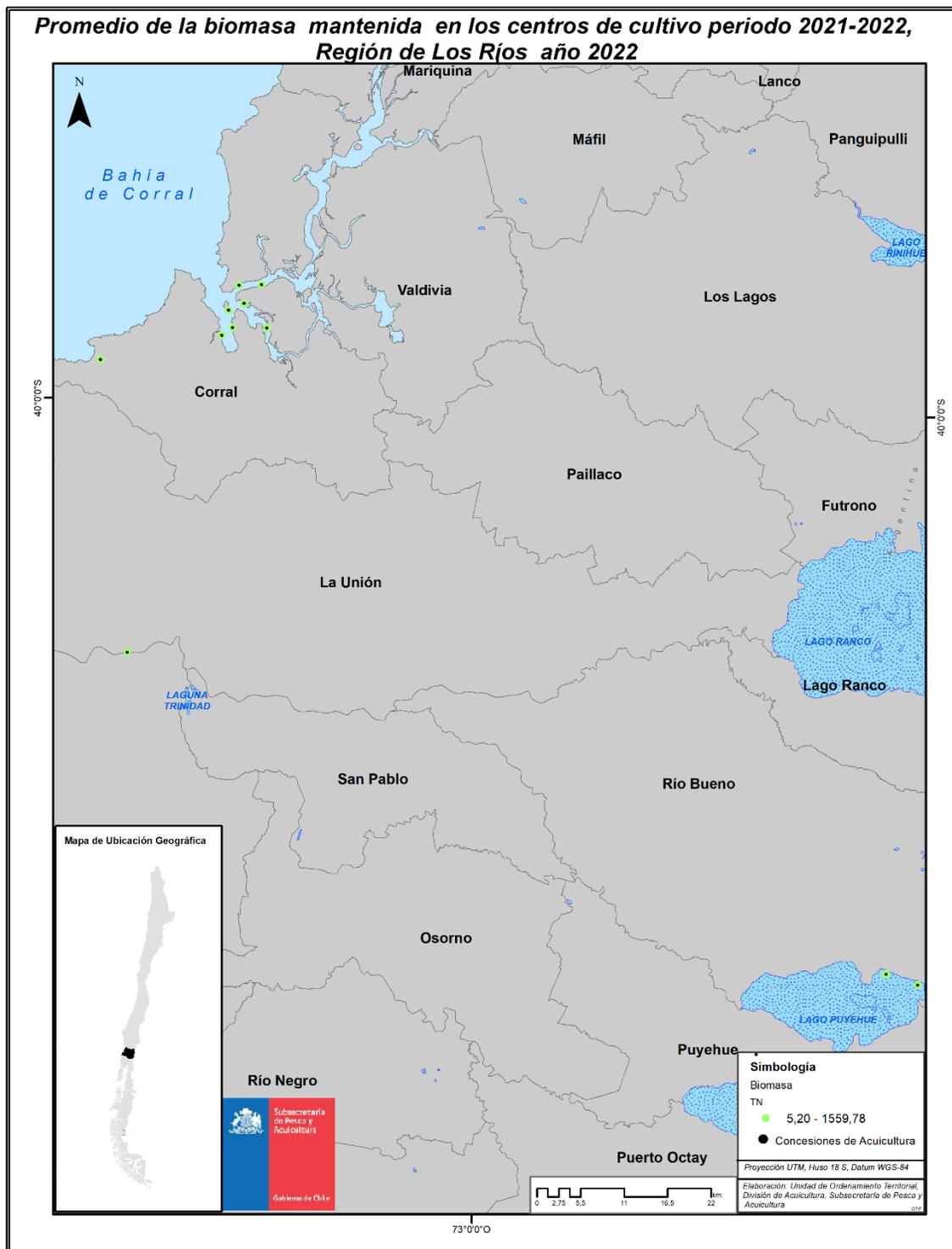
Mapa 1. Distribución espacial de biomasa en la Región de Atacama, promedio años 2021-2022.



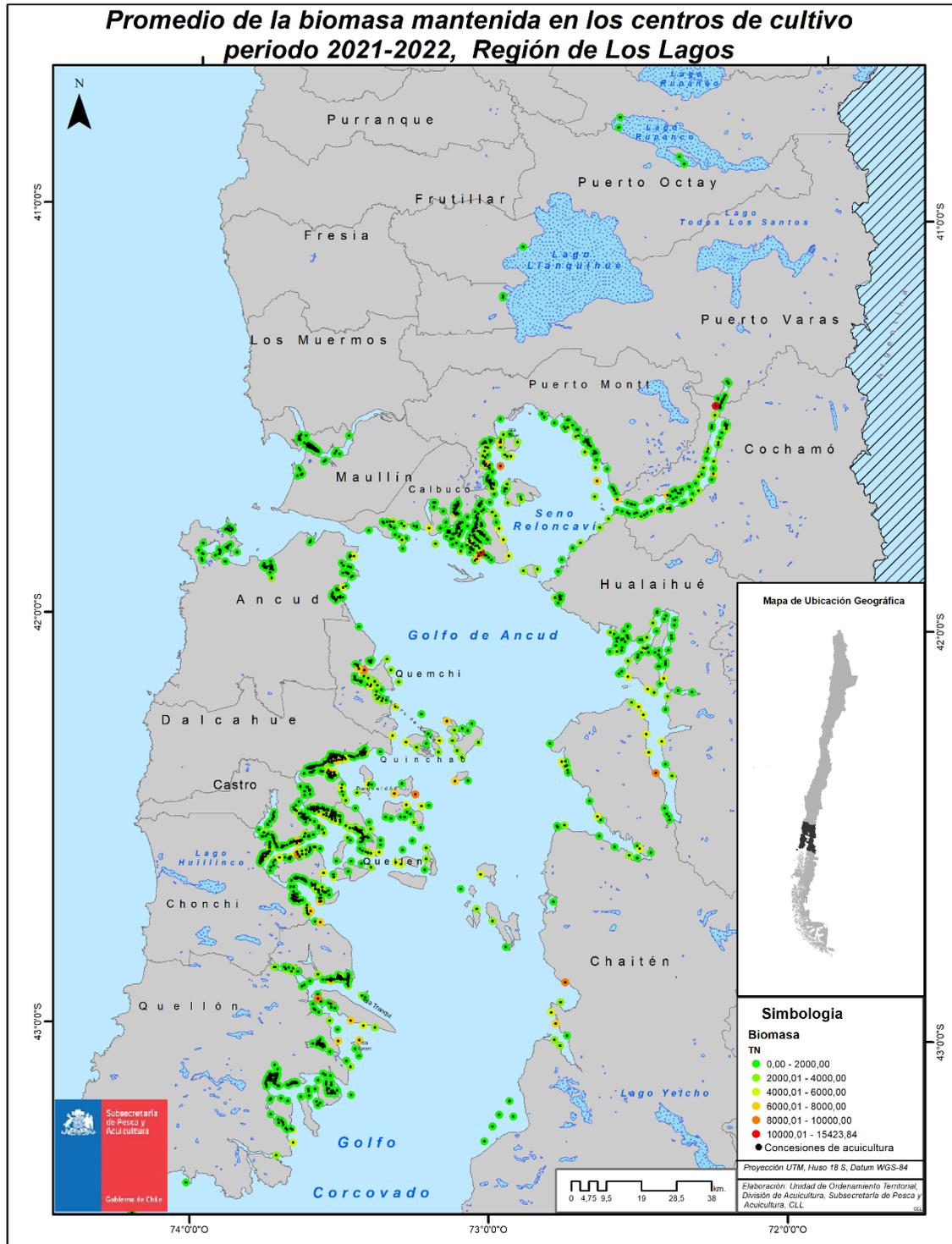
Mapa 2. Distribución espacial de biomasa en la Región de Coquimbo, promedio años 2021-2022.



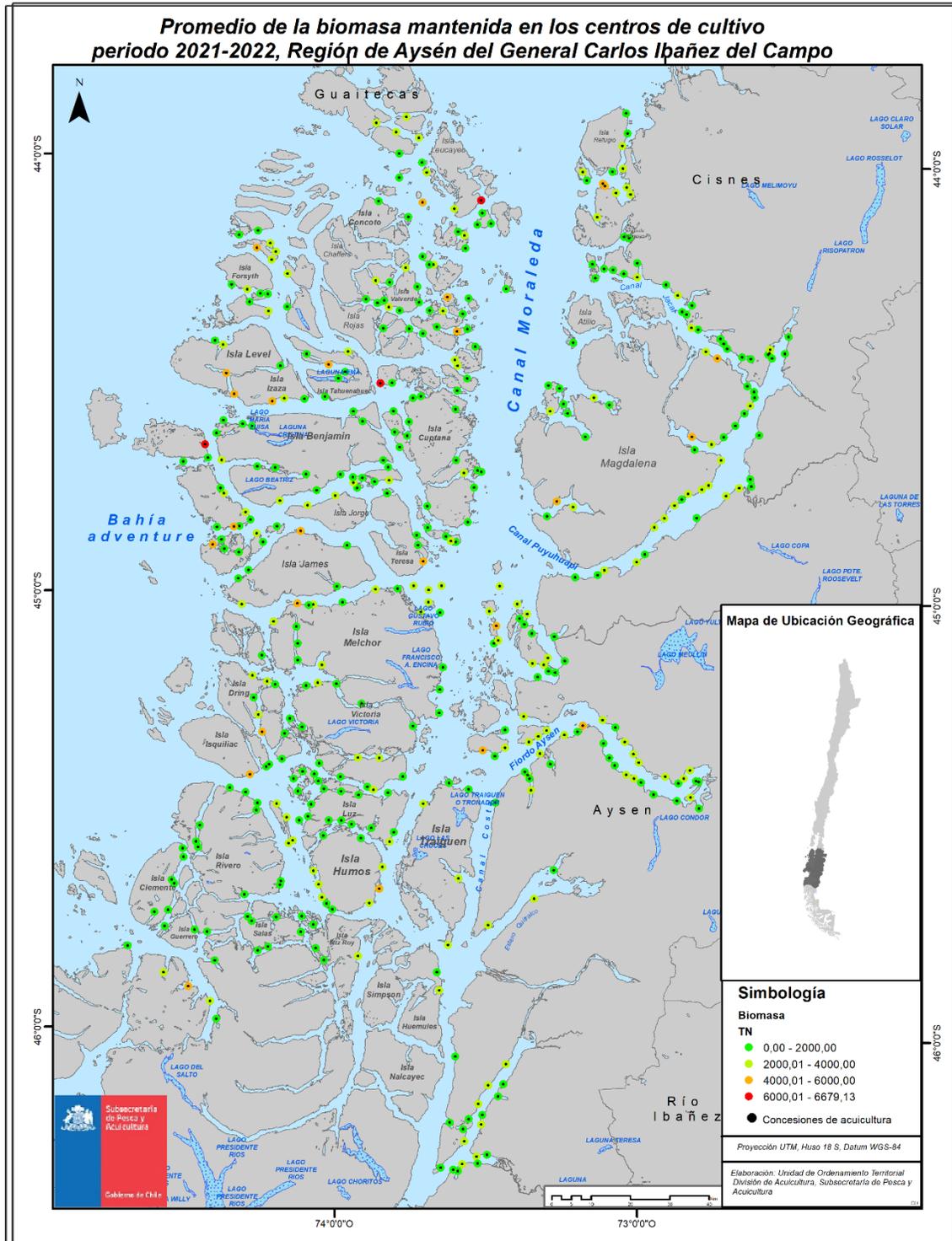
Mapa 3. Distribución espacial de biomasa en la Región de la Araucanía, promedio años 2021-2022.



Mapa 4. Distribución espacial de biomasa en la Región de Los Ríos, promedio años 2021-2022.

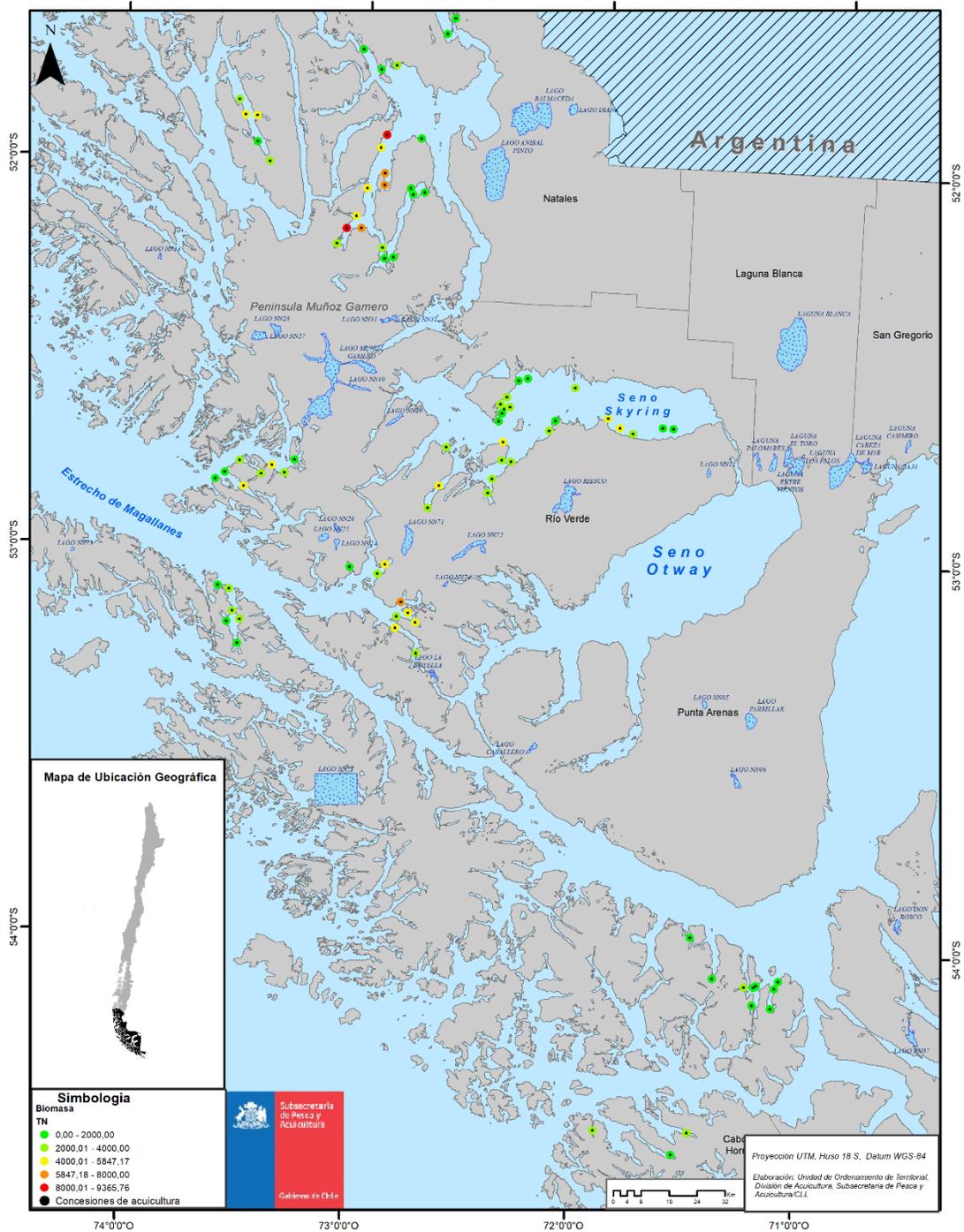


Mapa 5. Distribución espacial de biomasa en la Región de Los Lagos, promedio años 2021-2022.



Mapa 6. Distribución espacial de biomasa en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2021-2022.

Promedio de la biomasa mantenida en los centros de cultivo periodo 2021-2022, Región de Magallanes y la Antártica Chilena

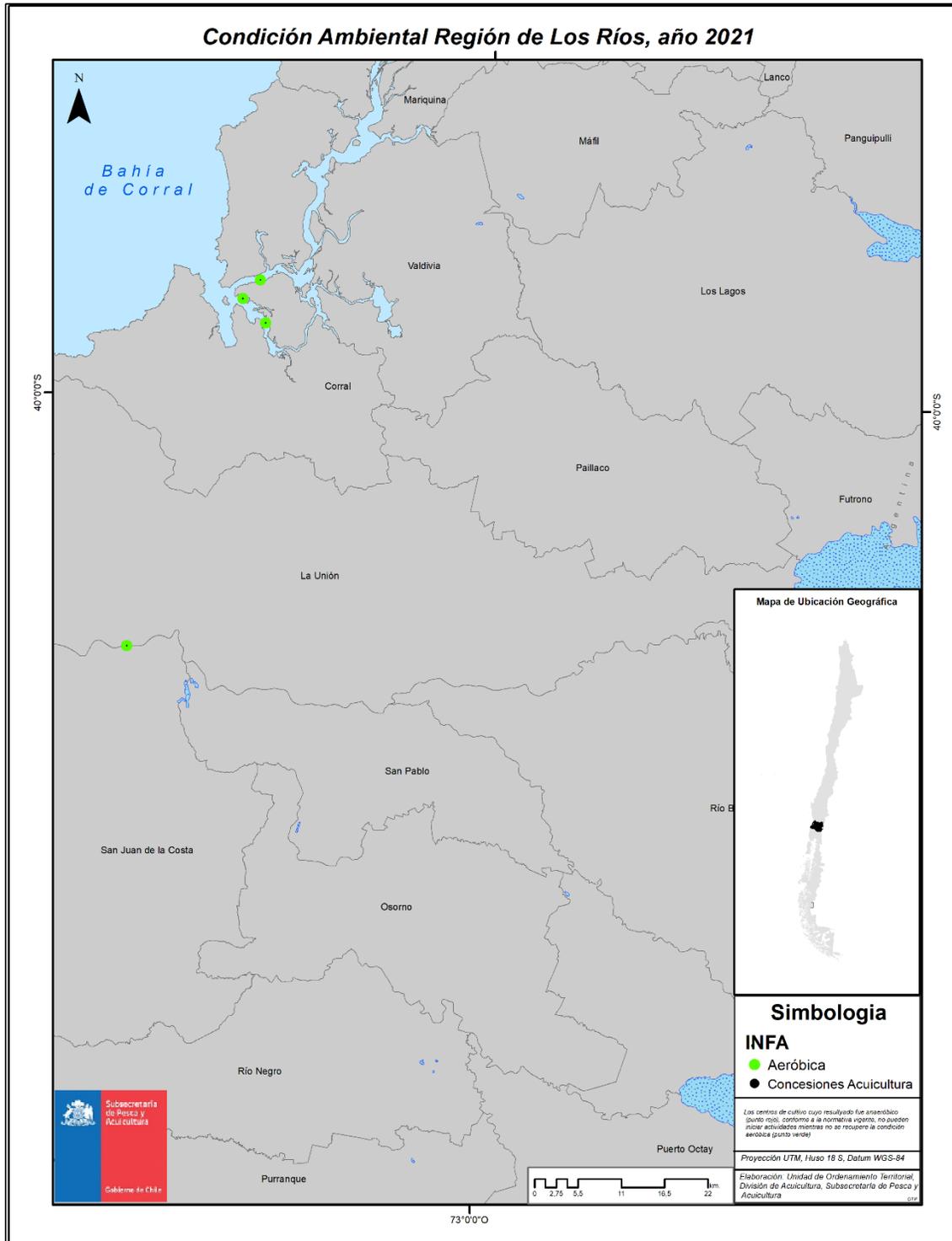


Mapa 7. Distribución espacial de biomasa en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2021-2022.

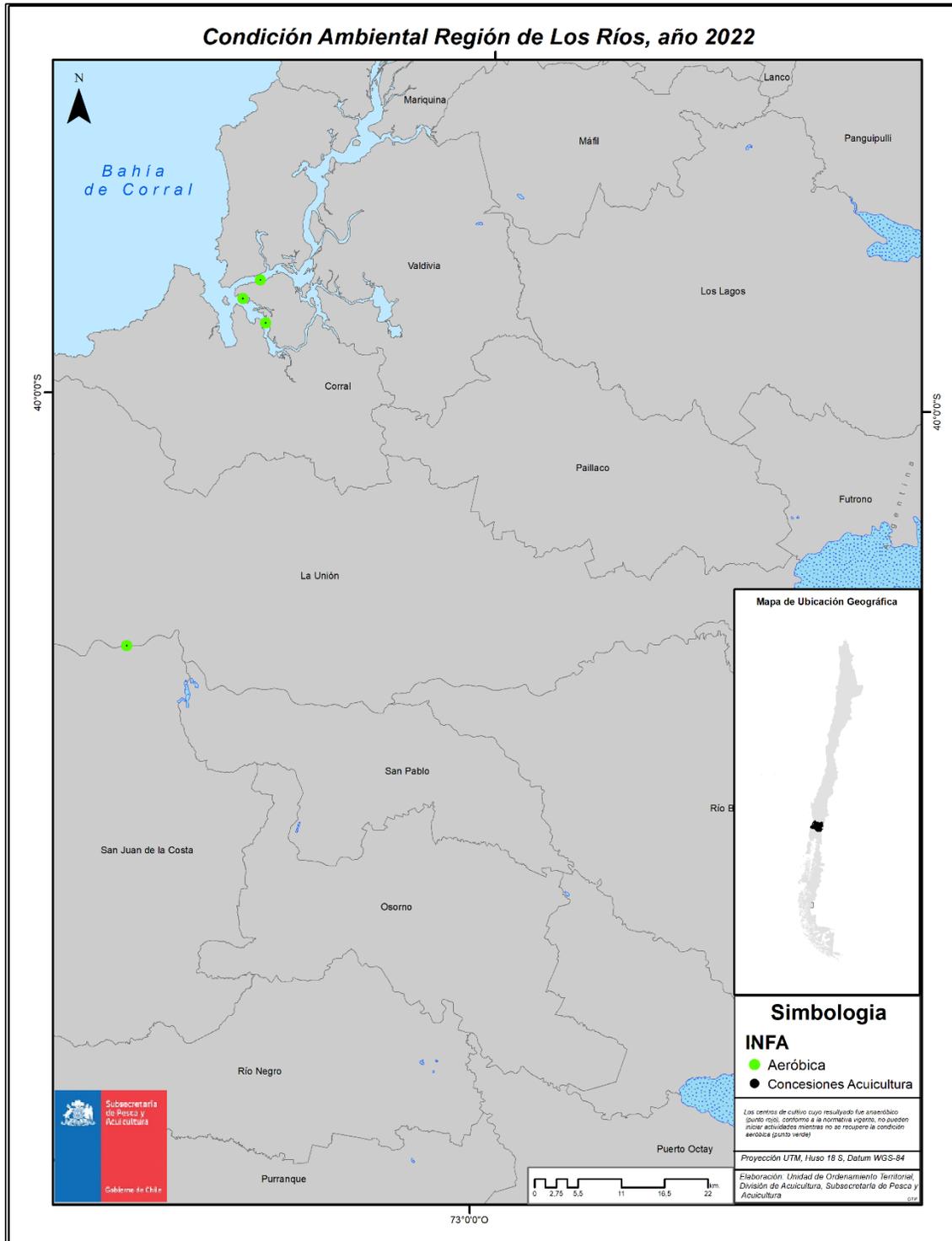
ANEXO II

Condición Ambiental por Región

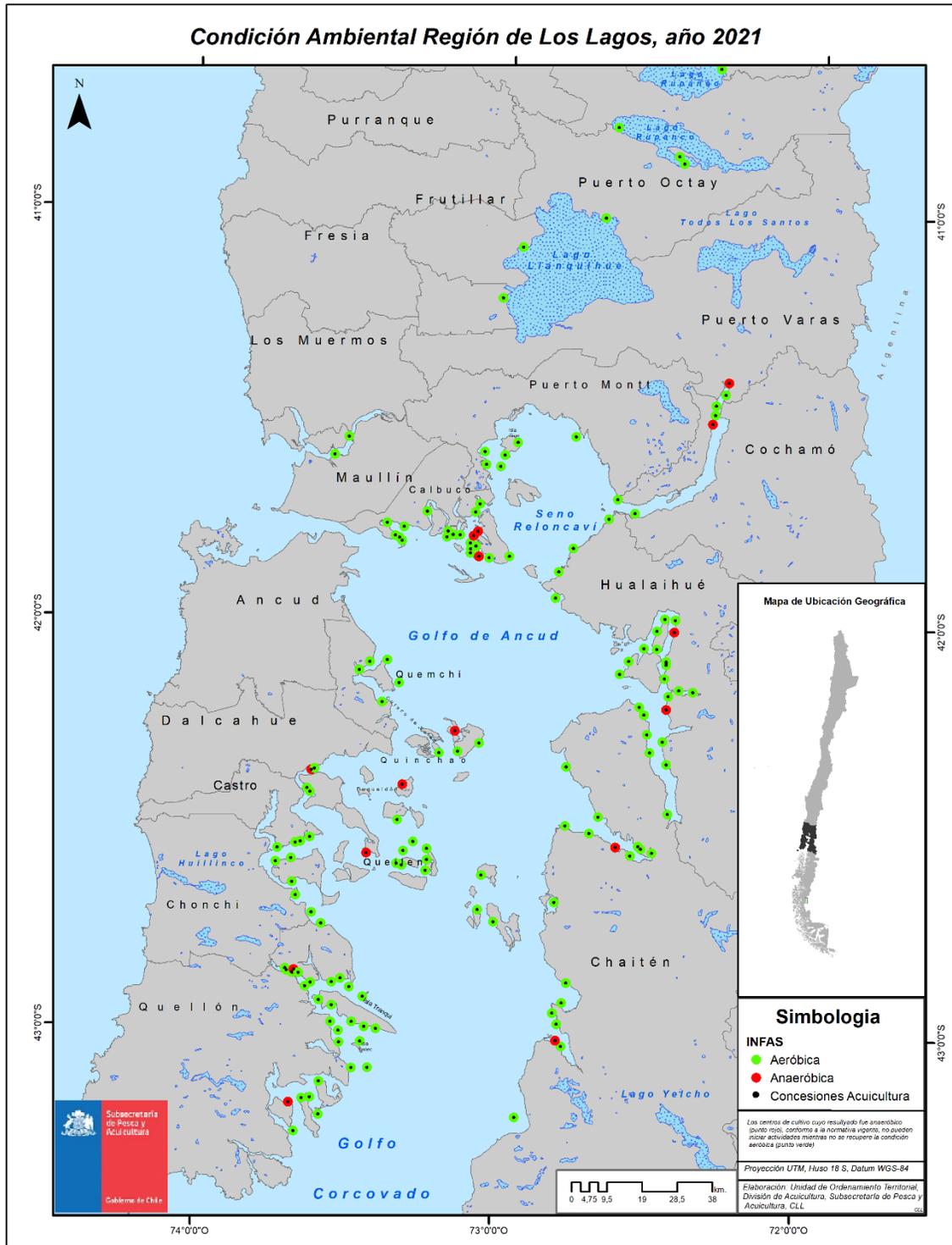
(Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y
Magallanes y la Antártica Chilena)



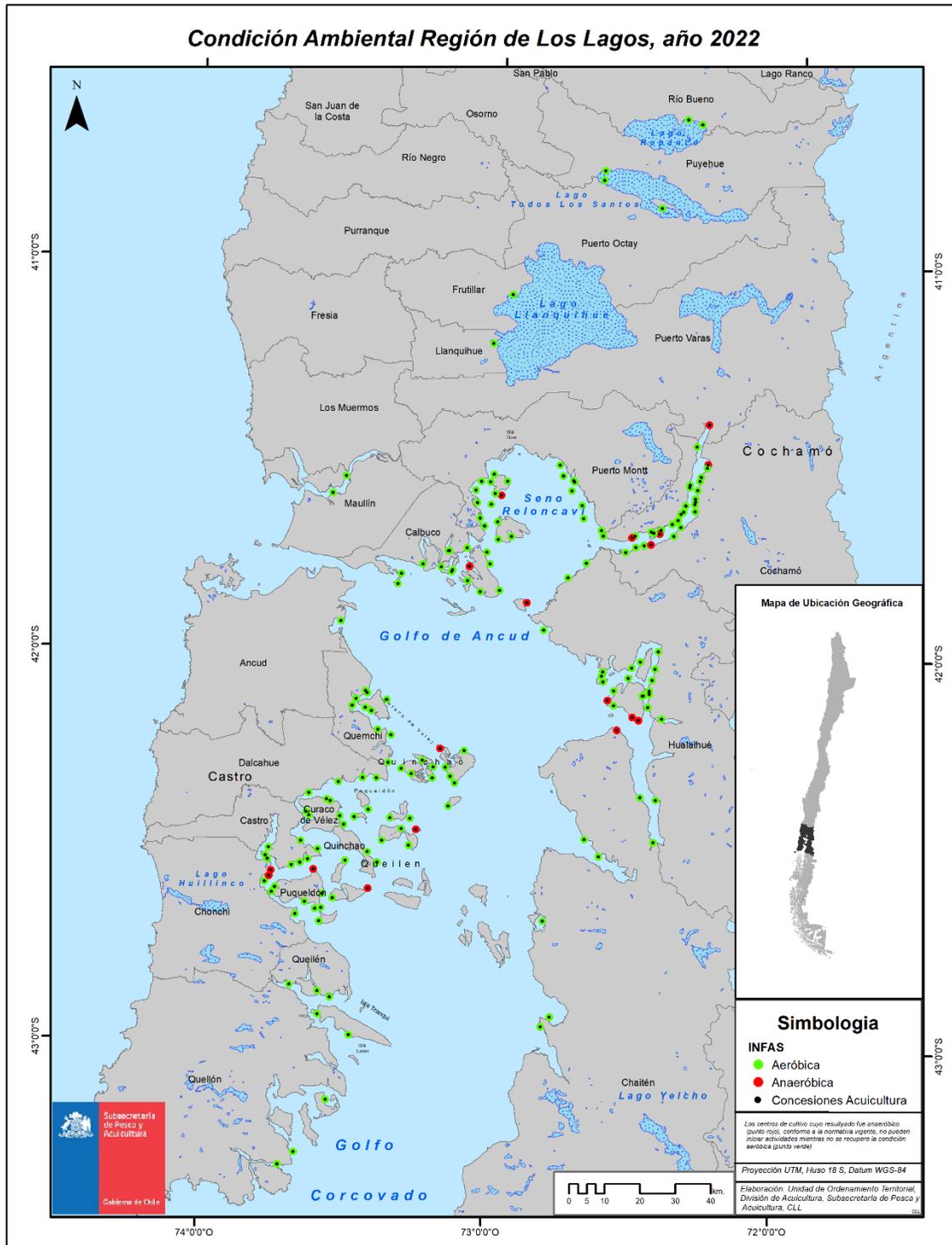
Mapa 8. Condición ambiental en la Región de Los Ríos según los resultados de la INFA, año 2021.



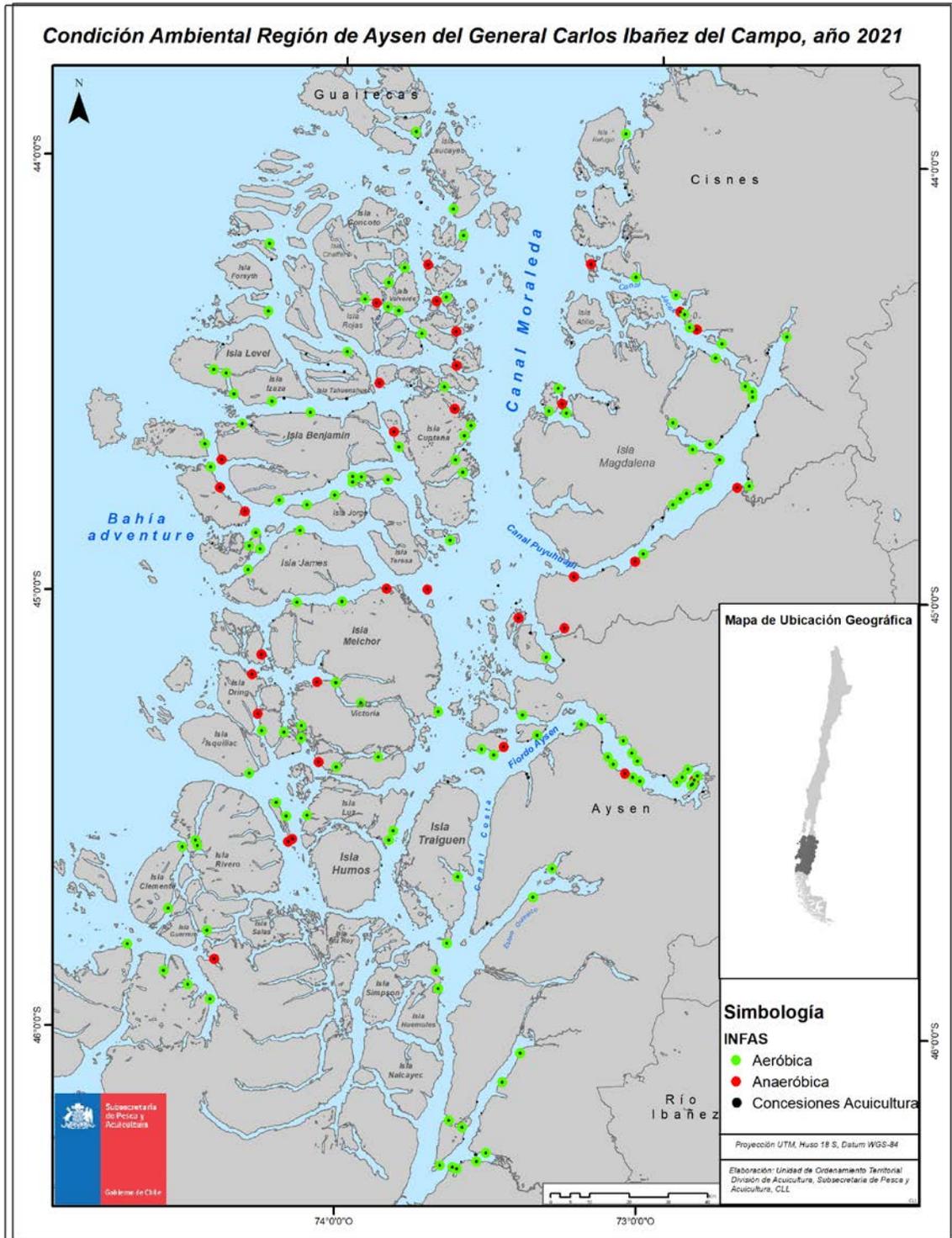
Mapa 9. Condición ambiental en la Región de Los Ríos según los resultados de la INFA, año 2022.



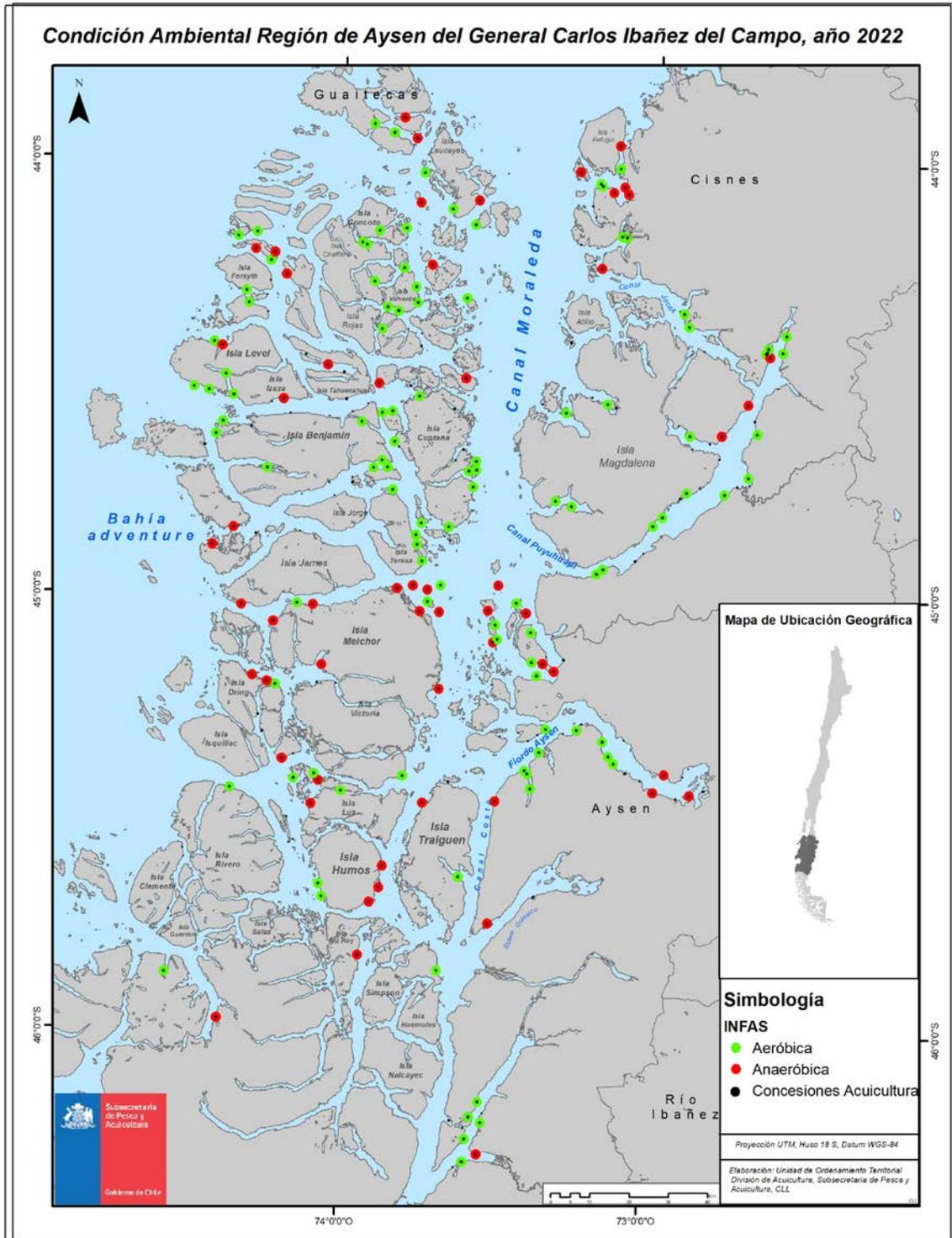
Mapa 10. Condición ambiental en la Región de Los Lagos según los resultados de la INFAS, año 2021.



Mapa 11. Condición ambiental en la Región de Los Lagos según los resultados de la INFA, año 2022

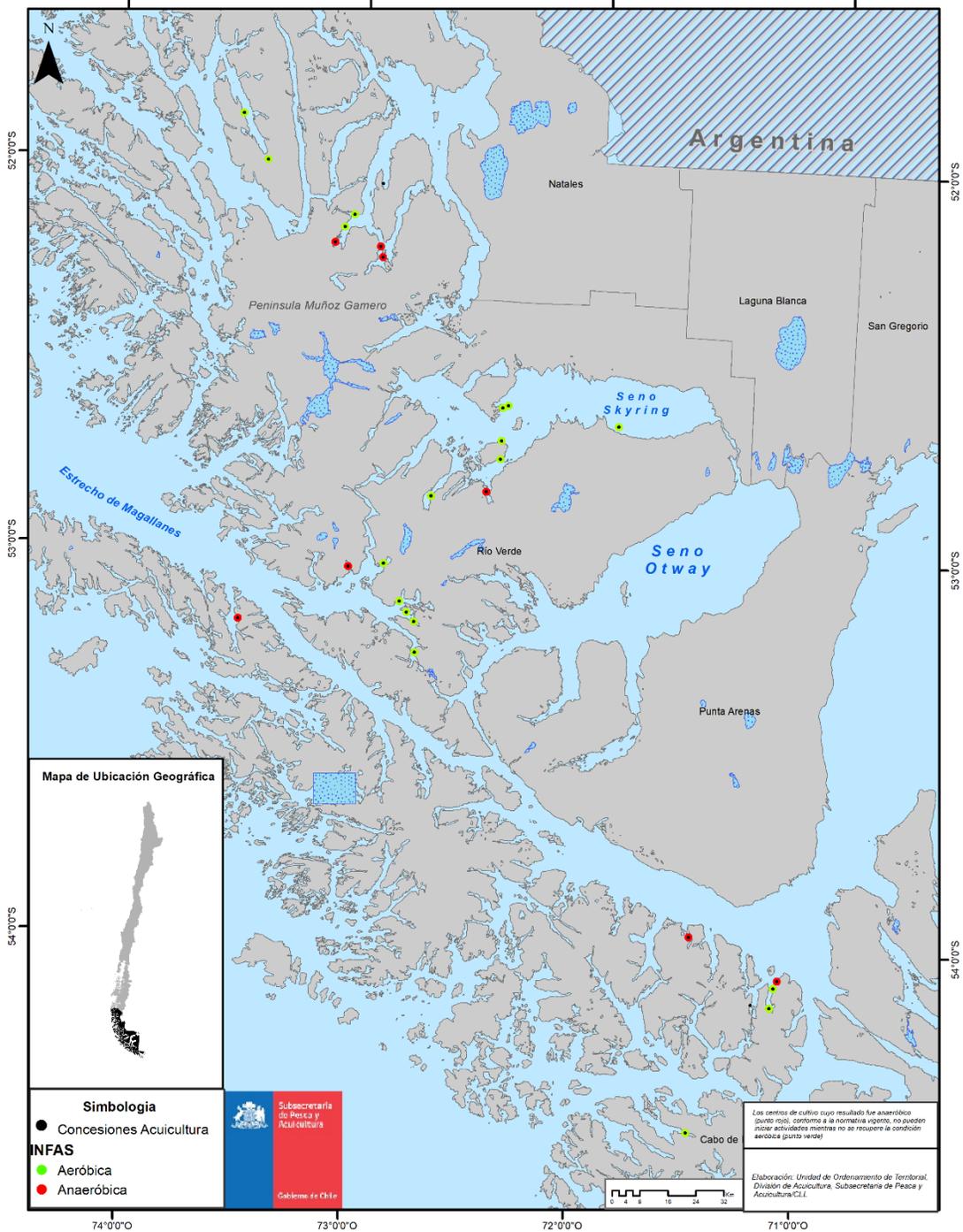


Mapa 12. Condición ambiental en la Región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo según los resultados de la INFA, año 2021.



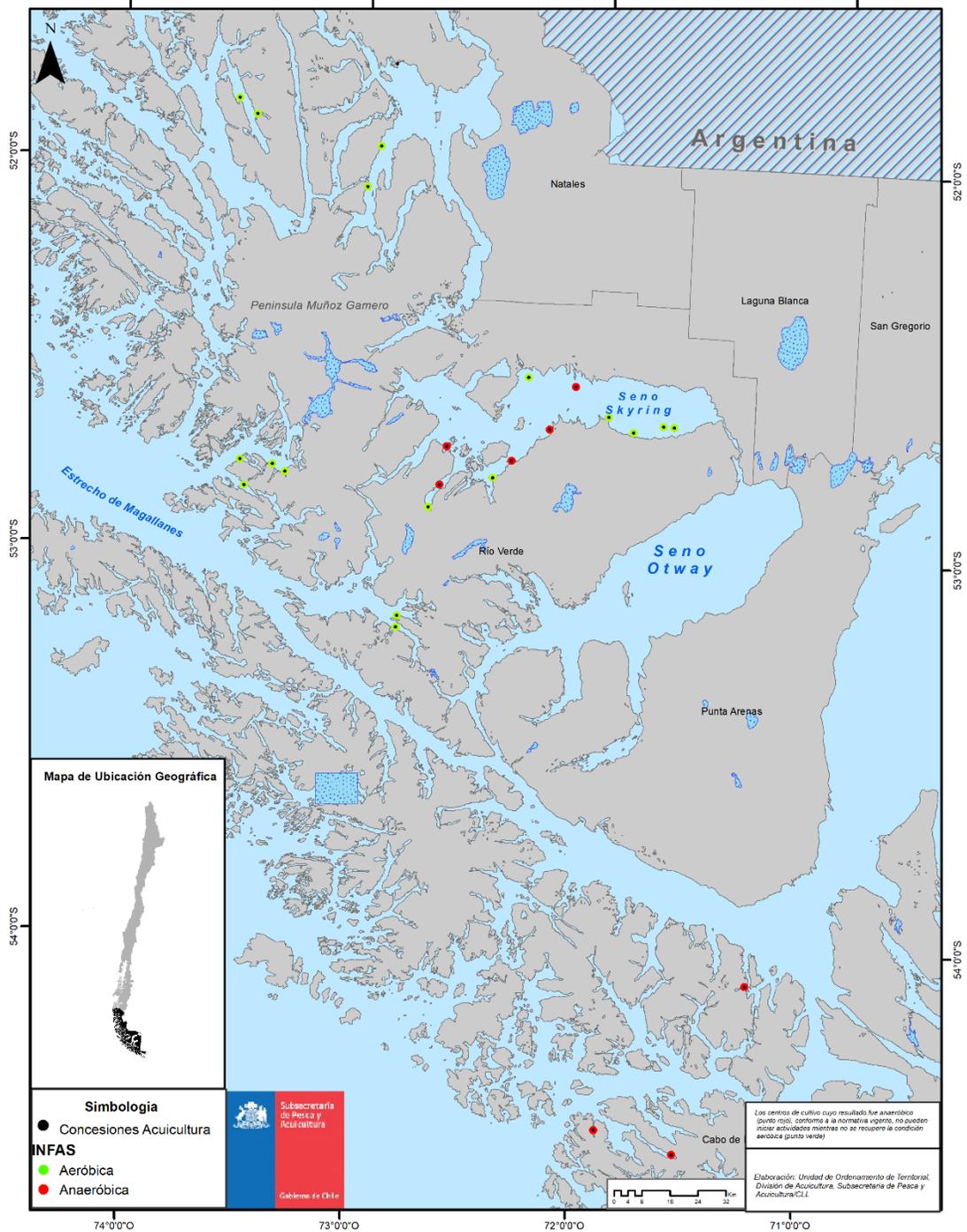
Mapa 13. Condición ambiental en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo según los resultados de la INFA, año 2022.

Condición Ambiental Región de Magallanes y La Antártica Chilena, año 2021



Mapa 14. Condición ambiental en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena según los resultados de la INFA, año 2021.

Condición Ambiental Región de Magallanes y La Antártica Chilena, año 2021

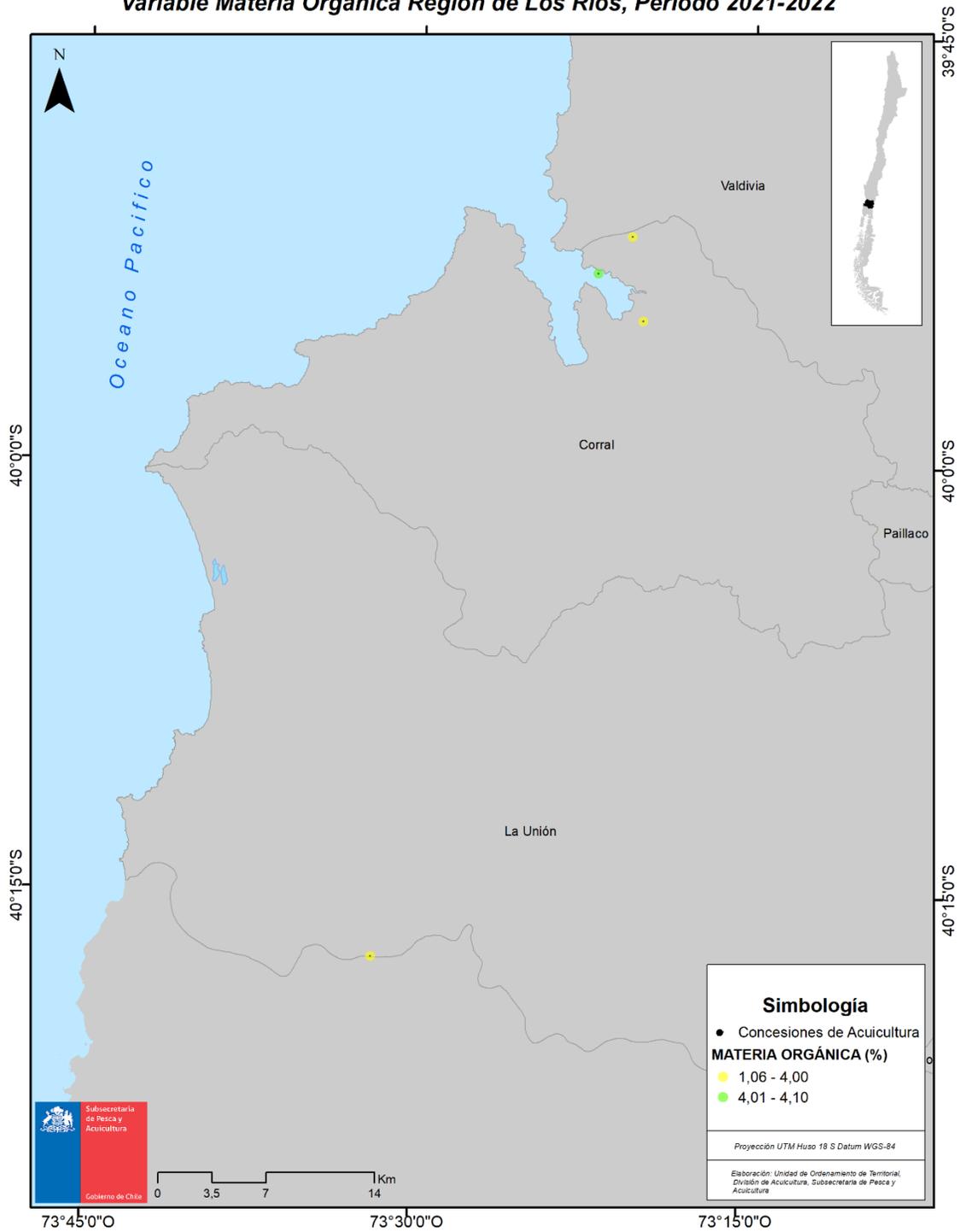


Mapa 15. Condición ambiental en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena según los resultados de la INFA, año 2022.

ANEXO III

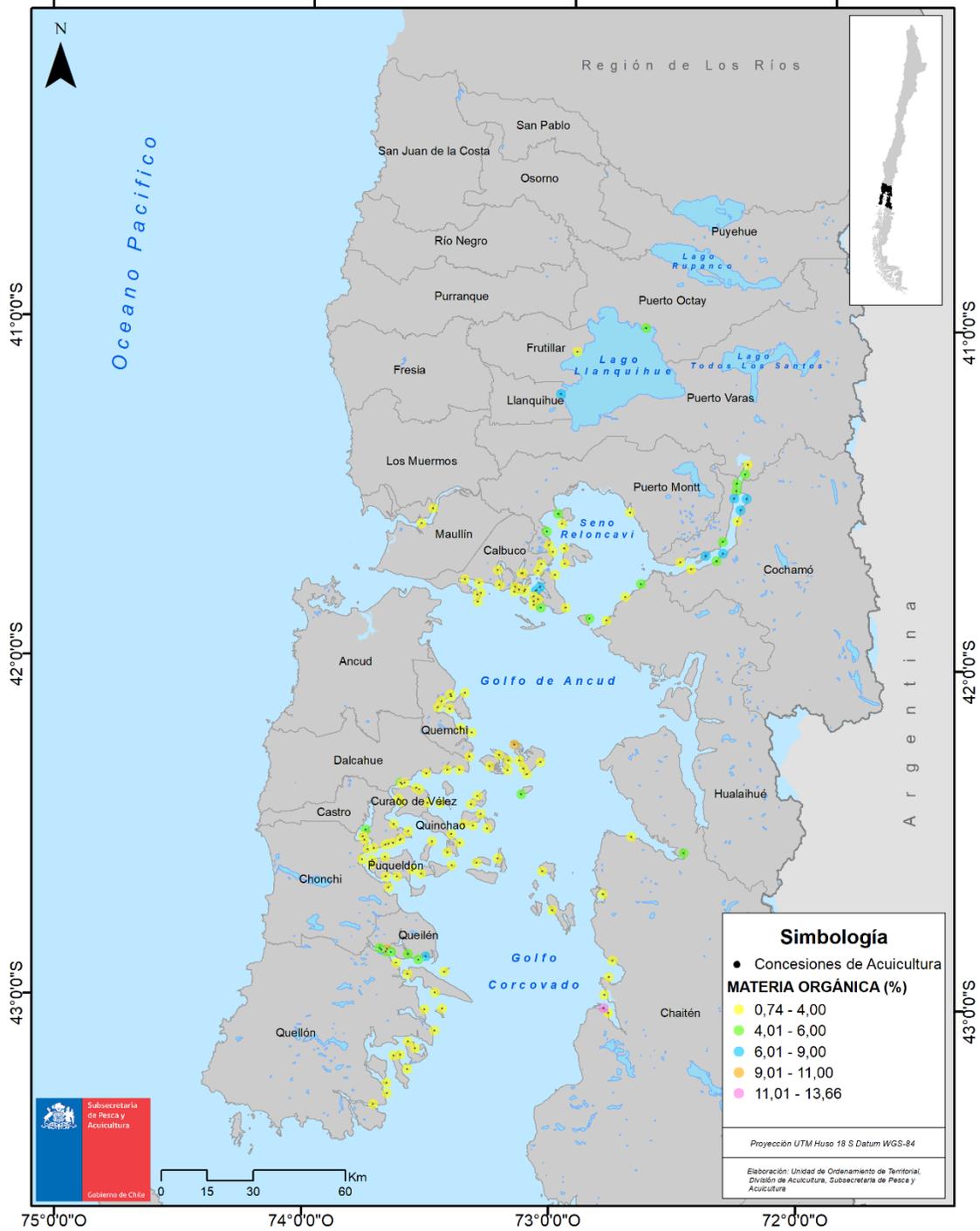
Distribución de las Variables Ambientales por Región
(Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y
Magallanes y la Antártica Chilena)

Variable Materia Orgánica Región de Los Ríos, Período 2021-2022



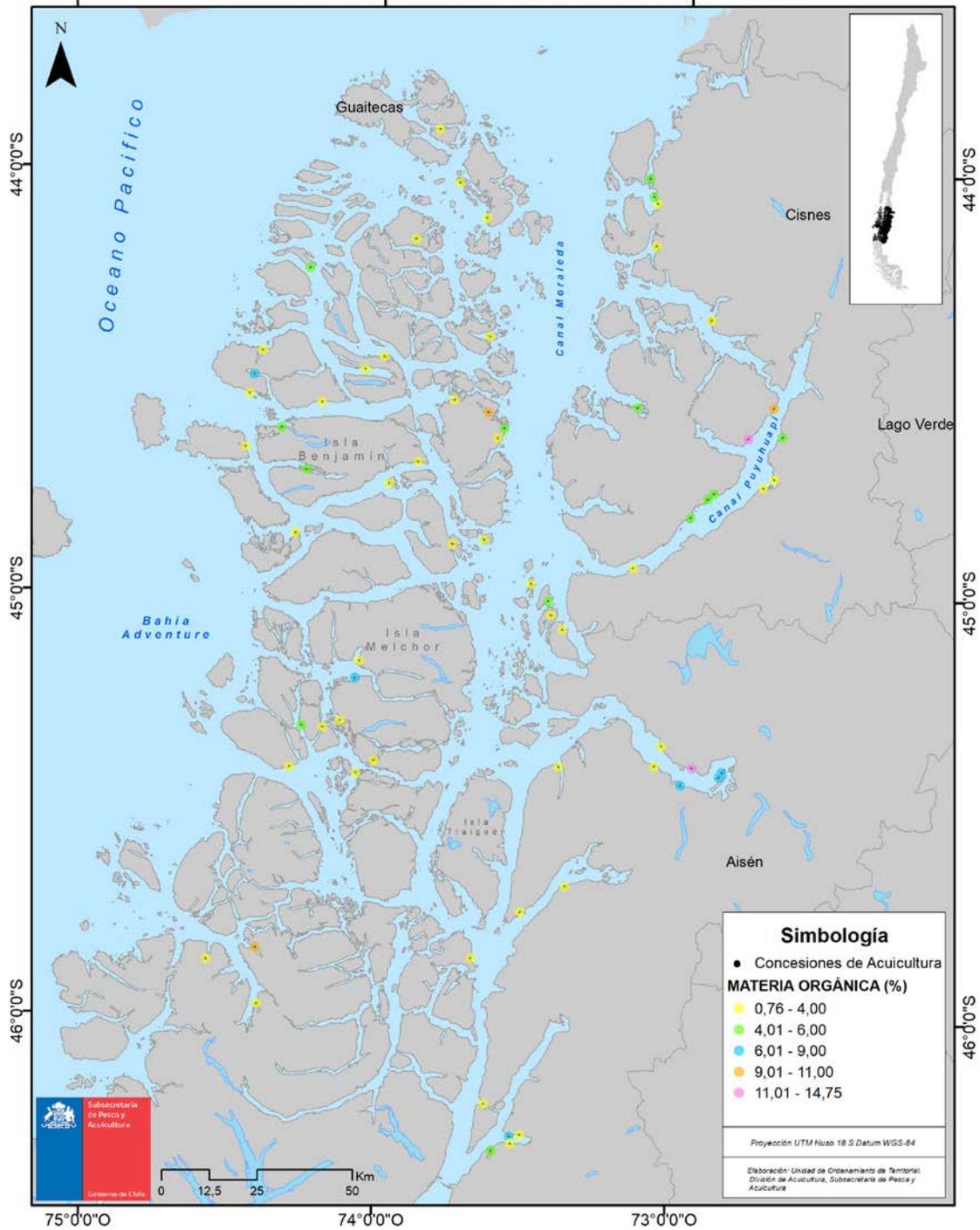
Mapa 16. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Los Ríos, promedio años 2021-2022 (Infas de 4 centros).

Variable Materia Orgánica Región de Los Lagos, Período 2021-2022



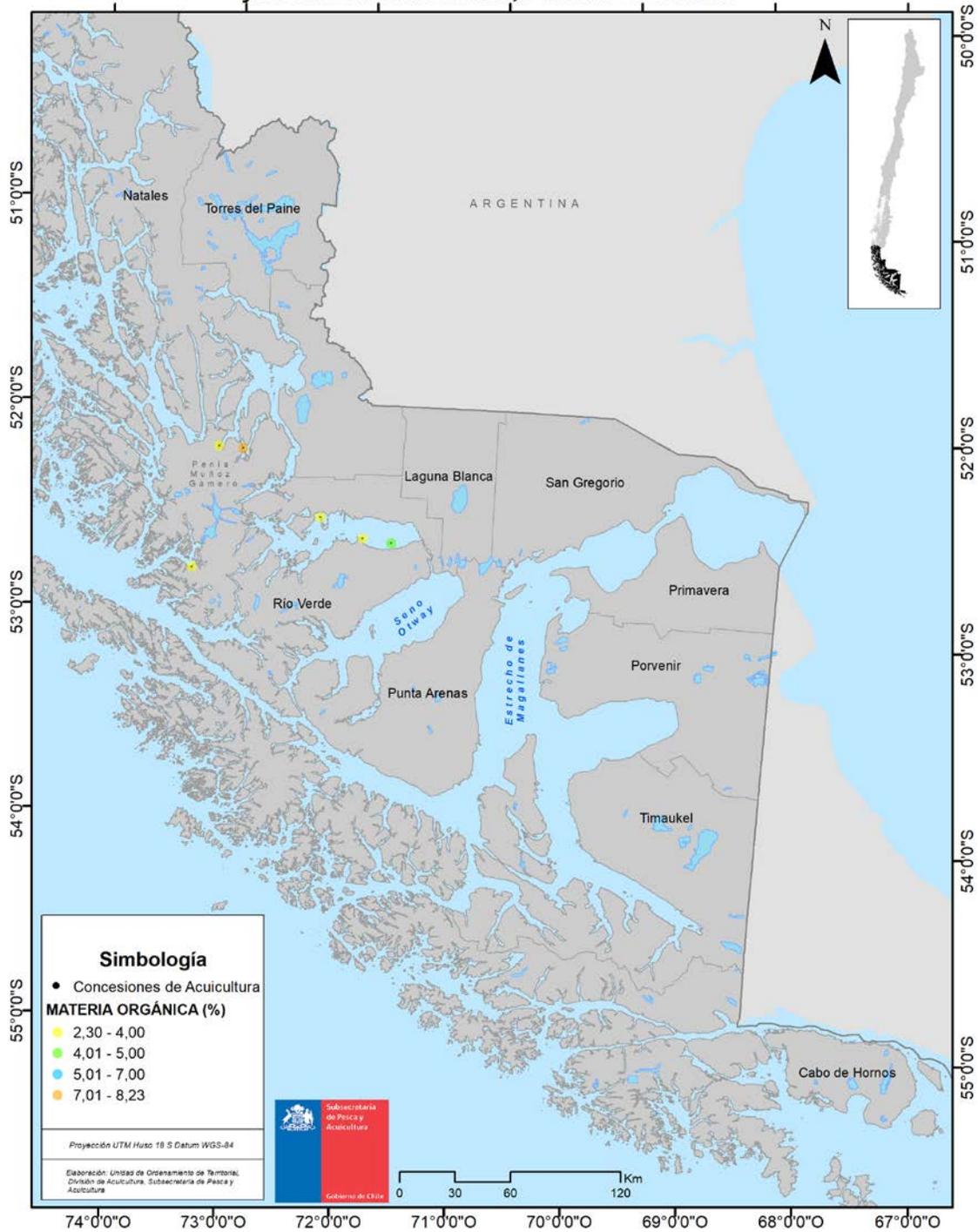
Mapa 17. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Los Lagos, promedio años 2021-2022 (Infa's de 200 centros).

**Variable Materia Orgánica Región de Aysén
del General Carlos Ibañez del Campo, Período 2021-2022**



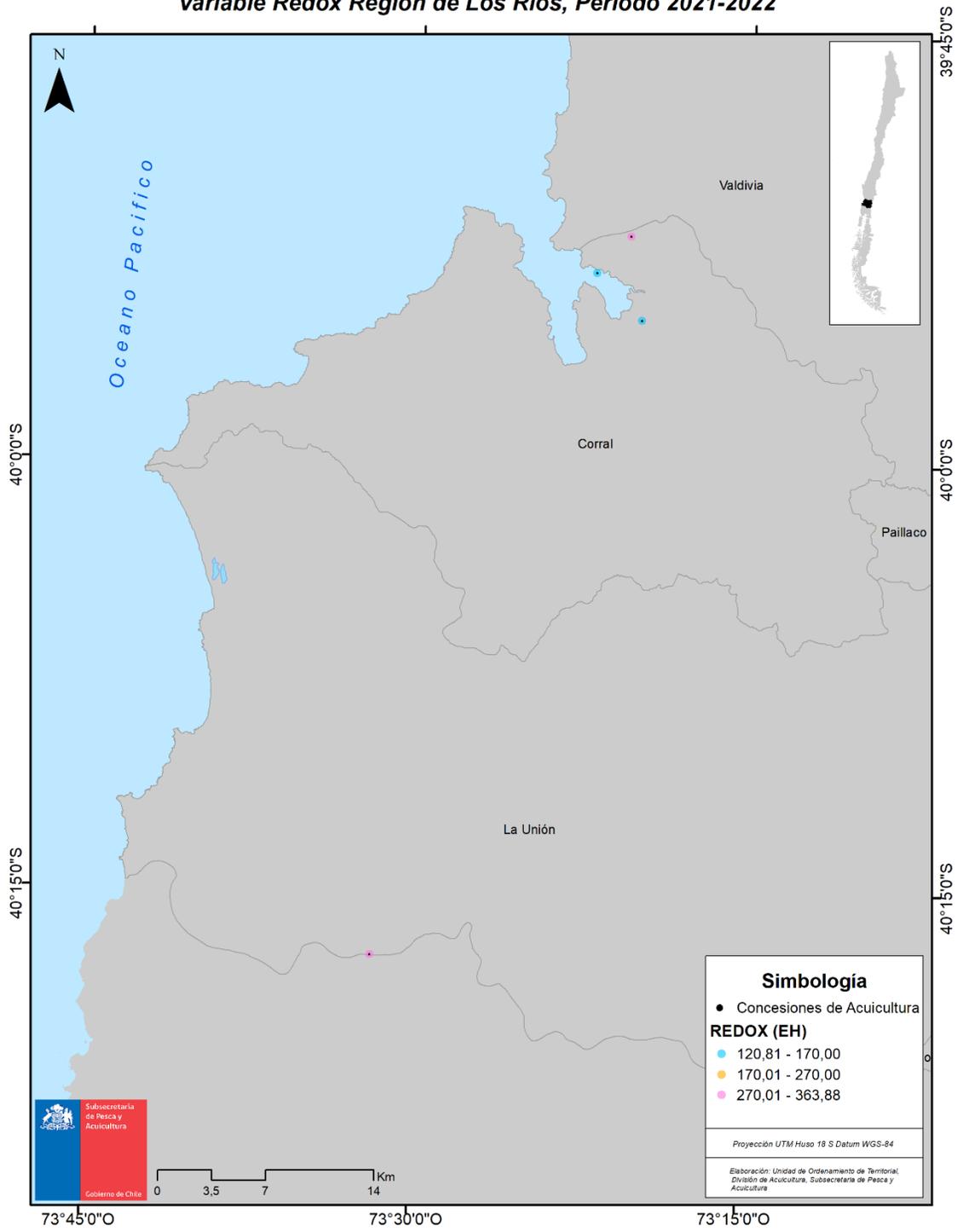
Mapa 18. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo, promedio años 2021-2022 (Infa's de 76 centros).

Variable Materia Orgánica Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, Período 2021-2022



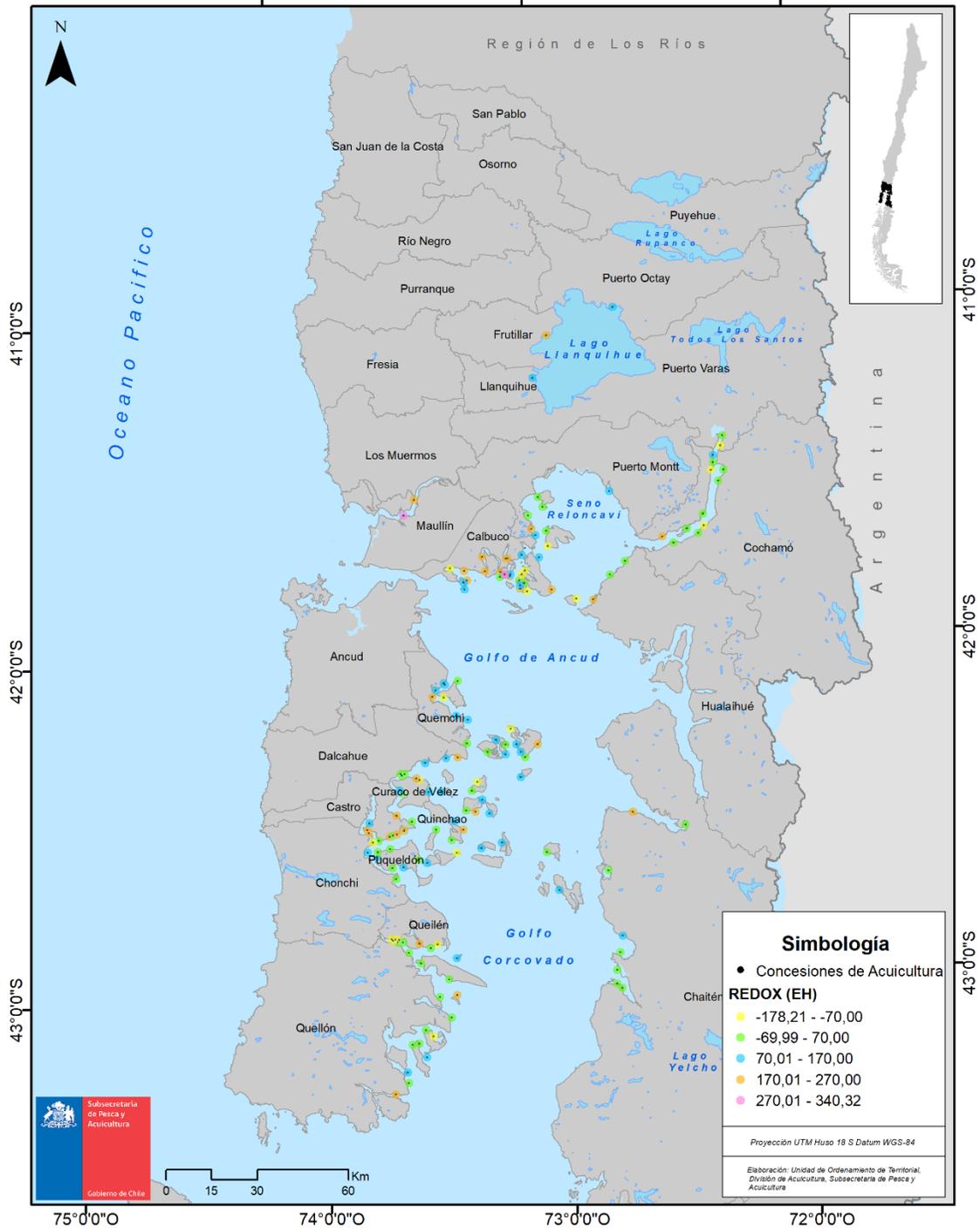
Mapa 19. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2021-2022 (Infa's de 6 centros).

Variable Redox Región de Los Ríos, Período 2021-2022



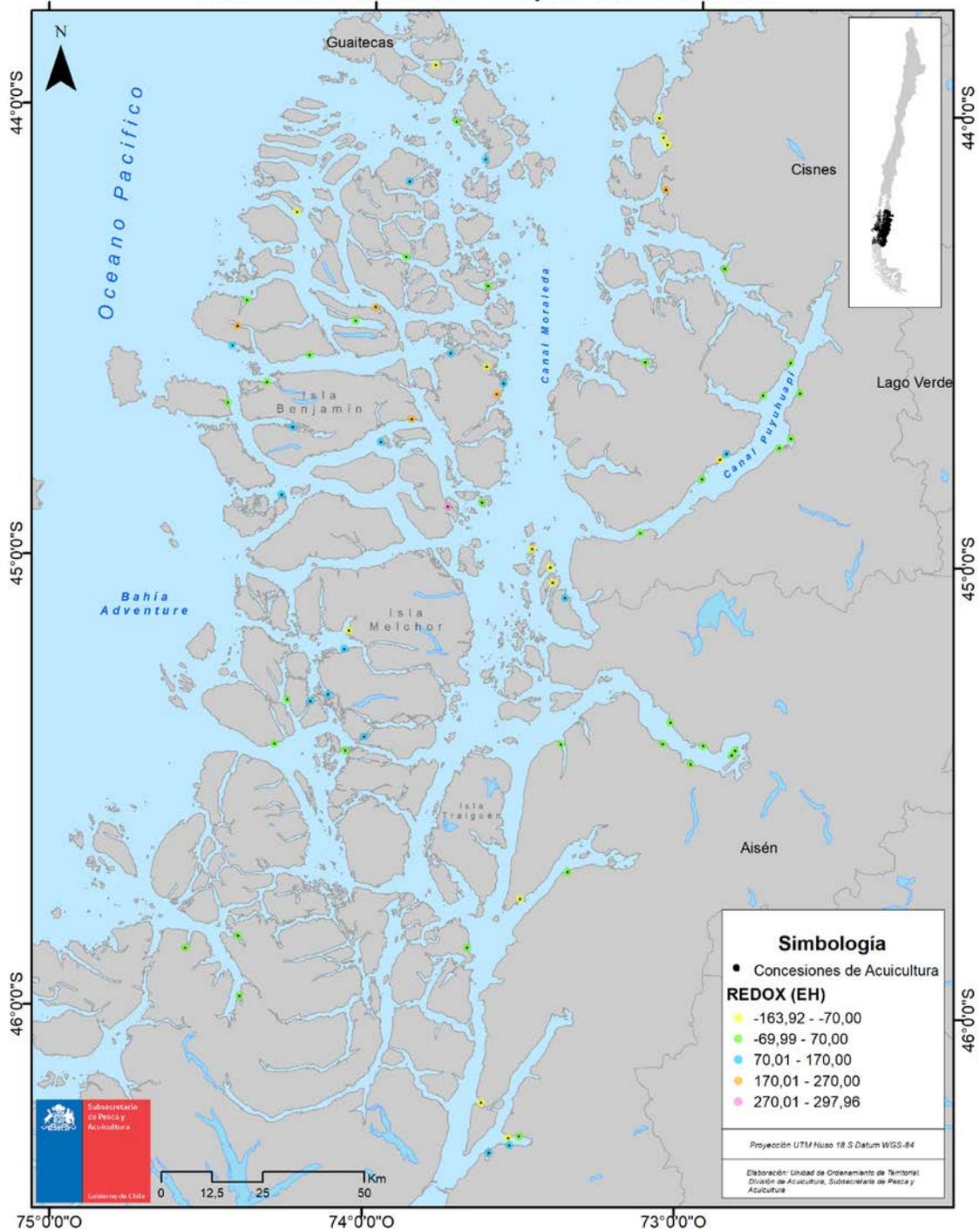
Mapa 20. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Los Ríos, promedio años 2021-2022 (Infas de 4 centros).

Variable Redox Región de Los Lagos, Período 2021-2022



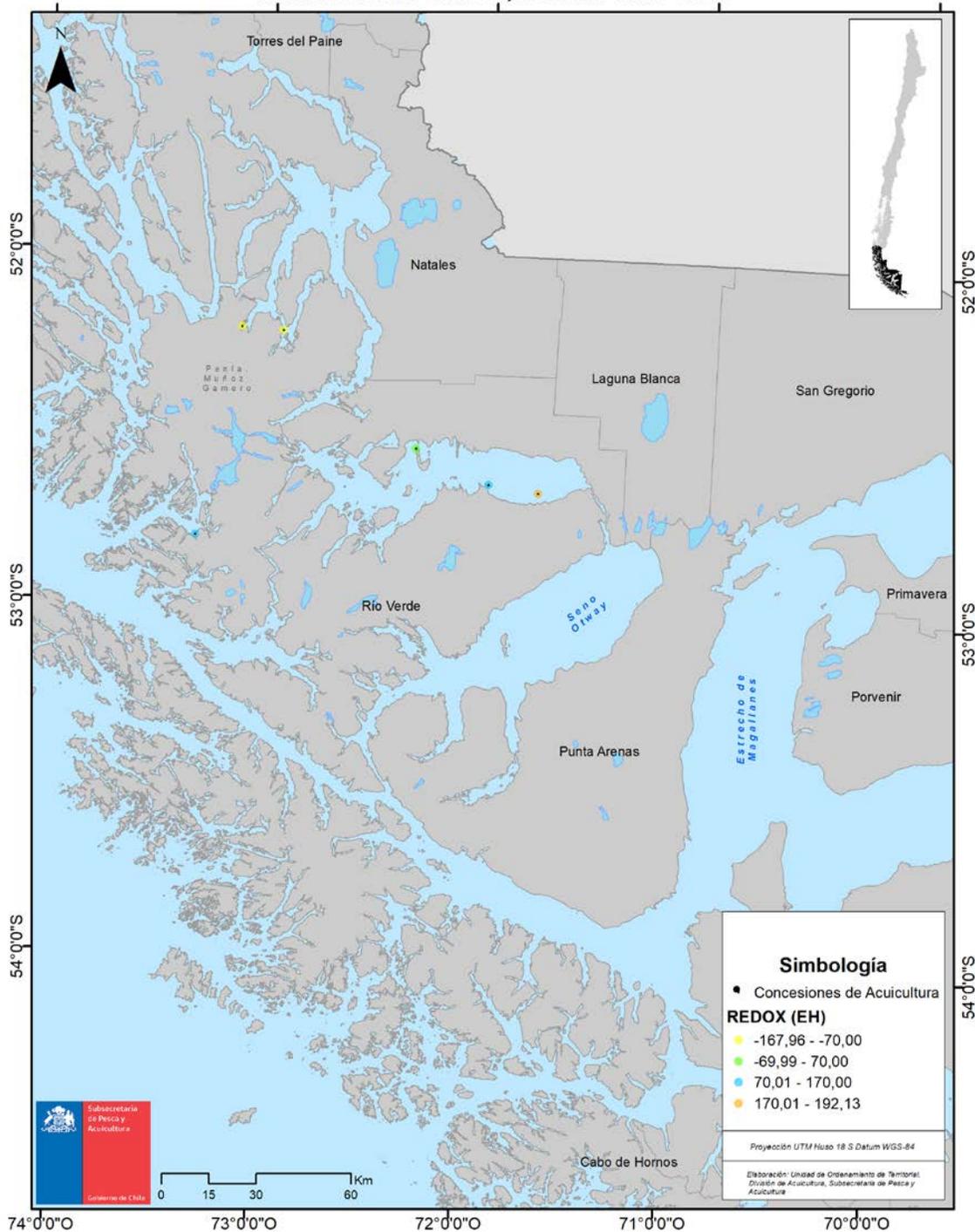
Mapa 21. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Los Lagos, promedio años 2021-2022 (Infa's de 200 centros).

**Variable Redox Región de Aysén del
General Carlos Ibañez del Campo, Período 2021-2022**



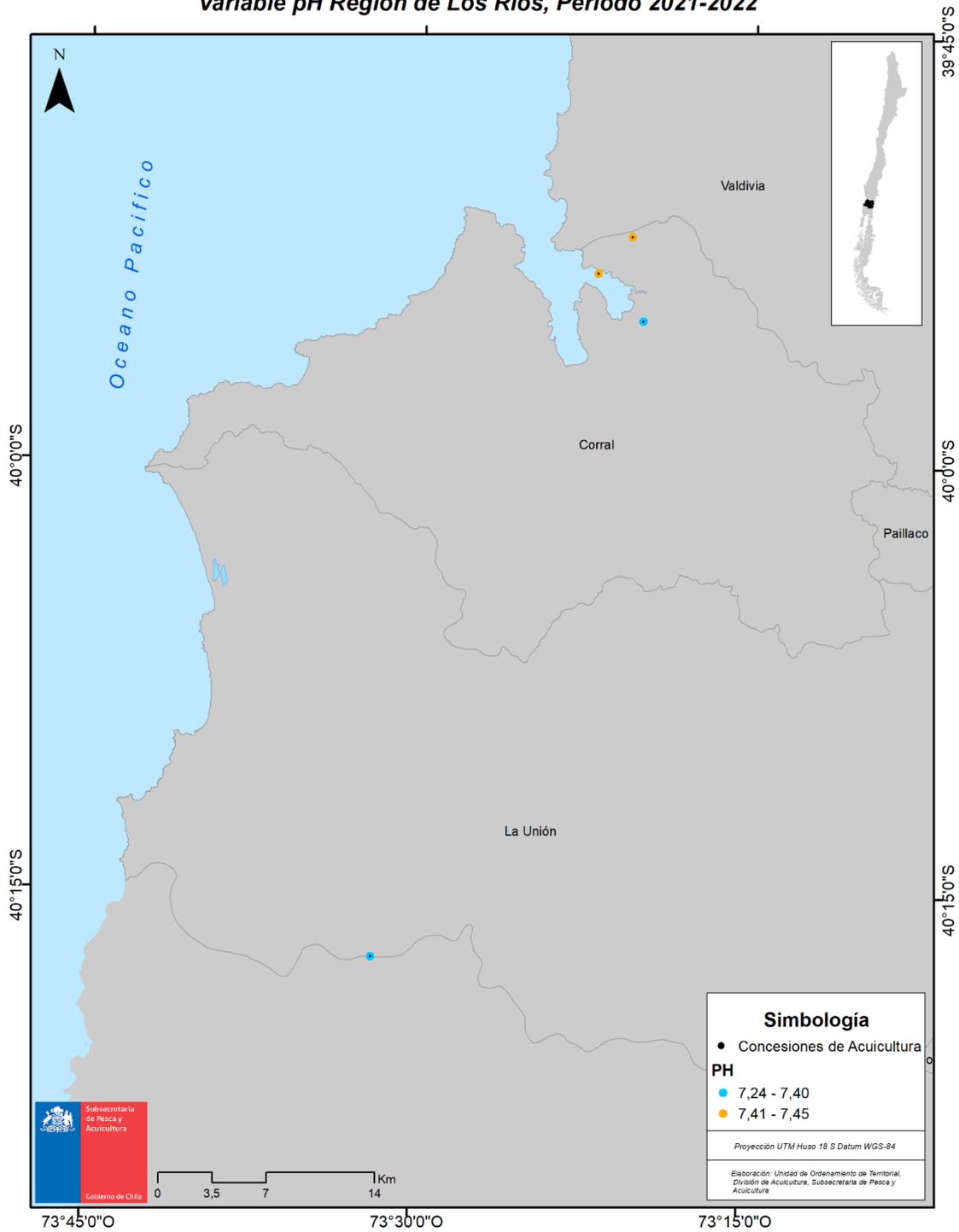
Mapa 22. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo, promedio años 2021-2022 (Infa's de 76 centros).

Variable Redox Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, Periodo 2021-2022



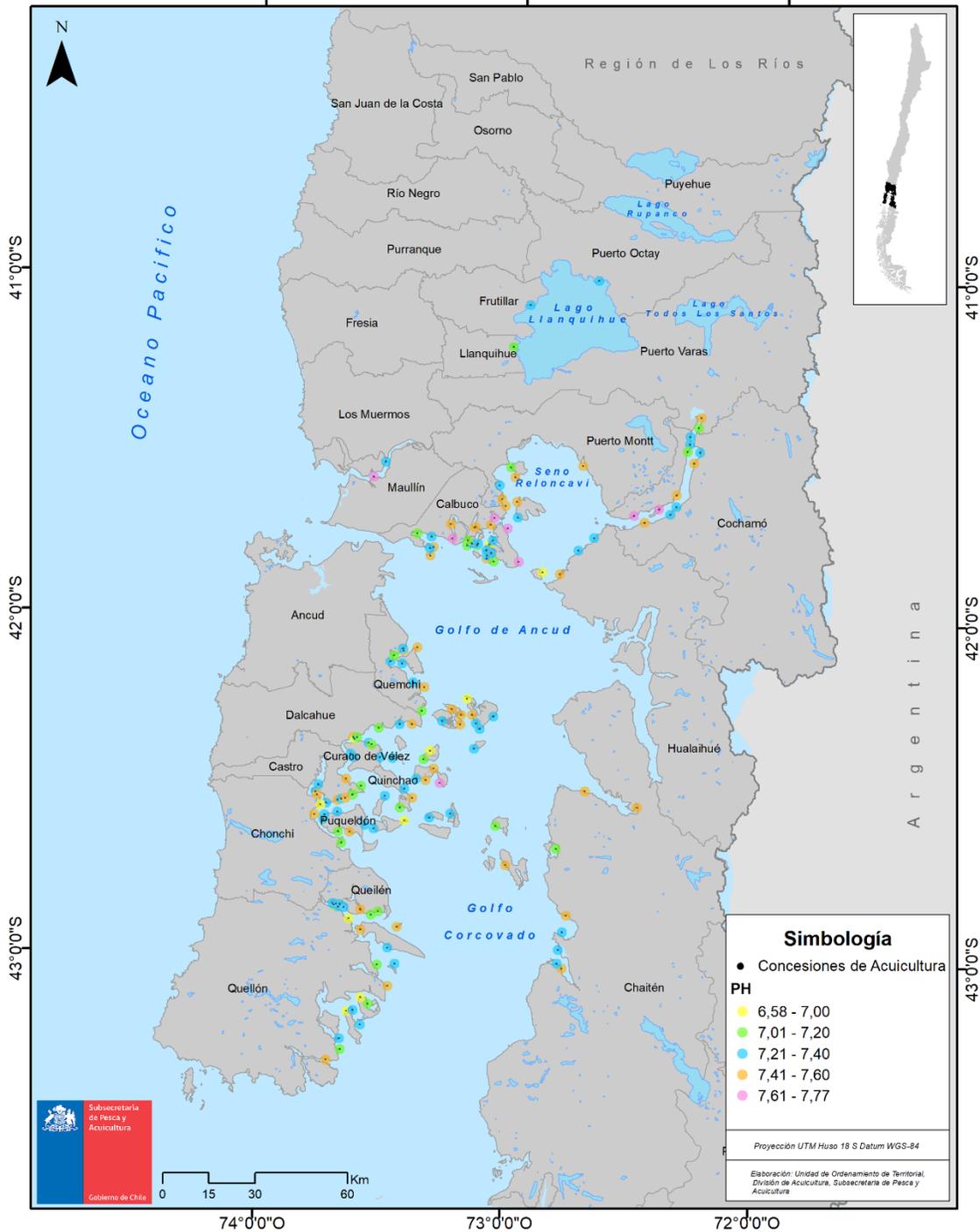
Mapa 23. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2021-2022 (Infa's de 6 centros).

Variable pH Región de Los Ríos, Período 2021-2022



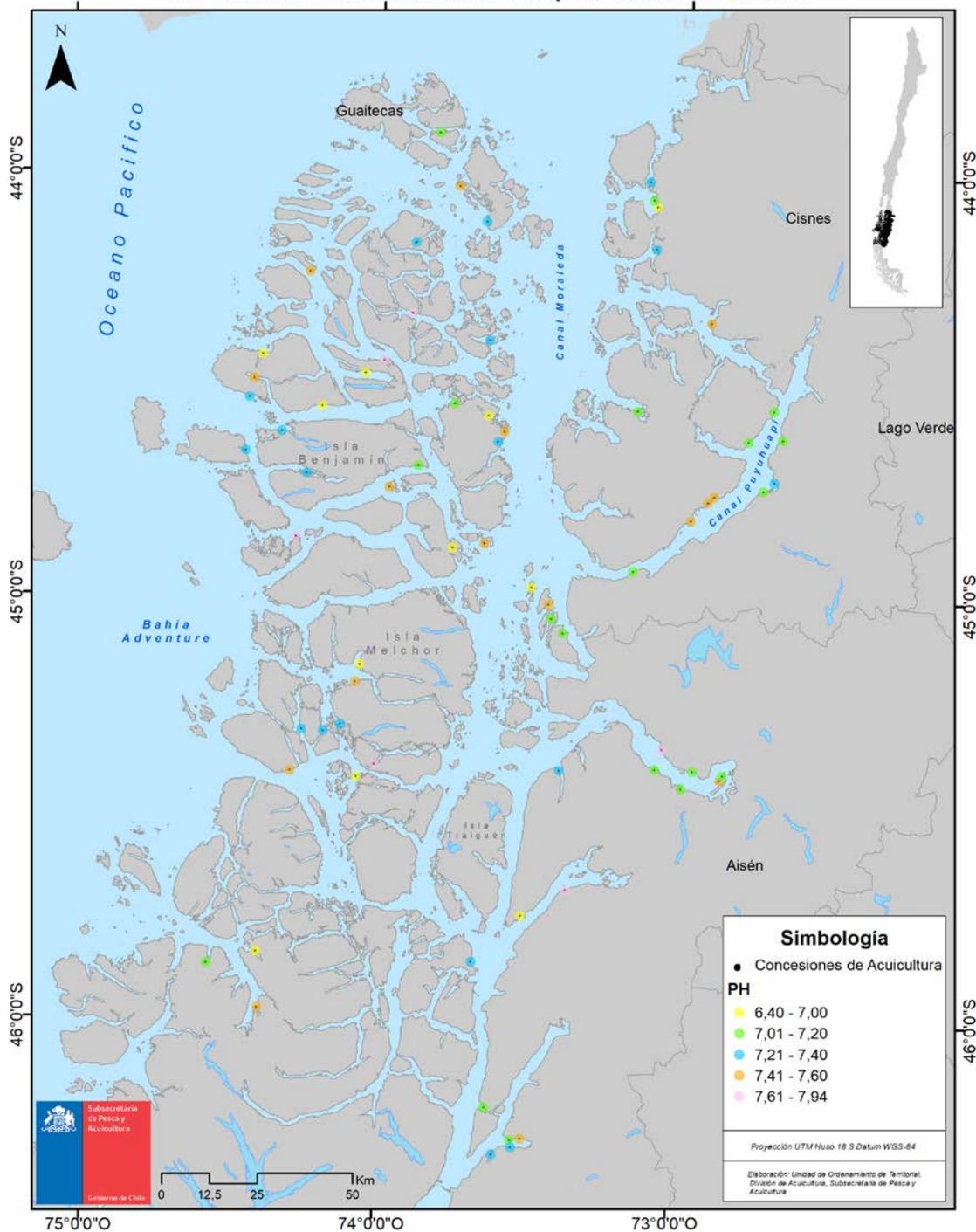
Mapa 24. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Los Ríos, promedio años 2021-2022 (Infas de 4 centros).

Variable Ph Región de Los Lagos, Período 2021-2022



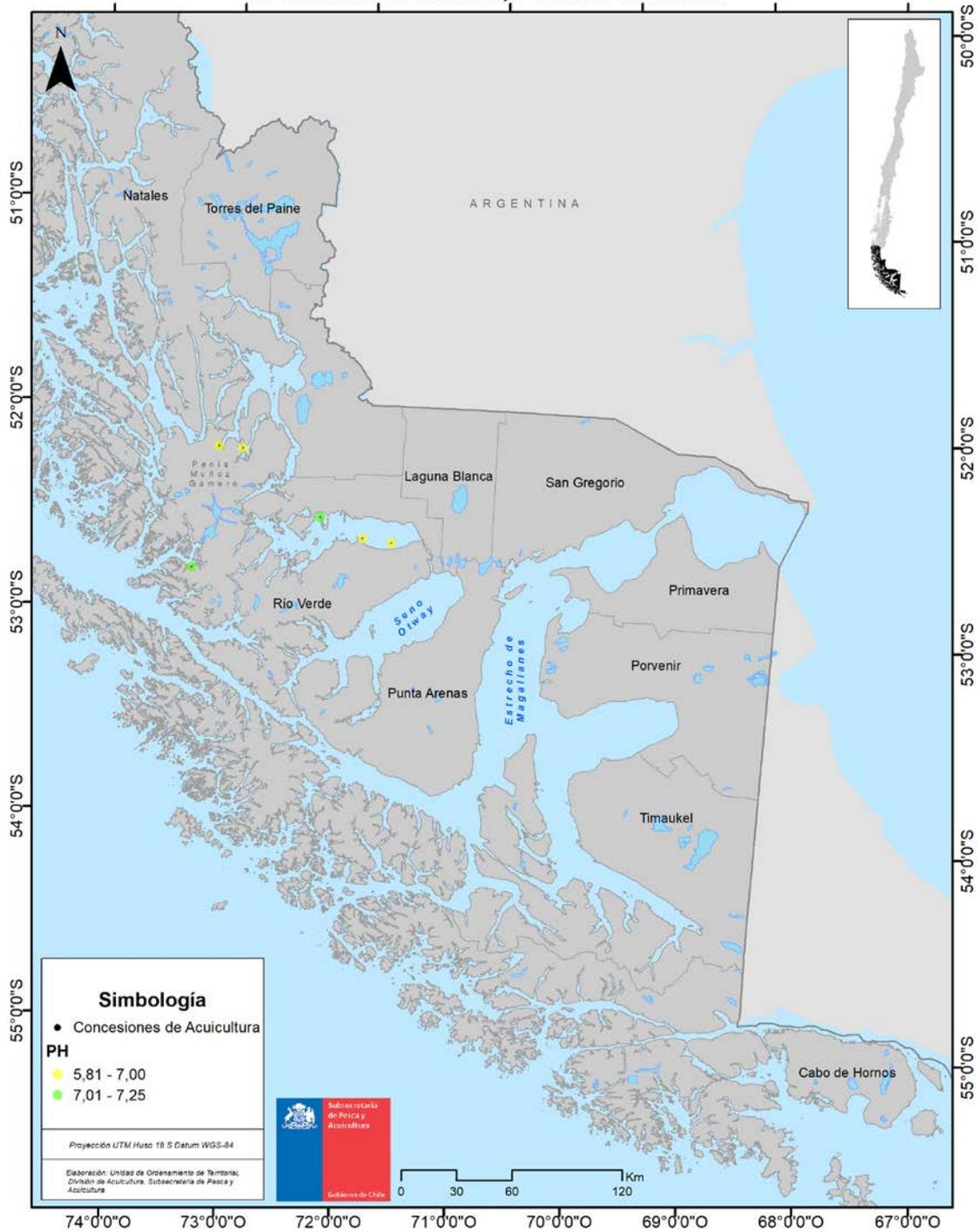
Mapa 25. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Los Lagos, promedio años 2021-2022 (Infa's de 200 centros).

**Variable Ph Región de Aysén
del General Carlos Ibañez del Campo, Período 2021-2022**



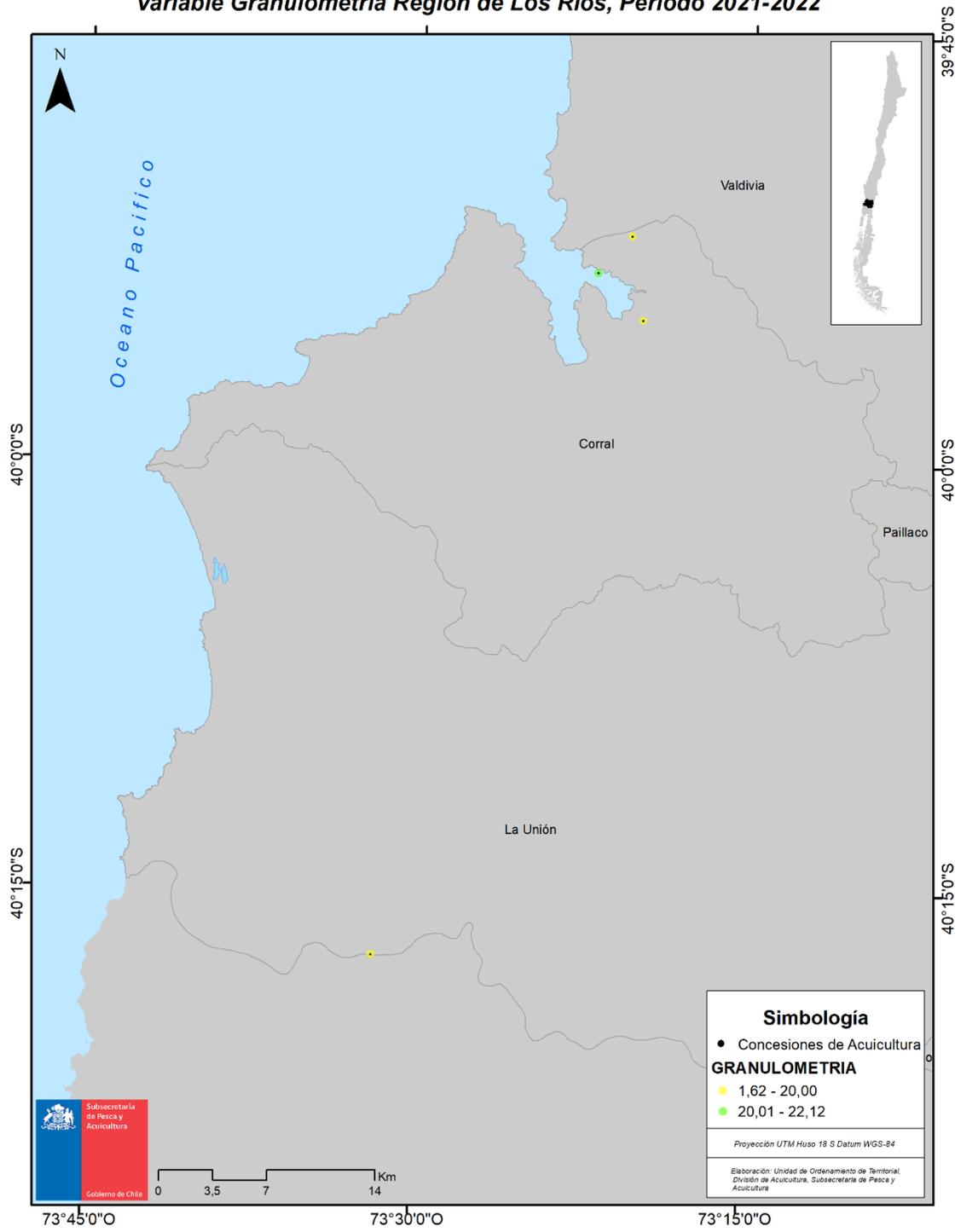
Mapa 26. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo, promedio años 2021-2022 (Infa's de 76 centros).

Variable Ph Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, Período 2021-2022



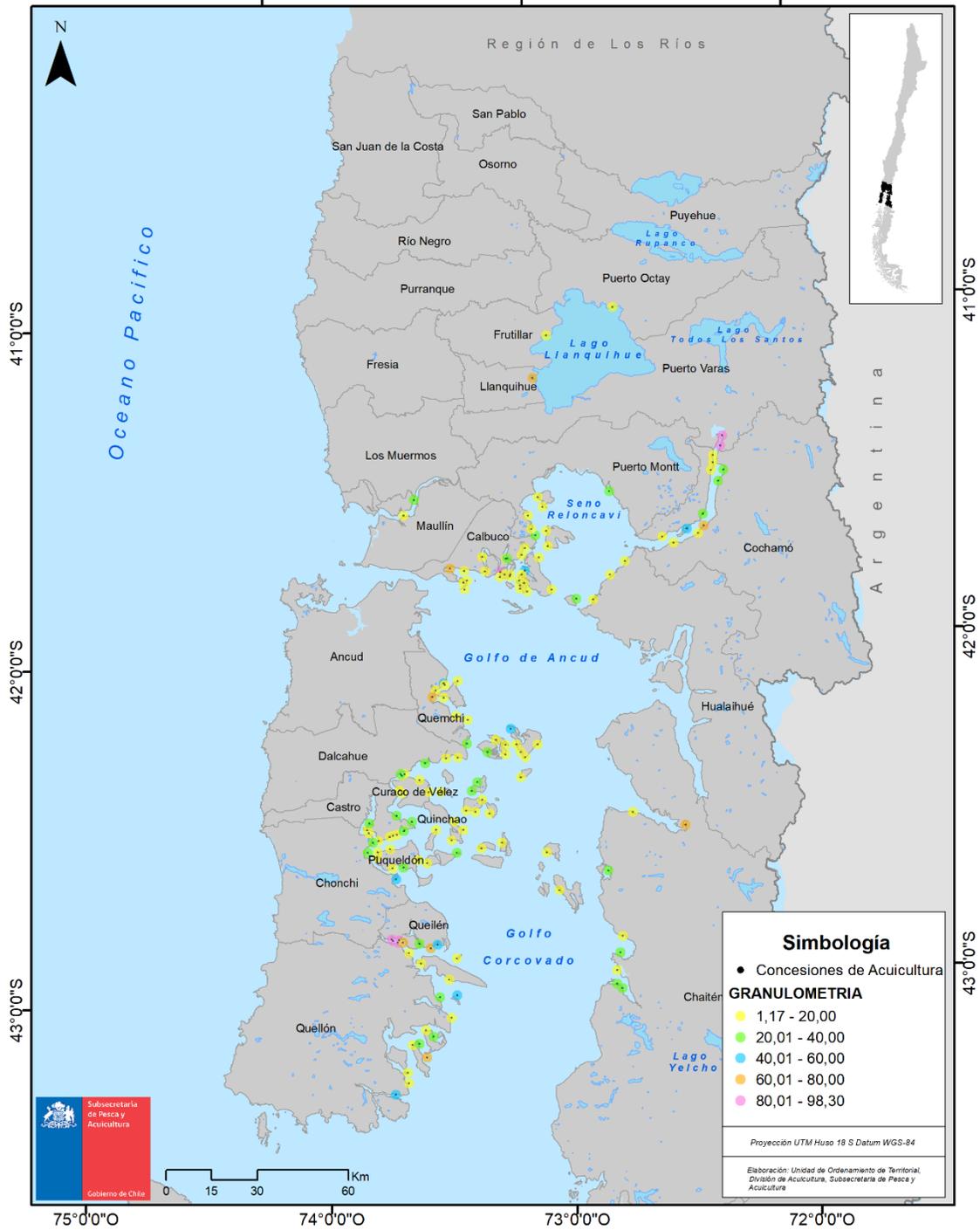
Mapa 27. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2021-2022 (Infa's de 6 centros).

Variable Granulometría Región de Los Ríos, Período 2021-2022



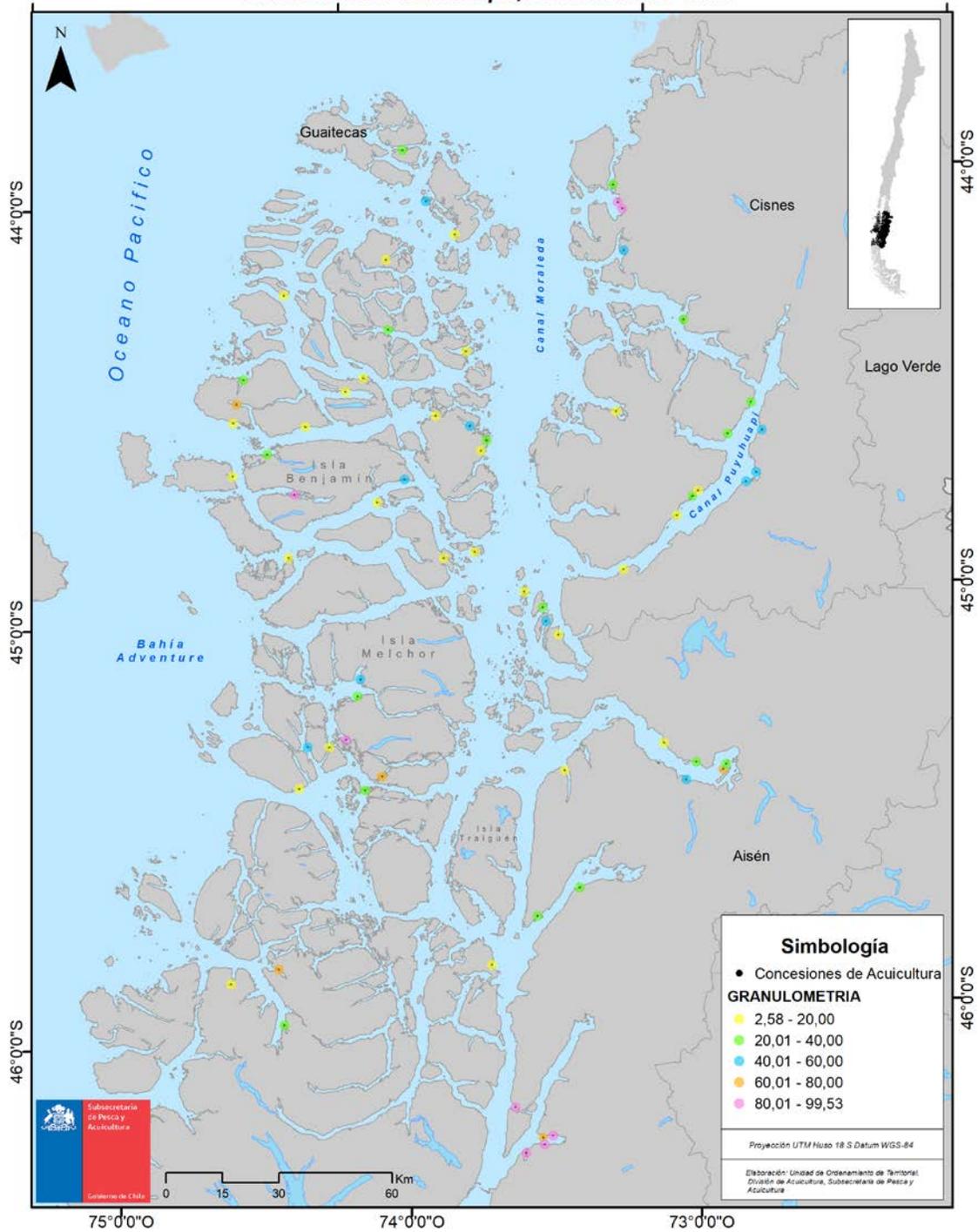
Mapa 28. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región Los Ríos, promedio años 2021-2022 (Infas de 4 centros).

Variable Granulometría Región de Los Lagos, Período 2021-2022



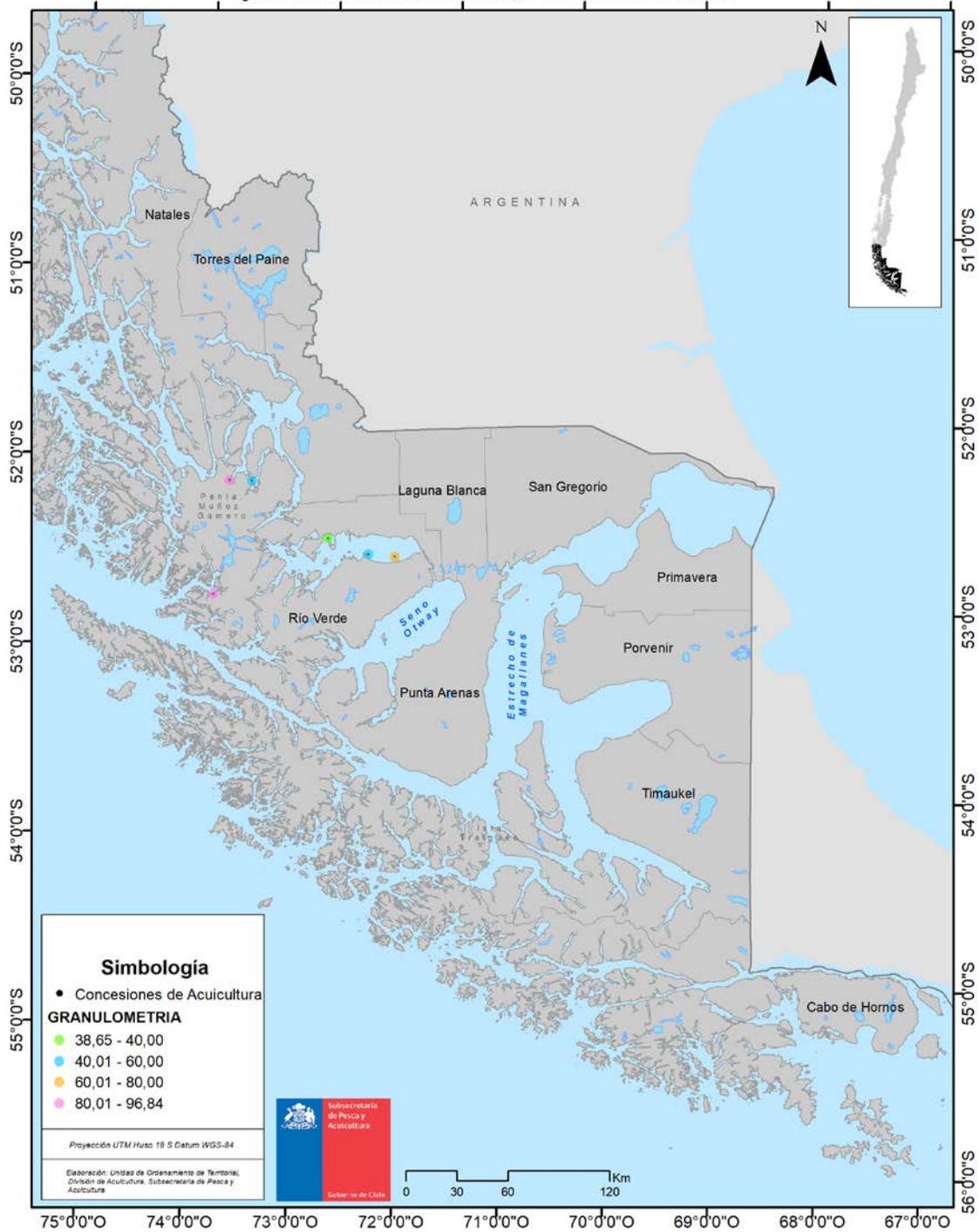
Mapa 29. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región Los Lagos, promedio años 2021-2022 (Infa's de 200 centros).

Variable Granulometría Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, Período 2021-2022



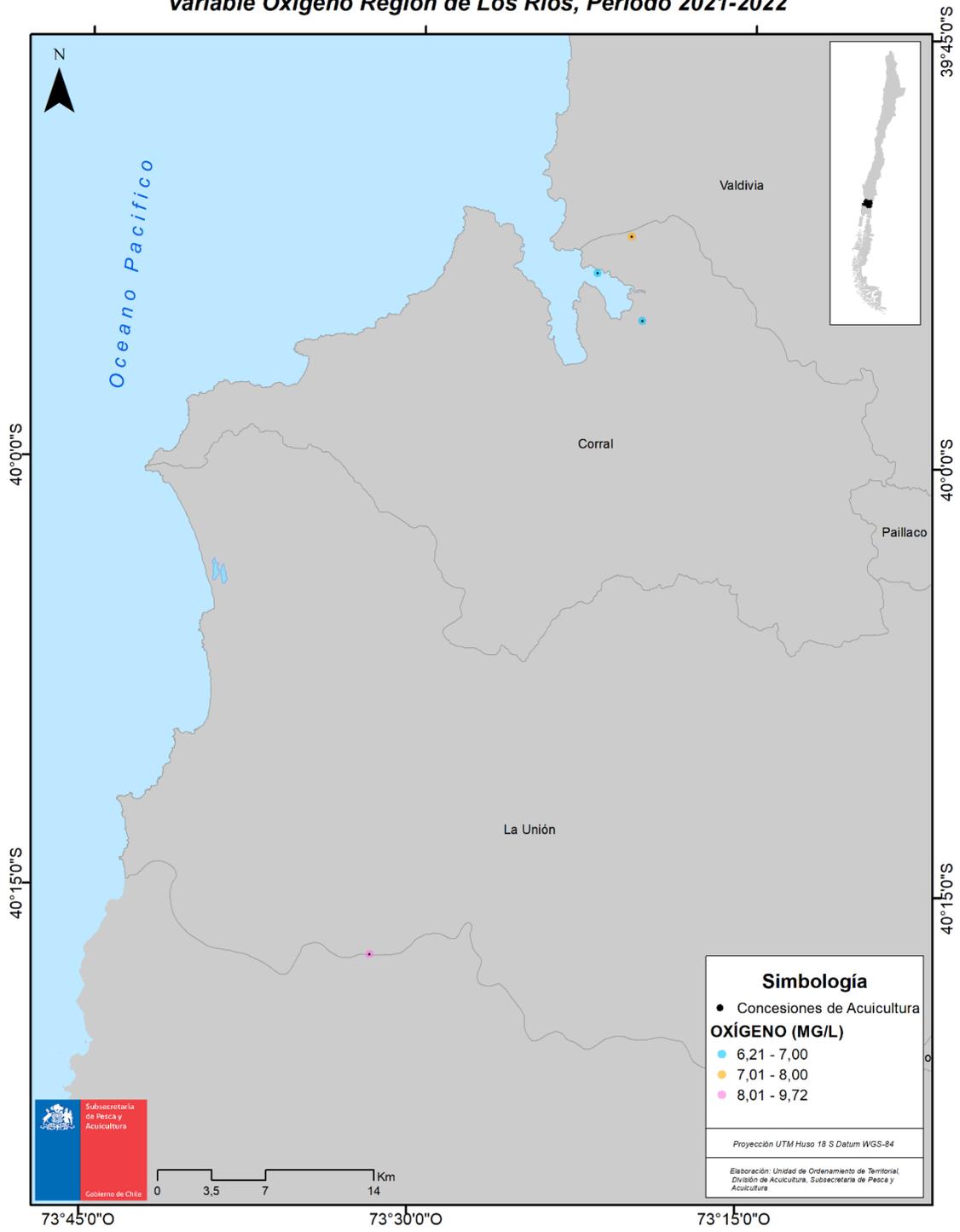
Mapa 30. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2021-2022 (Infa's de 76 centros).

Variable Granulometría Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, Período 2021-2022



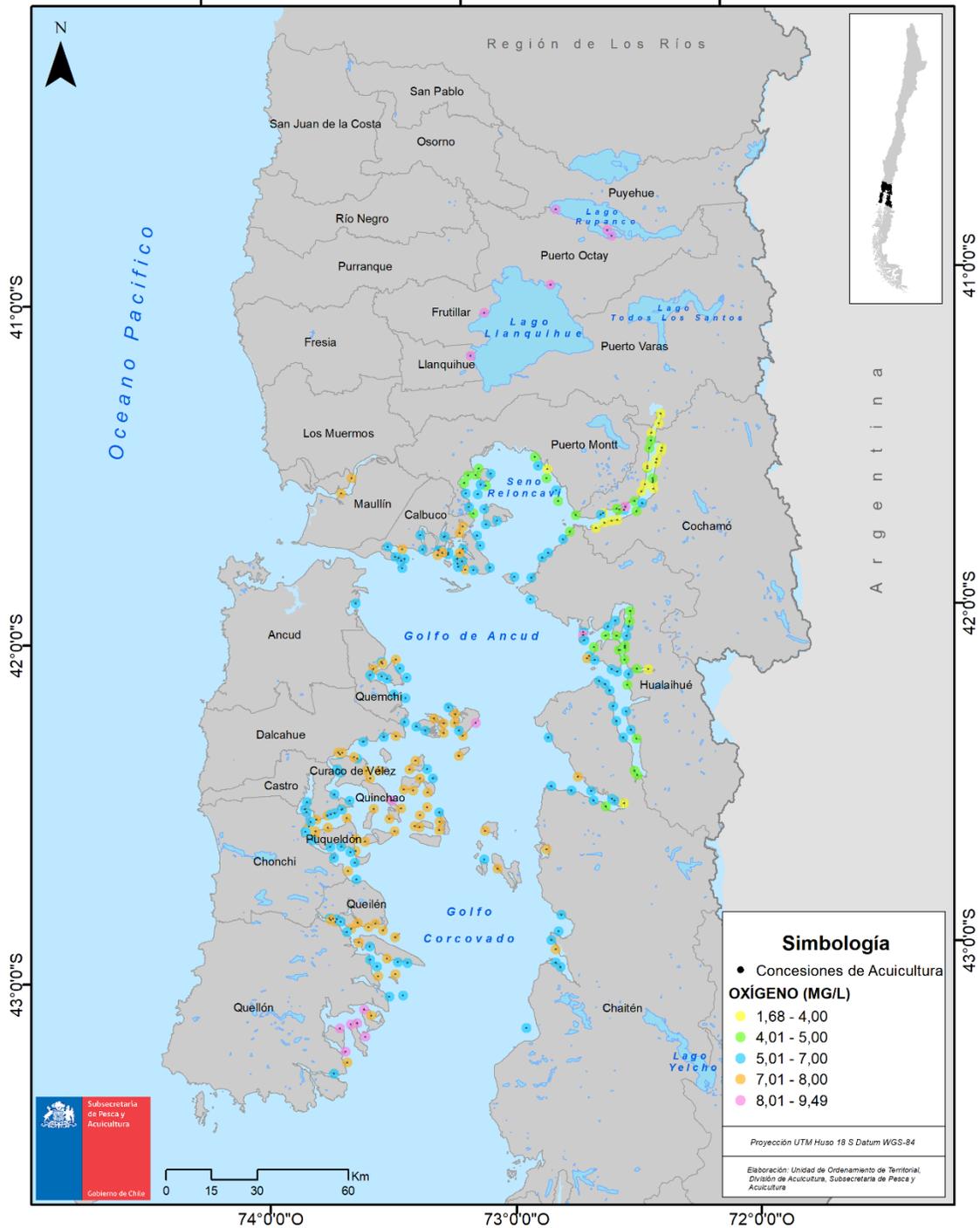
Mapa 31. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2021-2022 (Infra's de 6 centros).

Variable Oxígeno Región de Los Ríos, Período 2021-2022



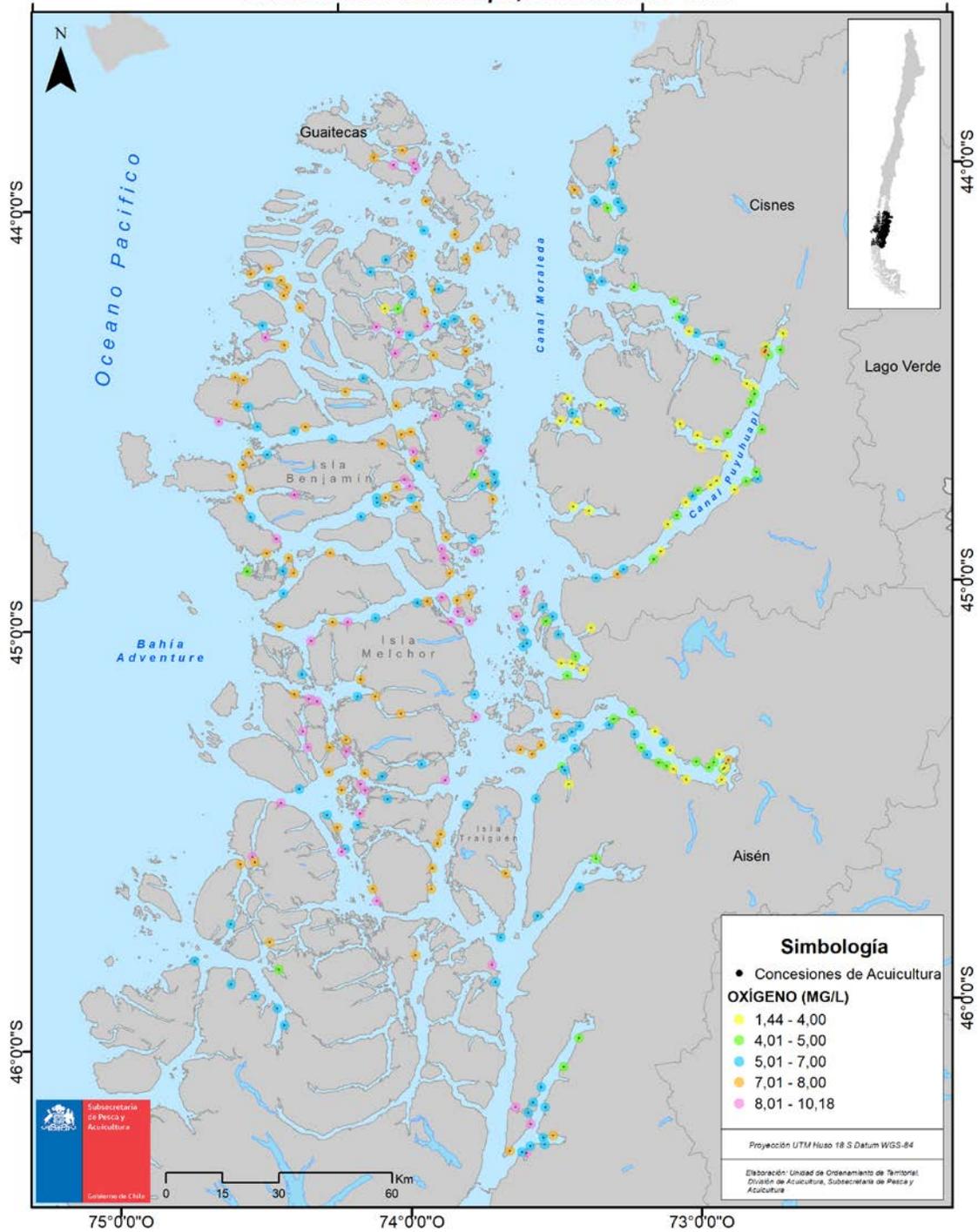
Mapa 32. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Los Ríos, promedio años 2021-2022 (Infas de 4 centros).

Variable Oxígeno Región de Los Lagos, Período 2021-2022



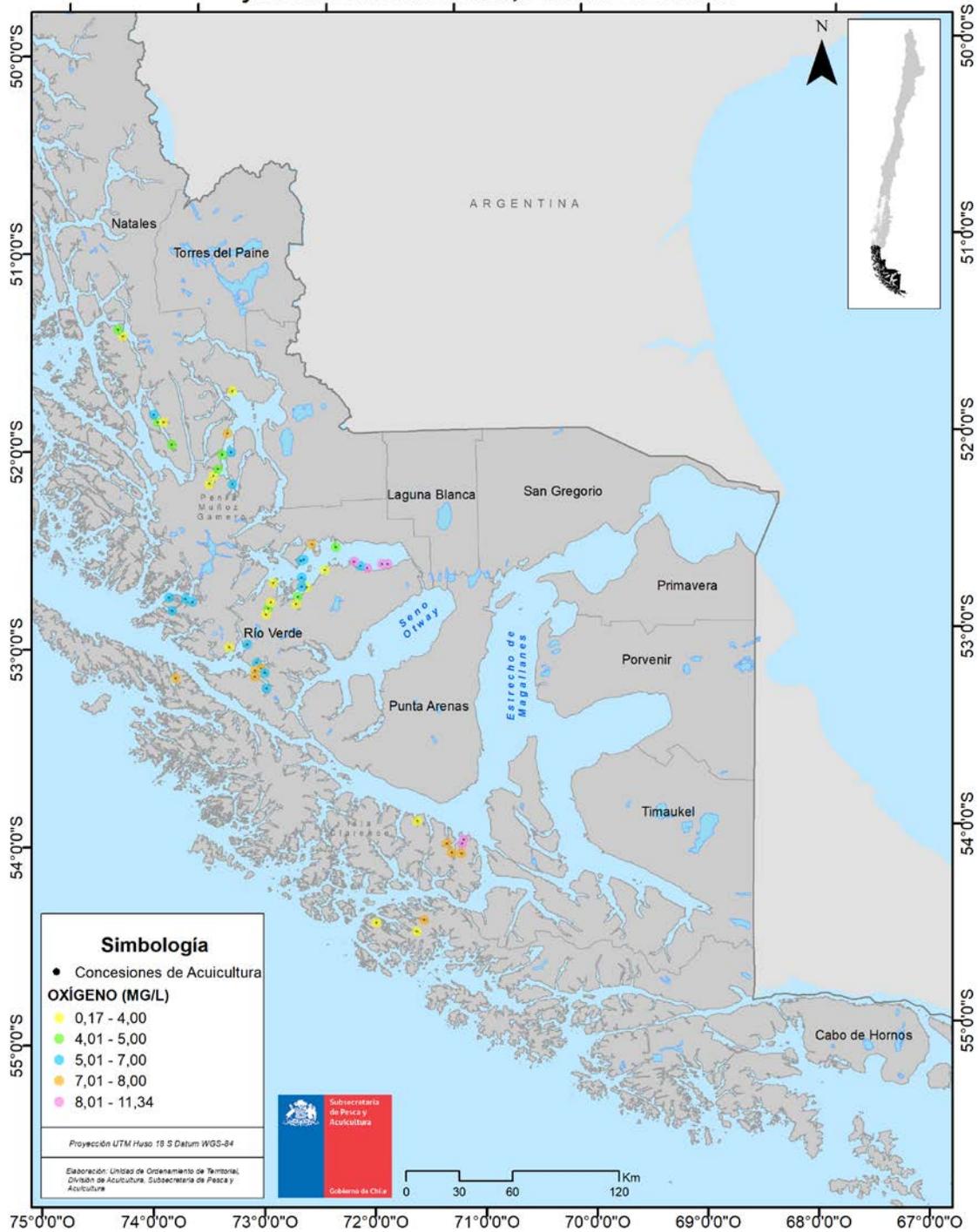
Mapa 33. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Los Lagos, promedio años 2021-2022 ((Infa's de 366 centros).

Variable Oxígeno Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, Período 2021-2022



Mapa 34. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2021-2022 (Infra's de 356 centros).

**Variable Oxígeno Región de Magallanes
y de la Antártica Chilena, Período 2021-2022**



Mapa 35. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2021-2022 (Infa's de 59 centros).