



INFORME AMBIENTAL DE LA ACUICULTURA

Período 2017 a 2018

SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA

Octubre, 2019

TABLA DE CONTENIDOS

<i>1.- INTRODUCCIÓN.....</i>	<i>1</i>
<i>2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACUICULTURA EN CHILE.....</i>	<i>3</i>
<i>3.- REGULACIONES AMBIENTALES DE LA ACUICULTURA EN CHILE.....</i>	<i>10</i>
<i>5.- RESULTADOS INFORME AMBIENTAL.....</i>	<i>15</i>
5.1.- Análisis de Informes Ambientales evaluados	15
5.2.- Análisis Descriptivo de las Variables Ambientales	25
5.2.1.- Materia Orgánica	25
5.2.2.- Potencial Redox	26
5.2.3.- pH	27
5.2.4.- Granulometría.....	29
5.2.5.- Oxígeno	30
<i>6.- DISCUSIÓN.....</i>	<i>32</i>
<i>7.- CONCLUSIONES.....</i>	<i>36</i>
<i>ANEXO I.....</i>	<i>37</i>
<i>ANEXO II.....</i>	<i>45</i>
<i>ANEXO III.....</i>	<i>54</i>

INDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1. Biomasa total en centros de cultivo para los años 2017y 2018, por grupo de especies (Sernapesca, GIA/SIFA 2017-2018).....</i>	<i>4</i>
<i>Gráfico 2. Número de centros con producción para los años 2017 y 2018.....</i>	<i>4</i>
<i>Gráfico 3. Biomasa Total porcentual producida por región para los años 2017y 2018 (en las barras se indica la región y el porcentaje de biomasa total, para todas las regiones).....</i>	<i>5</i>
<i>Gráfico 4. Número de INFAs evaluadas para los años 2017 y 2018.....</i>	<i>15</i>
<i>Gráfico 5. Porcentaje de INFAs por año de estudio para cada región.....</i>	<i>16</i>
<i>Gráfico 6. Porcentaje de INFAs por grupo de especies por año.....</i>	<i>17</i>
<i>Gráfico 7. Porcentaje de INFAs con calificación aeróbica/anaeróbica por año.....</i>	<i>18</i>
<i>Gráfico 8. Porcentaje de INFAs aeróbicas para cada región por año.....</i>	<i>20</i>
<i>Gráfico 9. Porcentaje de INFAs anaeróbicas por región por año.....</i>	<i>20</i>
<i>Gráfico 10. Porcentaje de INFAs aeróbicas por año por grupo de especies.....</i>	<i>22</i>
<i>Gráfico 11. Porcentaje de INFAs anaeróbicas por año por grupo de especies.....</i>	<i>22</i>
<i>Gráfico 12. Porcentaje de INFAs aeróbica por categoría para los años 2017 a 2018.....</i>	<i>23</i>
<i>Gráfico 13. Porcentaje de INFAs anaeróbica por categoría para los años 2017- 2018.....</i>	<i>24</i>
<i>Gráfico 14. Porcentaje promedio de materia orgánica por año y por región.....</i>	<i>26</i>
<i>Gráfico 15. Potencial Redox promedio (mV) por región para cada año de estudio.....</i>	<i>27</i>
<i>Gráfico 16. pH promedio por región para cada año de estudio.....</i>	<i>28</i>
<i>Gráfico 17. Granulometría promedio, expresada como porcentaje de fango, por región y año de estudio... </i>	<i>29</i>
<i>Gráfico 18. Concentración promedio de oxígeno disuelto en mg/L, a 1 metro del fondo por región y año..</i>	<i>31</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Número de centros de cultivo con producción por año según región.</i>	5
<i>Tabla 2. Biomasa total producida en toneladas por año según región.</i>	6
<i>Tabla 3. Biomasa total producida (en toneladas) por año, según las principales especies producidas en los centros de cultivo de Chile.</i>	7
<i>Tabla 4. Porcentaje de biomasa por año, según especies y grupo de especies (algas, moluscos, peces y otros).</i>	8
<i>Tabla 5. Distribución de grupos de especies producidas por año según región.</i>	9
<i>Tabla 6. Periodicidad de entrega de la INFA según tipo de cultivo.</i>	11
<i>Tabla 7. Esquema genérico de los requisitos ambientales de cada categoría de centros de cultivo.</i>	12
<i>Tabla 8. Total de INFAs realizadas por año según región.</i>	15
<i>Tabla 9. Número de INFAs por año según grupo de especies autorizadas.</i>	16
<i>Tabla 10. Número de INFAs por año según categoría.</i>	17
<i>Tabla 11. Variables exigidas en la Información Ambiental y límites de aceptabilidad. (Fuente: Res. (SUBPESCA) N° 3612 de 2009).</i>	18
<i>Tabla 12. Número de INFAs por año según calificación ambiental.</i>	18
<i>Tabla 13. N° de INFAs por región según grupo de especies dentro de cada calificación ambiental.</i>	19
<i>Tabla 14. N° de INFAs según grupo de especies dentro de cada calificación ambiental (2017 y 2018).</i>	21
<i>Tabla 15. Porcentaje de INFAs según grupo de especies (2017 y 2018).</i>	21
<i>Tabla 16. Número de INFAs por categoría según año y calificación ambiental.</i>	23

ÍNDICE DE MAPAS

<i>Mapa 1. Distribución espacial de biomasa en la Región de Atacama, promedio años 2017-2018.....</i>	<i>38</i>
<i>Mapa 2. Distribución espacial de biomasa en la Región de Coquimbo, promedio años 2017-2018.....</i>	<i>39</i>
<i>Mapa 3. Distribución espacial de biomasa en la Región de la Araucanía, promedio años 2017-2018.</i>	<i>40</i>
<i>Mapa 4. Distribución espacial de biomasa en la Región de Los Ríos, promedio años 2017-2018.</i>	<i>41</i>
<i>Mapa 5. Distribución espacial de biomasa en la Región de Los Lagos, promedio años 2017-2018.....</i>	<i>42</i>
<i>Mapa 6. Distribución espacial de biomasa en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2017-2018.....</i>	<i>43</i>
<i>Mapa 7. Distribución espacial de biomasa en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2017-2018.....</i>	<i>44</i>
<i>Mapa 8. Condición ambiental en la Región de Los Ríos según los resultados de la INFA, año 2017.....</i>	<i>46</i>
<i>Mapa 9. Condición ambiental en la Región de Los Ríos según los resultados de la INFA, año 2018.....</i>	<i>47</i>
<i>Mapa 10. Condición ambiental en la Región de Los Lagos según los resultados de la INFA, año 2017.....</i>	<i>48</i>
<i>Mapa 11. Condición ambiental en la Región de Los Lagos según los resultados de la INFA, año 2018.....</i>	<i>49</i>
<i>Mapa 12. Condición ambiental en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo según los resultados de la INFA, año 2017.....</i>	<i>50</i>
<i>Mapa 13. Condición ambiental en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo según los resultados de la INFA, año 2018.....</i>	<i>51</i>
<i>Mapa 14. Condición ambiental en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena según los resultados de la INFA, año 2017.....</i>	<i>52</i>
<i>Mapa 15. Condición ambiental en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena según los resultados de la INFA, año 2018.....</i>	<i>53</i>
<i>Mapa 16. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Los Ríos, promedio años 2017-2018.....</i>	<i>55</i>
<i>Mapa 17. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Los Lagos, promedio años 2017-2018.....</i>	<i>56</i>
<i>Mapa 18. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2017-2018.....</i>	<i>57</i>
<i>Mapa 19. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2017-2018.....</i>	<i>58</i>

<i>Mapa 20. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Los Ríos, promedio años 2017-2018.</i>	59
<i>Mapa 21. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Los Lagos, promedio años 2017-2018.</i>	60
<i>Mapa 22. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2017-2018.</i>	61
<i>Mapa 23. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2017-2018.</i>	62
<i>Mapa 24. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Los Ríos, promedio años 2017-2018.</i>	63
<i>Mapa 25. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Los Lagos, promedio años 2017-2018.</i>	64
<i>Mapa 26. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2017-2018.</i>	65
<i>Mapa 27. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2017-2018.</i>	66
<i>Mapa 28. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región Los Ríos, promedio años 2017-2018.</i>	67
<i>Mapa 29. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región Los Lagos, promedio años 2017-2018.</i>	68
<i>Mapa 30. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2017-2018.</i>	69
<i>Mapa 31. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2017-2018.</i>	70
<i>Mapa 32. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Los Ríos, promedio años 2017-2018.</i>	71
<i>Mapa 33. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Los Lagos, promedio años 2017-2018.</i>	72
<i>Mapa 34. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2017-2018.</i>	73
<i>Mapa 35. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2017-2018.</i>	74

1.- INTRODUCCIÓN

Desde la Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano en el año 1972, los países firmantes, incluido nuestro país, han 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 así la sustentabilidad de la industria.

En el caso de la Acuicultura, esta sustentabilidad ha sido el principio que ha guiado los esfuerzos del país, así la Política Nacional de Acuicultura (PNA) establece como su 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. De esta forma se establecen las bases para la dictación de D.S. (MINECOM) N° 320 de 1991, Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA) el cual viene a establecer las pautas para el desarrollo ambientalmente sustentable de esta actividad y 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 a las especificaciones de la Resolución acompañante del RAMA (Resol (SSP) N° 3612 de 2009).

Por otra parte, el artículo 20° del RAMA establece la obligatoriedad de dar a conocer en un informe bianual el estado ambiental de la acuicultura. Así, el presente informe se enmarca en el análisis sectorial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca) sobre el impacto que esta actividad tiene sobre el medio ambiente, cuál ha sido la normativa aplicada y qué resultados han generado estas medidas.

Este informe contiene la información ambiental recopilada entre los años 2017 y 2018, proporcionada por los titulares de los centros de cultivo y evaluados 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 y evaluación ambiental, 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 y Magallanes.

2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACUICULTURA EN CHILE

La acuicultura en nuestro país se ha consolidado durante las últimas décadas, de la mano de especies nativas e introducidas, tales como: salmón y trucha, en el caso de los peces; choritos, cholgas y choros, en los moluscos; pelillo y en el último tiempo huiro en el caso de las macroalgas; así como otras especies como abalón, ostión, ostras, etc. Durante los últimos años, la producción acuícola nacional se ha mantenido relativamente constante, siendo los salmónidos y mitílidos las principales especies cultivadas en nuestro país, concentrándose los mayores volúmenes de producción en las regiones de Los Lagos y la región de Magallanes y la Antártica Chilena.

Para los propósitos del presente informe, se expresa la “producción de los centros de cultivo” como la “biomasa total” 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), etc, es decir, toda la biomasa que estuvo físicamente en el centro durante un año calendario.

La “biomasa total” entre los años 2017 al 2018, alcanzó un valor superior a las 2.100.000 toneladas para ambos años (Gráfico 1). Este concepto de “biomasa total”, 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 2017 a 2018.

Respecto al número de centros con producción, se observa un promedio de 1.952 para los 2 años de estudio (Gráfico 2), en estos se incluyen concesiones de acuicultura de mar y playa. En cuanto a la distribución por región, es de notar que la región de Los Lagos concentra el mayor número de centros, seguida por las regiones de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena (Tabla 1). Es importante destacar el número de centros con producción que existen en la Araucanía, que corresponde íntegramente a concesiones de moluscos y toma un lugar relevante, incluso por encima de regiones con más historia de actividad acuícola, como son las regiones de Atacama y Coquimbo.

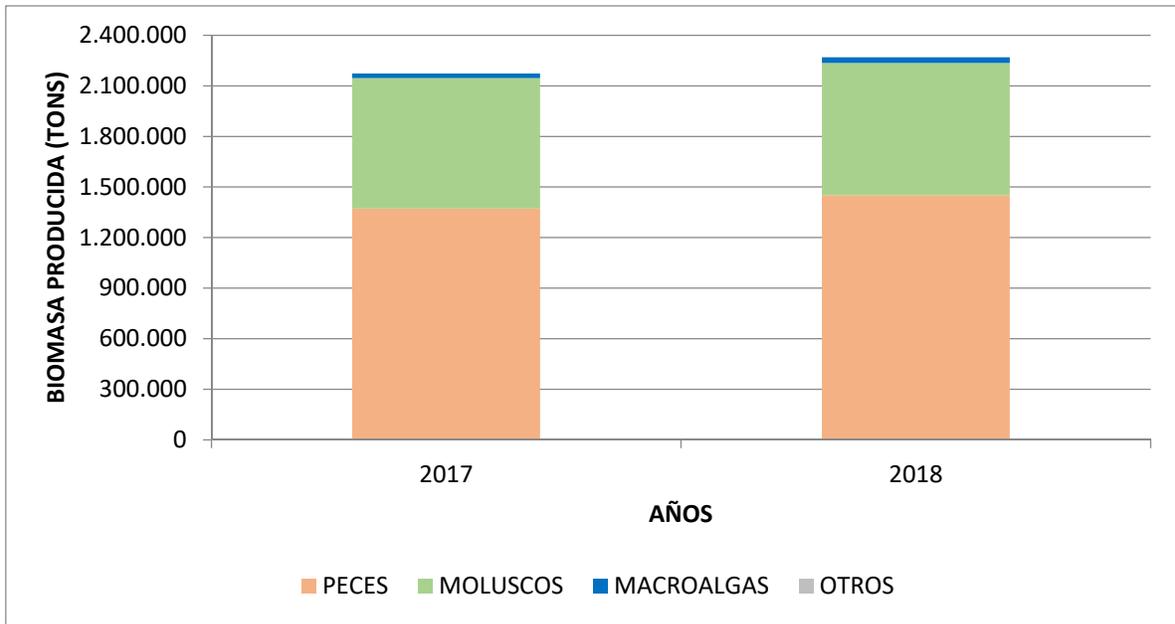


Gráfico 1. Biomasa total en centros de cultivo para los años 2017y 2018, por grupo de especies (Sernapesca, GIA/SIFA 2017-2018).

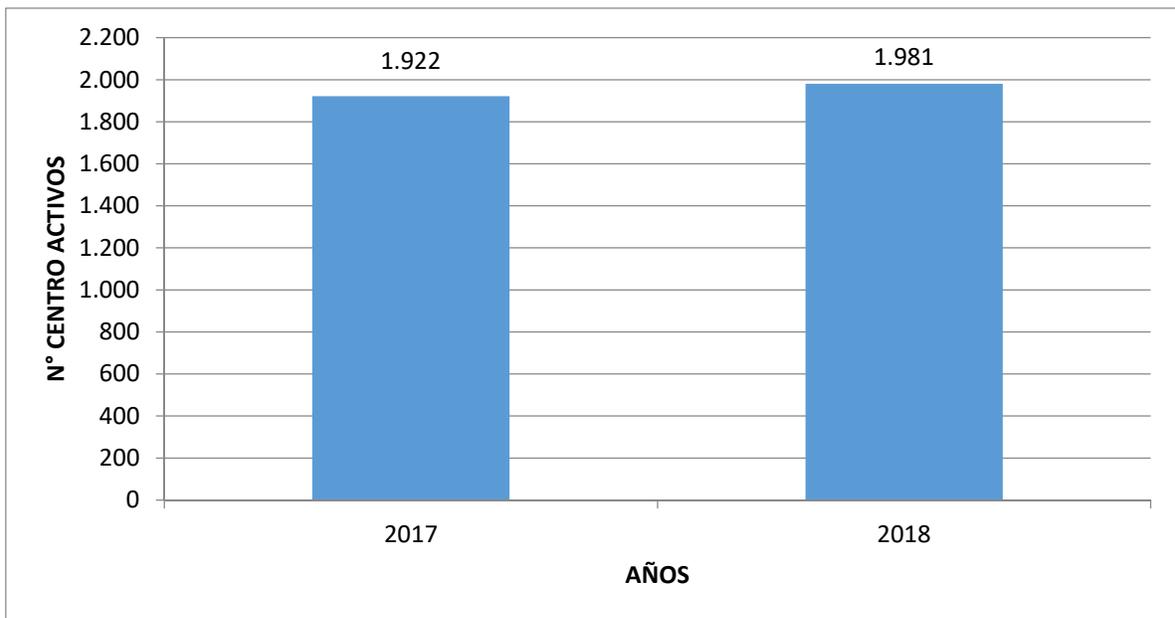


Gráfico 2. Número de centros con producción para los años 2017 y 2018.

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

Región	2017	2018
Tarapacá	2	3
Antofagasta	4	4
Atacama	45	37
Coquimbo	41	40
Valparaíso	2	1
Libertador Bernardo O'Higgins	1	1
Bio Bío	5	5
La Araucanía	44	51
Los Ríos	19	20
Los Lagos	1.486	1.513
Aysén del Genera Carlos Ibañez del Campo	219	241
Magallanes y la Antártica Chilena	54	65
Total	1.922	1.981

La distribución espacial de la biomasa total se concentró principalmente en la zona sur del territorio nacional, encontrando entre las regiones de Los Lagos a Magallanes y la Antártica Chilena la mayor producción acuícola del país, con valores cercanos al 98% en ambos años (Gráfico 3). 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 Ibañez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena).

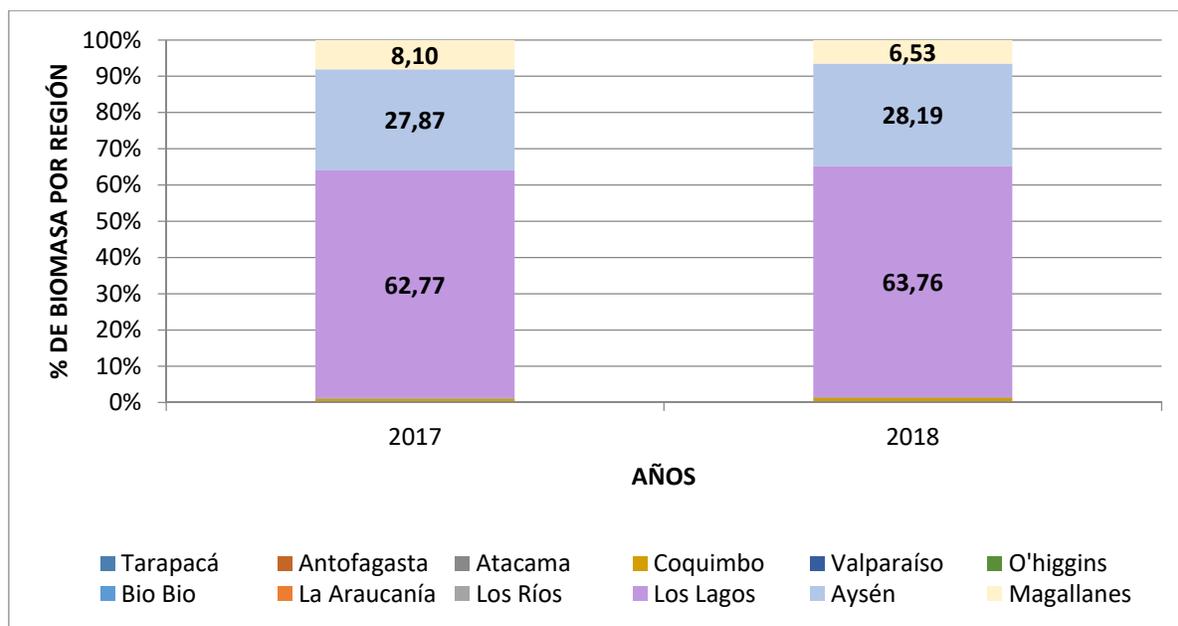


Gráfico 3. Biomasa Total porcentual producida por región para los años 2017 y 2018 (en las barras se indica la región y el porcentaje de biomasa total, para todas las regiones).

La región que más biomasa total produjo en el periodo 2017-2018 es Los Lagos, abarcando el 63,28% de la producción nacional, seguida por la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo con un 28,04% y Magallanes y la Antártica Chilena con un 7,30%. En la zona norte del país, las regiones más importantes en cuanto a producción son las regiones de Coquimbo con un 0,92% y Atacama con un 0,14% (Tabla 2).

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

Región	2017	2018	% (2017-2018)
Tarapacá	1,70	1,46	0,00
Antofagasta	1.272,57	2.210,46	0,08
Atacama	3.124,77	2.961,25	0,14
Coquimbo	17.679,15	23.191,91	0,92
Valparaíso	19,27	16,00	0,00
O'Higgins	0,52	3,70	0,00
Bio Bío	185,64	162,24	0,01
La Araucanía	1.221,52	990,02	0,05
Los Ríos	3.913,83	4.744,46	0,19
Los Lagos	1.364.309,04	1.447.078,27	63,28
Aysén	605.907,59	639.798,07	28,04
Magallanes	176.024,15	148.256,23	7,30
Total	2.173.659,76	2.269.414,08	100

Las regiones restantes aportaron menos del 0,33% a la biomasa total producida anualmente en el país. Esta diferencia se puede explicar por la diferencia en el número de centros que operan y por las producciones máximas autorizadas.

La Tabla 3 presenta la biomasa total producida de las principales especies cultivadas y en la Tabla 4 sus respectivos porcentajes. En el caso de las algas, las especies que dan cuenta prácticamente del 100% de su biomasa total son el pelillo y el huiro, no obstante, también se registra el luche y la luga negra en menor medida.

Para los moluscos, las principales especies producidas corresponden al grupo de los mitílidos, primordialmente el chorito, que, para ambos años, muestra las máximas biomásas producidas, incluso aumentando su valor del 2017 al 2018 (Tabla 3). Otra especie que muestra una importante producción es el ostión del norte, el cual presenta una biomasa producida de 0,73% para el año 2017 y 0,95% para el año 2018 (Tabla 4).

Finalmente, en el caso de los peces, las especies de salmón atlántico, plateado y trucha arcoíris abarcaron prácticamente el 100% de la biomasa total para el periodo 2017- 2018 (Tabla 4). Sin embargo, es destacable la aparición de biomasa total de la corvina dentro de las especies de peces declaradas.

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

Especies	2017	2018
MACROALGAS	27.580,98	33.362,47
HUIRO	406,05	408,83
LUCHE	0,01	0,01
LUGA NEGRA O CRESPA		8,85
PELILLO	27.174,92	32.944,79
MOLUSCOS	773.835,72	784.728,43
ABALON ROJO	1.281,16	1.557,92
ALMEJA		0,09
CHOCHA	0,20	
CHOLGA	6.673,71	7.132,92
CHORITO	742.586,95	747.929,11
CHORO	6.315,84	5.210,39
HUEPO O NAVAJA DE MAR		0,02
OSTION DEL NORTE	15.779,02	21.649,69
OSTION DEL SUR	10,87	
OSTRA CHILENA	957,99	975,79
OSTRA DEL PACIFICO	229,78	271,48
PIURE	0,00	1,00
OTROS	0,03	0,04
ERIZO	0,03	0,04
PECES	1.372.243,03	1.451.323,14
CORVINA	0,00	0,41
ESTURION BLANCO	2,00	
SALMON CEREZA	0,00	0,00
SALMON DEL ATLANTICO	1.036.138,64	1.103.109,83
SALMON PLATEADO O COHO	224.188,13	226.787,81
TRUCHA ARCOIRIS	111.913,37	121.425,09
Total	2.173.659,76	2.269.414,08

Se observa que el porcentaje de los grupos que representaron el 99,9% de la biomasa total en Chile, estos son en orden decreciente, peces, moluscos y macroalgas (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentaje de biomasa por año, según especies y grupo de especies (algas, moluscos, peces y otros).

Especies	2017	2018
MACROALGAS	1,27	1,47
HUIRO	0,02	0,02
LUCHE	0,00	0,00
LUGA NEGRA O CRESPA	0,00	0,00
PELILLO	1,25	1,45
MOLUSCOS	35,60	34,58
ABALON ROJO	0,06	0,07
ALMEJA	0,00	0,00
CHOCHA	0,00	0,00
CHOLGA	0,31	0,31
CHORITO	34,16	32,96
CHORO	0,29	0,23
HUEPO O NAVAJA DE MAR	0,00	0,00
OSTION DEL NORTE	0,73	0,95
OSTION DEL SUR	0,00	0,00
OSTRA CHILENA	0,04	0,04
OSTRA DEL PACIFICO	0,01	0,01
PIURE	0,00	0,00
OTROS	0,00	0,00
ERIZO	0,00	0,00
PECES	63,13	63,95
CORVINA	0,00	0,00
ESTURION BLANCO	0,00	0,00
SALMON CEREZA	0,00	0,00
SALMON DEL ATLANTICO	47,67	48,61
SALMON PLATEADO O COHO	10,31	9,99
TRUCHA ARCOIRIS	5,15	5,35
Total	100	100

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, de esta forma la región de Los Ríos puede considerarse como una región de transición, ya que durante los años 2017 y 2018 los cultivos de peces, superaron 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

estudio, 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 sólo se cultivaron salmónidos. En la región de Magallanes y la Antártica Chilena aparecen nuevamente cultivos de moluscos, aunque la región produce principalmente peces (salmónidos) (Tabla 5).

Tabla 5. Distribución de grupos de especies producidas por año según región.

Región	Especies	2017	2018
Tarapacá	MOLUSCOS	1,70	1,46
Antofagasta	MACROALGAS	1.135,69	2.067,76
Antofagasta	MOLUSCOS	136,88	142,70
Atacama	MACROALGAS	2.126,45	1.739,04
Atacama	MOLUSCOS	997,94	1.221,80
Atacama	PECES	0,38	0,41
Coquimbo	MACROALGAS	2.932,36	2.767,52
Coquimbo	MOLUSCOS	14.746,77	20.424,36
Coquimbo	OTROS	0,03	0,04
Valparaíso	MACROALGAS	18,67	16,00
Valparaíso	MOLUSCOS	0,60	
O'Higgins	MOLUSCOS	0,52	3,70
Bio Bío	MACROALGAS	175,67	144,37
Bio Bío	MOLUSCOS	9,98	17,87
Araucanía	MOLUSCOS	1.221,52	990,02
Los Ríos	MACROALGAS	258,53	127,00
Los Ríos	MOLUSCOS	431,23	323,09
Los Ríos	PECES	3.224,07	4.294,37
Los Lagos	MACROALGAS	20.933,62	26.500,79
Los Lagos	MOLUSCOS	755.968,52	761.275,95
Los Lagos	PECES	587.406,91	659.301,53
Aysén	PECES	605.907,59	639.798,07
Magallanes	MOLUSCOS	320,07	327,47
Magallanes	PECES	175.704,08	147.928,76
Total		2.173.659,76	2.269.414,08

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 y a la evolución del conocimiento y de los diversos tipos de centros de cultivo existentes en el país. Todo ello ha permitido unificar criterios específicos y generales, tanto de la operación de los centros de cultivo, como de la evaluación de la condición ambiental de los fondos marinos 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 marino, poseer y aplicar planes de acción ante contingencias (PAC) en cada centro de cultivo (PAC individual) y por agrupación de centros de cultivo (PAC grupal), 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 instaura la prohibición de utilizar como elementos de flotación, aquellos que desprendan materiales que los componen, entre otros. Se establece 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 debe mantener o no, los centros de cultivo respecto de otros. Se establece la exigencia de contar con equipamiento de capacidad mínima definida para el tratamiento de la mortalidad en centros de cultivo de salmones, y se fijan restricciones para solicitudes de ampliaciones de producción de centros de cultivo de salmones.

En el reglamento vigente se establece que los proyectos de acuicultura (concesiones de acuicultura), deben presentar la 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 realizará el seguimiento de la condición ambiental del área de operación mediante la elaboración de un Informe Ambiental o INFA. La oportunidad en la que se debe realizar la INFA depende del tipo o etapa de cultivo que se esté desarrollando (Tabla 6).

Tabla 6. 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 Resolución Subpesca N° 3612/2009.

Tanto los resultados de la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) como de los Informes Ambientales (INFA), son determinantes al momento de permitir que un 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 que 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 la INFA negativa, se prohíbe el ingreso de ejemplares para el ciclo productivo siguiente, hasta que, mediante la elaboración de otra INFA, se acredite que se ha retornado a la condición aeróbica deseada.

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 a través del tiempo (Res. N° 2656/2014; Res. N° 1508/2014; Res. N° 3591/2015; Res. N° 2867/2016; Res. N° 660/201 y Res. N° 3002/2018), la cual en términos generales clasifica los centros de cultivo en diversas categorías, considerando las características oceanográficas y de fondo que estuvieren presentes en el área del centro de cultivo, así como la producción autorizada en cada caso. 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 (Tabla 7).

Tabla 7. Esquema genérico de los requisitos ambientales de cada categoría de centros de cultivo.

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.

4.- METODOLOGÍA

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

Cabe mencionar 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 correspondiente, 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 2017 y 2018, 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.

Cabe señalar que, de acuerdo al informe emitido por la Contraloría General de la República, emanado a raíz de la auditoría efectuada a esta Subsecretaría de Pesca y Acuicultura el año 2016, las INFAs de aquellos centros de cultivo que se encuentren operando fuera del sector concesionado, no serán válidas para efectos ambientales.

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 2017 y 2018, 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 10.1. 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 INFORME AMBIENTAL

Para el período de análisis año 2017 al 2018, se revisaron un total de 640 INFAs. En este caso, se observa un aumento del número de INFAs presentadas de un año a otro, lo que muestra un cambio en la tendencia que venía presentándose en el anterior informe bienal. (Gráfico 4).

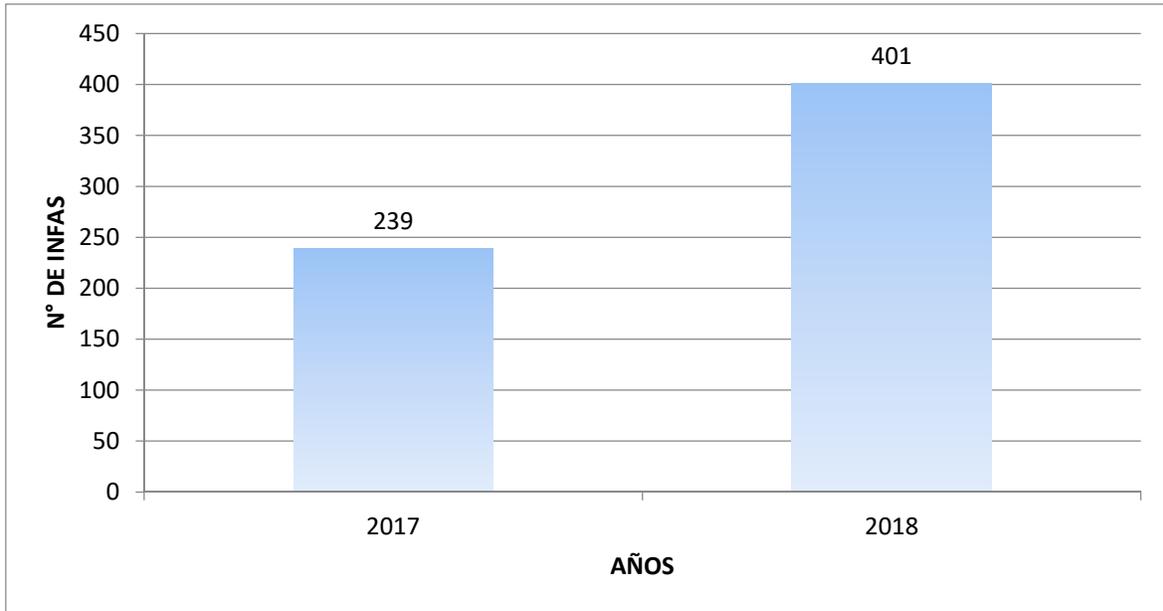


Gráfico 4. Número de INFAs evaluadas para los años 2017 y 2018.

5.1.- Análisis de Informes Ambientales evaluados

En la Tabla 8 se puede observar que en el período analizado sólo se presentaron INFAs en las regiones de Coquimbo, Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena.

Respecto a la distribución por región, se observa que Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo son las regiones que acumularon el mayor número de INFAs en el periodo.

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

Región	2017	2018	Total
Coquimbo		1	1
Los Ríos	3	3	6
Los Lagos	126	258	384
Aysén	88	119	207
Magallanes	22	20	42
Total	239	401	640

De la tabla anterior, se puede apreciar un aumento significativo en el número de INFAs al comparar el año 2018 respecto del año anterior, este aumento está explicado principalmente por las regiones de Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. En el caso de la región de Los Lagos se duplicó el número de INFAs de un año a otro y, en el caso de la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo se aprecia un aumento. Para la región de Magallanes y la Antártica Chilena se observa una disminución de un año a otro.

Se observa que el 90% de las INFAs que fueron realizadas durante este periodo corresponden a centros de cultivo ubicados en las regiones de Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo (Gráfico 5).

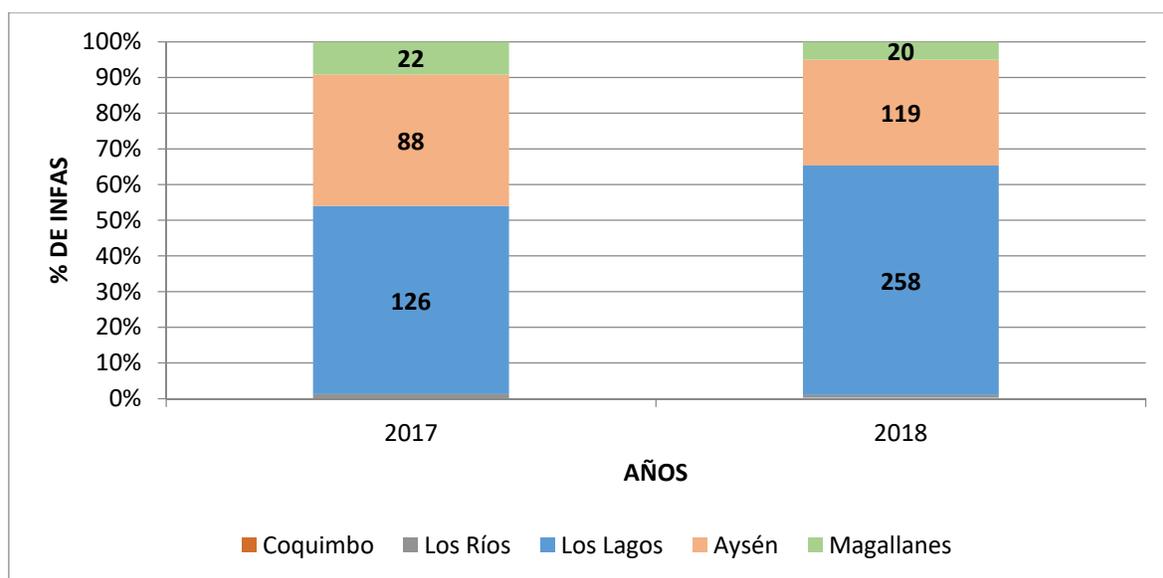


Gráfico 5. Porcentaje de INFAs por año de estudio para cada región.

Respecto a los grupos de especies, destacaron los peces y moluscos en las INFAs realizadas para los años analizados, sin embargo, a diferencia de otros años, es posible observar informes provenientes de concesiones autorizadas para distintos tipos de especies (mixtos) (Tabla 9 y Gráfico 6).

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

Grupo especies	2017	2018	Total
MOLUSCOS		137	137
PECES	225	251	476
MACROALGAS	2		2
MIXTO MOLUSCOS MACROALGAS		3	3
MIXTO PECES MOLUSCOS	11	9	20
MIXTO PECES MACROALGAS	1	1	2
Total	239	401	640

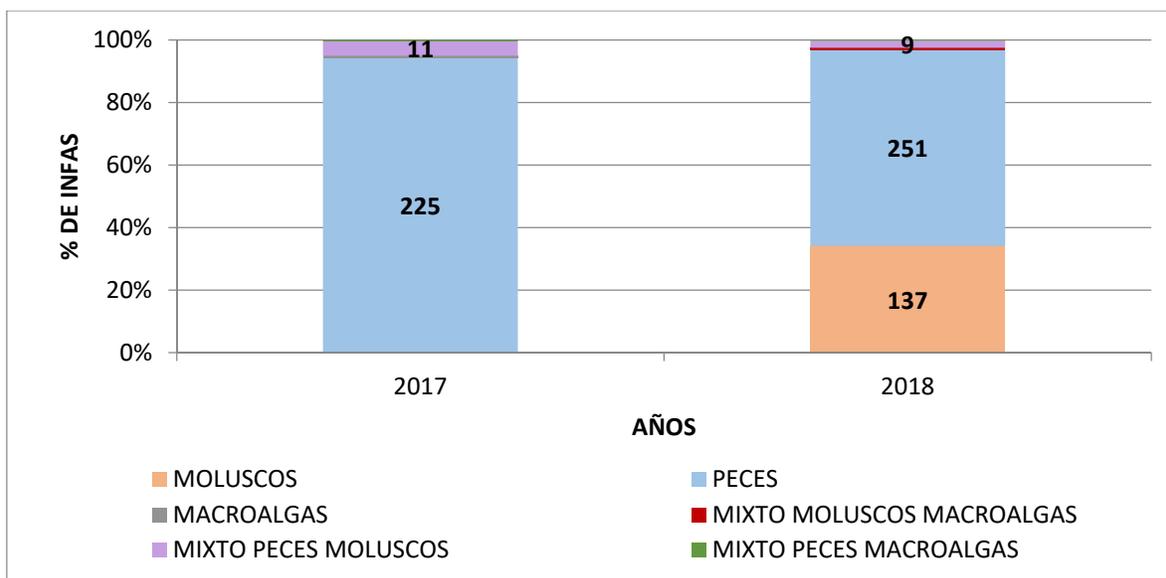


Gráfico 6. Porcentaje de INFAs por grupo de especies por año.

Las INFAs del período se dividieron en sus respectivas categorías individuales o mixtas (más de una para un centro), así, respecto al número de INFAs por categoría, se observó que en 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 4-5 y 3-5. Estas categorías son responsables del 90,9% de las INFAs realizadas en el período de estudio, destacando además que estas categorías corresponden a la mayoría de los centros de cultivo que deben presentar INFA (Tabla 10).

Tabla 10. Número de INFAs por año según categoría.

Categoría	2017	2018	Total
Categoría 1	2	13	15
Categoría 2		20	20
Categoría 3	60	116	176
Categoría 4	13	27	40
Categoría 5	102	139	241
Categoría 6	1	9	10
Categoría 7	4	2	6
Categoría 3 y 4	4	1	5
Categoría 3, 4 y 5		2	2
Categoría 3 y 5	20	42	62
Categoría 4 y 5	33	30	63
Total	239	401	640

Respecto a la calificación 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 y límites de aceptabilidad. (Fuente: Res. (SUBPESCA) N° 3612 de 2009).

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 periodo de estudio se observa, que el número de INFAs con calificación aeróbica es mayor a las que resultaron anaeróbicas (77,41 % y 85,29% para el 2017 y 2018, respectivamente) (Tabla 12 y Gráfico 7).

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

Calificación	2017	2018	Total
Aeróbica	185	342	527
Anaeróbica	54	59	113
Total	239	401	640

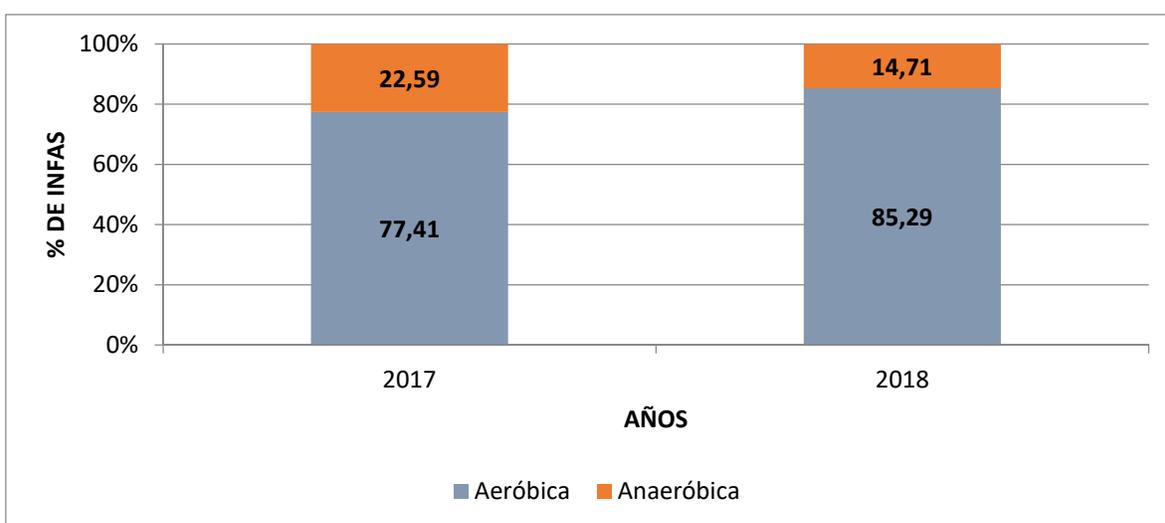


Gráfico 7. Porcentaje de INFAs con calificación aeróbica/anaeróbica por año.

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. Esto está dado, como se había mencionado anteriormente, al tener la mayor proporción de concesiones, con categorías que requieren la entrega de INFAs, ya que el cultivo de especies por producción autorizada y tipo de cultivo (extensivo o intensivo), amerita esta información. Cabe destacar, que la región de Coquimbo presentó sólo una INFA en el periodo señalado.

Tabla 13. N° de INFAs por región según grupo de especies dentro de cada calificación ambiental.

Calificación	Coquimbo	Los Ríos	Los Lagos	Aysén	Magallanes	Total
Aeróbica	1	6	351	141	28	527
2017		3	109	60	13	185
2018	1	3	242	81	15	342
Anaeróbica			33	66	14	113
2017			17	28	9	54
2018			16	38	5	59
Total	1	6	385	207	41	640

Respecto de las INFAs aeróbicas registradas, se observa un mayor porcentaje en las regiones de Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, con un valor de 91,35% de los resultados para el año 2017 y de 94,4% para el año 2018 (Gráfico 8). Por otro lado, cabe destacar que las INFAs con calificación anaeróbica (Gráfico 9) para la región de Magallanes y la Antártica Chilena tuvo una variación significativa en sus resultados, disminuyendo a la mitad el porcentaje de INFAs anaeróbicas de un año a otro, en cambio, la región de Los Lagos no tuvo una variación significativa durante los años analizados. Se puede apreciar, que tanto para el año 2017 como para el año 2018, el mayor porcentaje de centros con condiciones anaeróbicas se encuentra en la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, incrementando su valor al 2018.

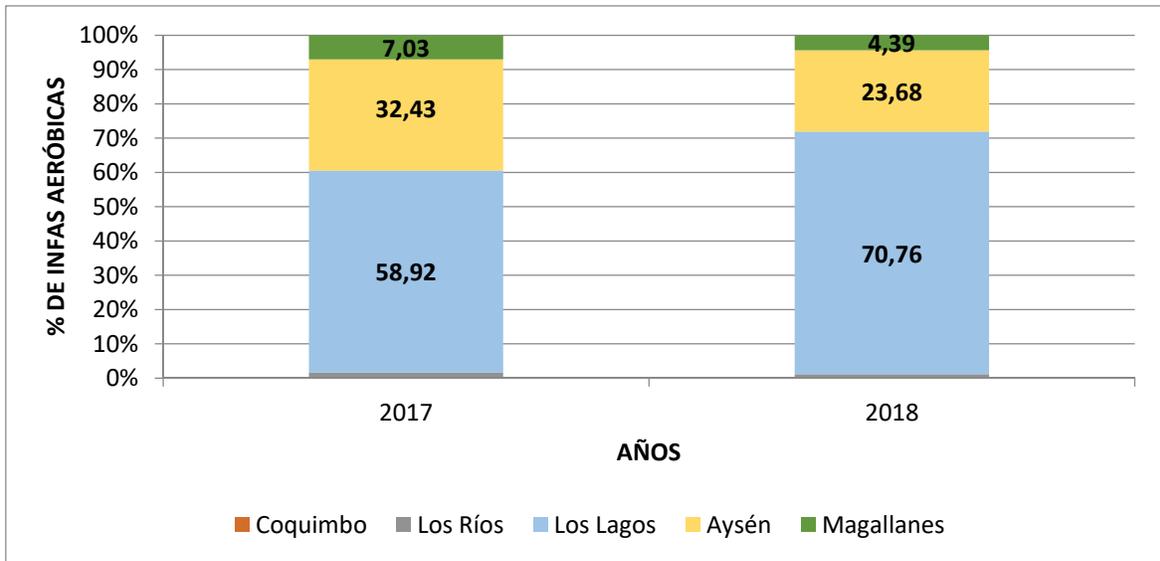


Gráfico 8. Porcentaje de INFAs aeróbicas para cada región por año.

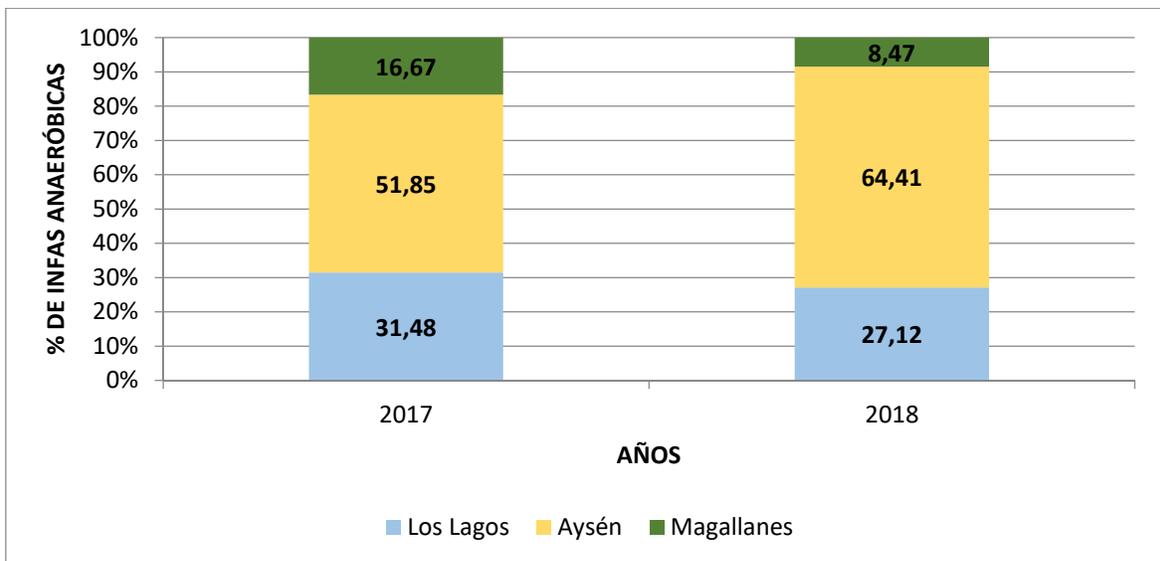


Gráfico 9. Porcentaje de INFAs anaeróbicas por región por año.

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).

Tabla 14. N° de INFAs según grupo de especies dentro de cada calificación ambiental (2017 y 2018).

Calificación	Coquimbo	Los Ríos	Los Lagos	Aysén	Magallanes	Total
Aeróbica	1	6	352	141	27	527
MACROALGAS			2			2
MIXTO MOLUSCOS MACROALGAS			3			3
MIXTO PECES MACROALGAS		1	1			2
MIXTO PECES MOLUSCOS			17			17
MOLUSCOS	1		131			132
PECES		5	197	141	28	371
Anaeróbica			33	66	14	113
MIXTO PECES MOLUSCOS			3			3
MOLUSCOS			5			5
PECES			25	66	14	105
Total	1	6	384	207	42	640

En tanto, al revisar la distribución porcentual de INFAs por grupo de especie para cada año, se visualiza que para el año 2017, el grupo de peces representa casi el 94% de las INFAs aeróbica, mientras que el año 2018 su representación baja a un 57,89%. Para el caso de los moluscos, el año 2017 no presentaron INFAs, situación que cambia el 2018 llegando a ser su representación de un 38,60% respecto del total en dicho año, (Tabla 15; Gráfico 10).

En el caso de las INFAs anaeróbicas, la distribución porcentual por año muestra para el 2017 que el 96% correspondían al grupo peces, esto debido fundamentalmente a que los demás grupos no presentaron INFAs. Para el año 2018 se presentan INFAs anaeróbicas para otros grupos, no obstante, el grupo peces mantiene el mayor porcentaje 89,83% (Tabla 15; Gráfico 11). No obstante lo señalado, no debe perderse de vista que el porcentaje de INFAs anaeróbicas no supera el 22% el 2017 y el 13% del total de INFAs presentadas.

Tabla 15. Porcentaje de INFAs según grupo de especies (2017 y 2018).

% INFAS AERÓRIBAS	2017	2018
MACROALGAS	1,08	
MIXTO MOLUSCOS MACROALGAS		0,88
MIXTO PECES MACROALGAS	0,54	0,29
MIXTO PECES MOLUSCOS	4,86	2,34
MOLUSCOS	0,00	38,60
PECES	93,51	57,89
% INFAS ANAEROBICAS	2017	2018
MIXTO PECES MOLUSCOS	3,70	1,69
MOLUSCOS	0,00	8,47
PECES	96,30	89,83

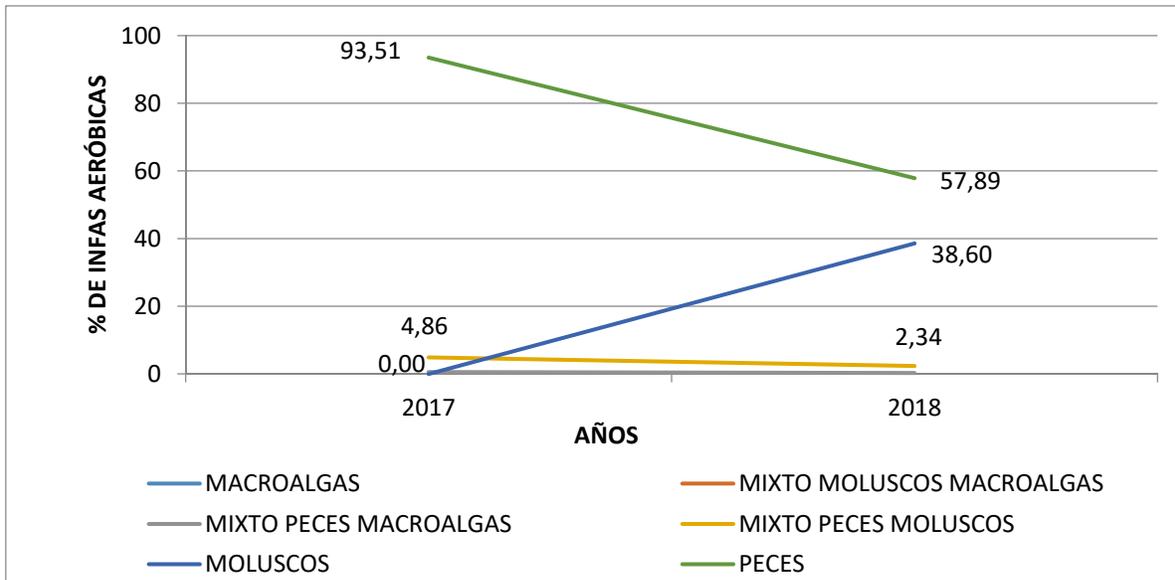


Gráfico 10. Porcentaje de INFAs aeróbicas por año por grupo de especies.

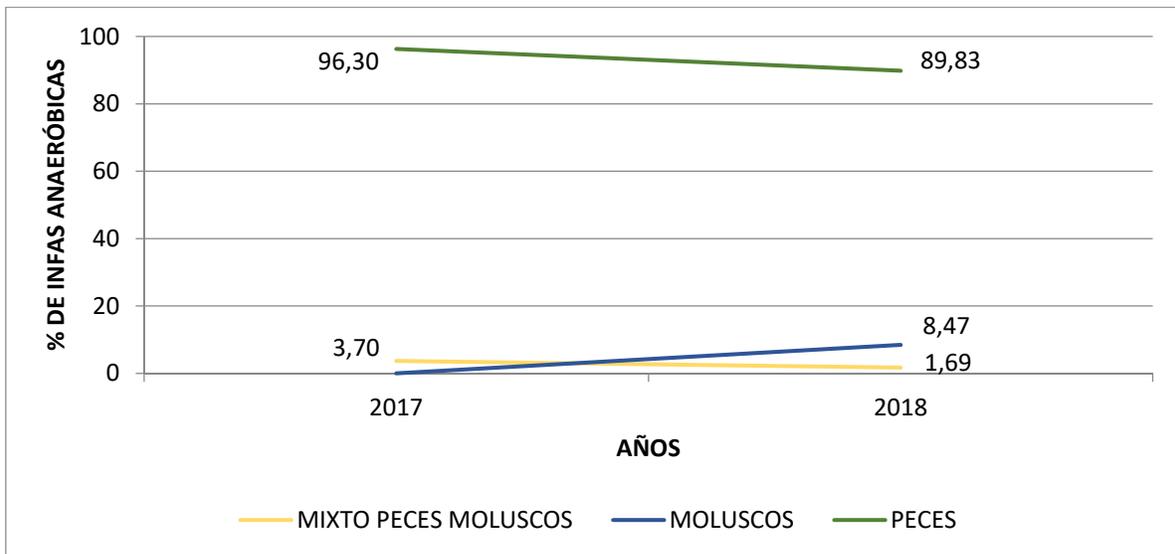


Gráfico 11. Porcentaje de INFAs anaeróbicas por año por grupo de especies.

Desde el punto de vista de las categorías RAMA de cada centro, las concesiones con mayor número de INFAs aeróbicas, corresponden a las categorías 5 y 3, seguidos por la categoría mixta 3 y 5, 4 y 5, y la categoría 2 (Tabla 15). En el caso de las anaeróbicas, las principales categorías que mostraron dicha condición son la mixta 4 y 5, seguidas de las categorías 4 y 3.

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

Calificación	1	2	3	4	5	6	7	3 y 4	3 y 5	4 y 5	3, 4 y 5	Total
Aeróbica	14	20	156	9	233	10	4	3	54	24		527
2017	2		53		95	1	3	2	15	14		185
2018	12	20	103	9	138	9	1	1	39	10		342
Anaeróbica	1		20	31	8		2	2	8	39	2	113
2017			7	13	7		1	2	5	19		54
2018	1		13	18	1		1		3	20	2	59
Total	15	20	176	40	241	10	6	5	62	63	2	640

Se puede apreciar que las categorías 5 y 3 (Gráficos 12 y 13), son las más representativas, obteniendo en conjunto alrededor del 80% y 70% 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, seguido de la categoría 4 y de la categoría 3.

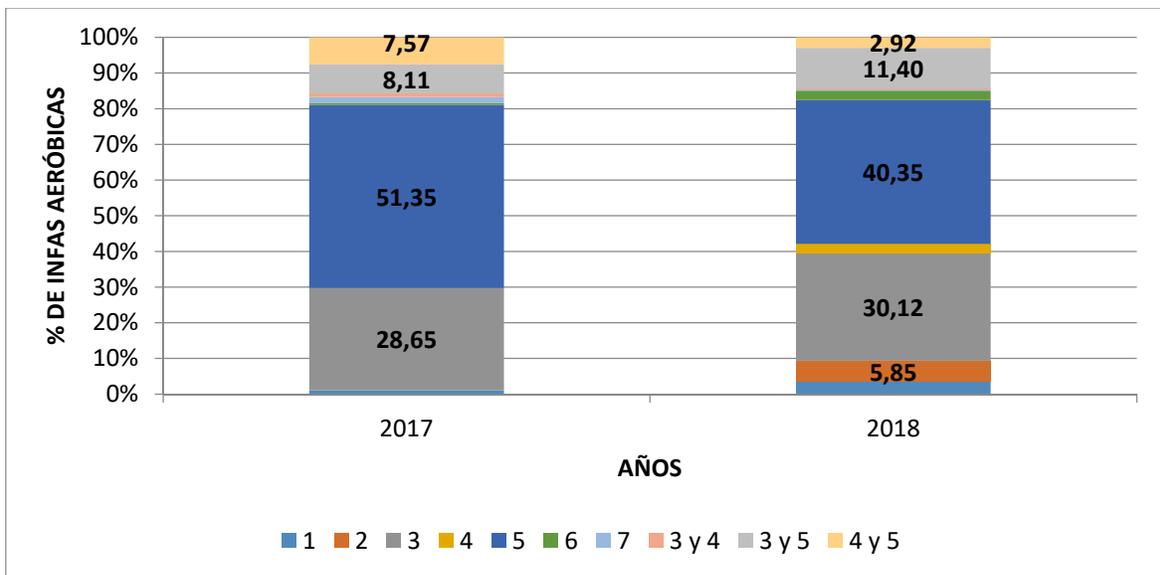


Gráfico 12. Porcentaje de INFAs aeróbica por categoría para los años 2017 a 2018.

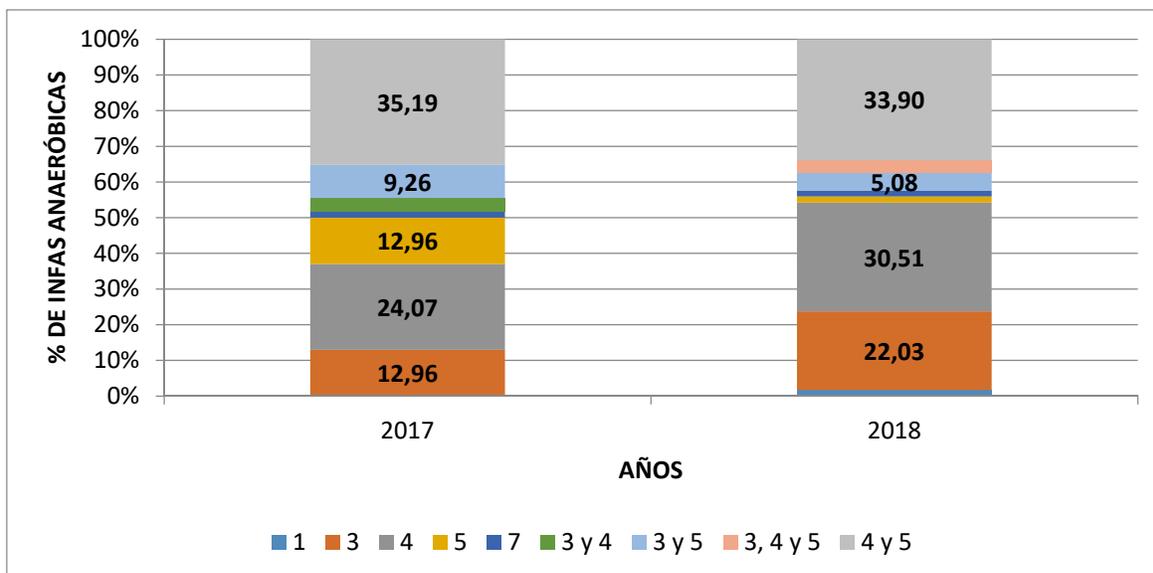


Gráfico 13. Porcentaje de INFAs anaeróbica por categoría para los años 2017- 2018.

5.2- Análisis Descriptivo de las Variables Ambientales

Continuando con la línea descriptiva del informe ambiental, correspondiente al período 2017-2018, 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.

No se incluyeron los mapas de pH, redox, granulometría y oxígeno para la región de Coquimbo en el año 2018, dado que la INFA presentada en dicho año para esta región corresponde a un centro de categoría 1 que no deben presentar estas variables.

5.2.1.- Materia Orgánica

Los resultados que a continuación se exhiben sólo consideran aquellos centros de cultivo que presentaron Información Ambiental (INFA) con la variable de materia orgánica, en este caso corresponde a centros de cultivo de la zona norte y sur de nuestro país (regiones de Coquimbo, Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena) (Gráfico 14).

Los promedios regionales de materia orgánica se encuentran dentro de los límites de aceptabilidad establecidos en la Res. (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 (MO), mostraron valores promedios menores o iguales al 8% en todas las regiones analizadas, presentando el valor más alto la región de Magallanes y la Antártica Chilena con un máximo de 8,10% durante el año 2018 y, además, presenta la desviación estándar más importante con un $\sigma=9,44$ para el mismo año.

La región de Coquimbo fue la que presentó el menor valor respecto de esta variable, con un 1,09% ($\sigma=0,13$) durante el año 2018. En el caso del año 2017 no se presentaron INFAs con variables de materia orgánica.

En el caso de la región de Los Ríos, esta presenta bajos valores de materia orgánica, registrándose entre 2,26% ($\sigma=1,50$) y 3,45% ($\sigma=2,37$) para los años 2017 y 2018, respectivamente.

La región de Los Lagos, en general durante el periodo de evaluación, mantuvo una tendencia en su condición ambiental cercana al 2,22% para los años 2017 y 2018 ($\sigma=2,57$ y 1,98 respectivamente).

Respecto a las concentraciones de MO 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 3,50% ($\sigma=3,13$) para el año 2017 y de 4,37 % ($\sigma=4,98$) para el año 2018.

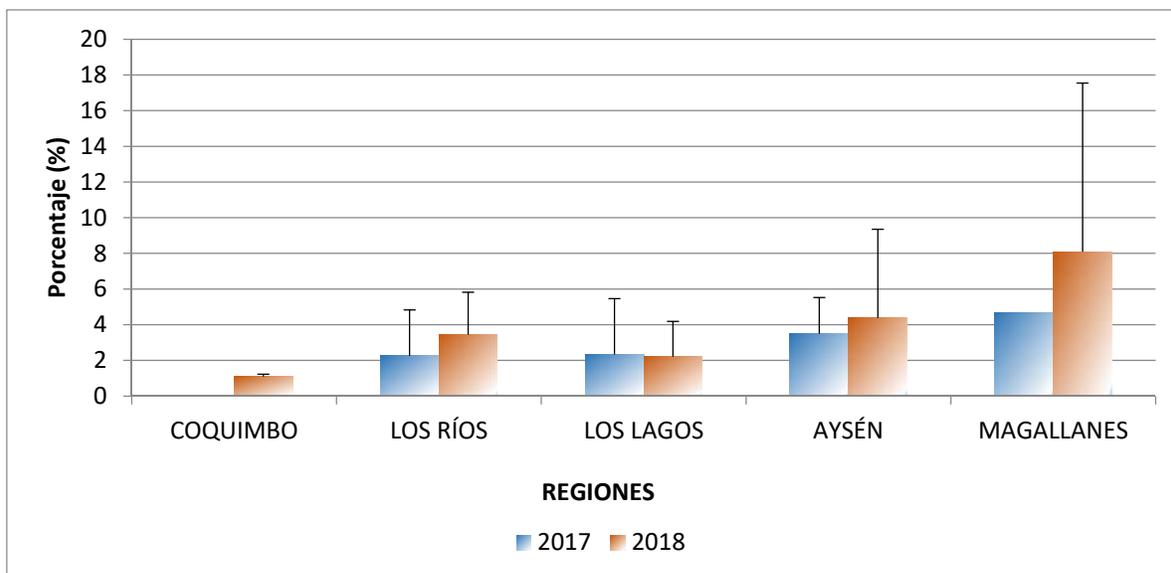


Gráfico 14. Porcentaje promedio de materia orgánica por año y por región.

En el Anexo III (Mapas16-19), en la región de Los Ríos se observa una predominancia del contenido de materia orgánica en toda la región bajo los valores de aceptabilidad estipulados en la norma. Para la región de Los Lagos en tanto, se observa que, en el año 2017, único año del período analizado en que la concesión ubicada en el Lago Natri presentó un alto contenido de materia orgánica, con un aporte de 14,41%. Por otra parte, se puede apreciar, una predominancia de los centros de cultivo que presentaron concentraciones de materia orgánica con valores inferior a los 3,43% para las comunas de Castro, Chaitén, Curaco de Vélez, Dalcahue, Frutillar, Maullín, Puerto Montt, Puqueldón, Quemchi y Quinchao. En la región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo, particularmente en la comuna de Aysén, se puede apreciar que tanto para los años 2017 y 2018 existen 5 centros con un alto contenido de materia orgánica, con valores cercanos y sobre el límite de aceptabilidad. Lo mismo ocurre en la comuna de Cisnes, en donde tres centros presentan esta condición. Durante el año 2017 en la región de Magallanes y la Antártica Chilena, se observa que existe un centro con un contenido de materia orgánica promedio de 18,16 % aproximadamente.

5.2.2.- Potencial Redox

En su gran mayoría, las regiones para los dos años estudiados presentaron promedios positivos en el potencial redox, a excepción de la región de Magallanes y la Antártica Chilena que en el año 2018 presentó valores promedios negativos. (Gráfico 15).

La región de Los Ríos presentó valores de potencial redox positivos, del orden de los 111,22mV($\sigma=97,39$) para las mediciones de INFAS realizadas durante el año 2017, y de 141,51 mV ($\sigma=63,49$) para el año 2018.

Respecto de la región de los Lagos, los valores de potencial redox se mantuvieron relativamente constantes, presentando el año 2017 al 2018, un aumento desde los 119,73mV($\sigma=130,87$) a 138,24mV ($\sigma=130,70$), respectivamente.

La región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo, presentó valores de potencial redox positivos en sus dos años, los cuales varían desde los 92,06mV($\sigma=169,21$) en el año 2017, a 107,94 mV ($\sigma=134,43$) para el año 2018, presentándose un crecimiento interanual en los valores de redox a nivel regional.

La región de Magallanes y la Antártica Chilena, presenta para el año 2017 valores positivos del orden de los 6,56mV($\sigma=221,08$) y para el 2018, valores negativos de -27,60 mV ($\sigma=116,21$) para el 2018. Cabe destacar, en relación al último punto, que los centros involucrados son 7.

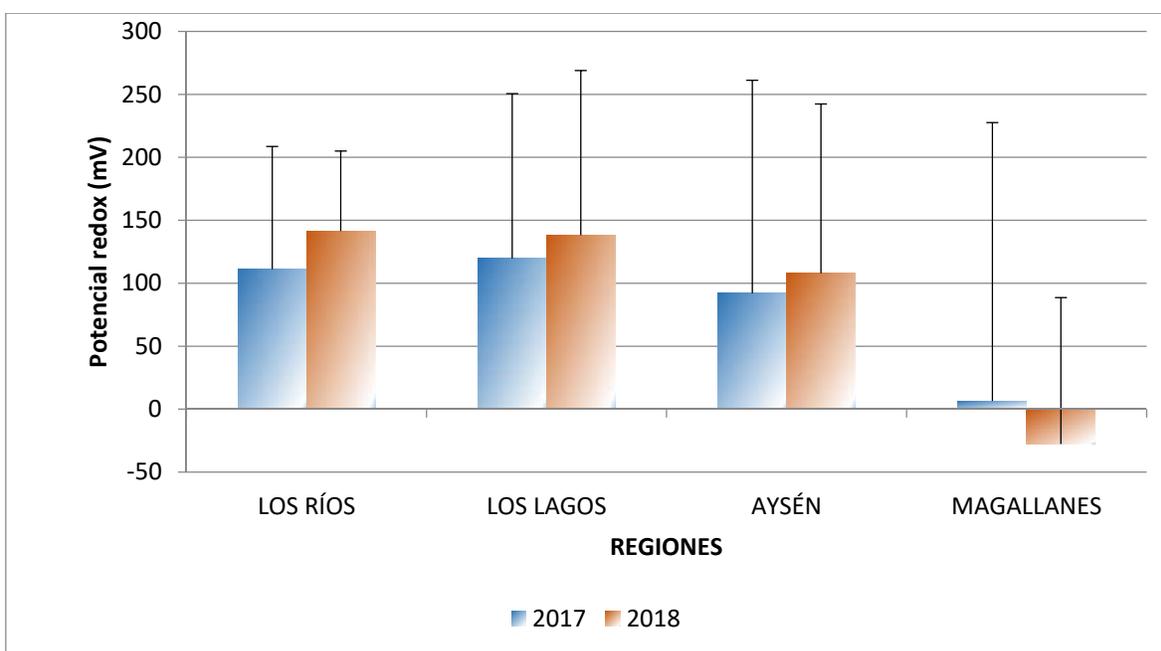


Gráfico 15. Potencial Redox promedio (mV) por región para cada año de estudio.

En los Mapas 20-23 (Anexo III), se observa que tanto la región de Los Lagos como en la región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo, hubo una predominancia de centros de cultivo con valores promedio de potencial redox superiores a los 50mV.

5.2.3.- pH

Respecto de los valores de potencial de Hidrógeno (pH) para las regiones de Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibañez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena, se presentaron valores promedio similares, con valores en torno a los 7 de pH para los 2 años de análisis de las INFAs (Gráfico 16).

Respecto de la región de Los Ríos, para el año 2017 las INFAS analizadas indican que la región presenta valores promedio de pH del orden de 7,11 ($\sigma=0,15$) y para el 2018 un promedio de 7,33 ($\sigma=0,19$).

La región de Los Lagos, presentó valores promedios anuales cercanos al 7,23 de pH ($\sigma=0,23$) para el 2017 y de 7,33 de pH ($\sigma=0,21$) para el año 2018,

La región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo presentó valores promedio de 7,33 de pH ($\sigma=0,27$) y de 7,34 de pH ($\sigma=0,20$) para el año 2017 y 2018, respectivamente.

Finalmente, la región de Magallanes y la Antártica Chilena en el año 2017, presentó un promedio de pH de 7,18 ($\sigma=0,50$), y para el 2018 un valor promedio de pH de 7,03 ($\sigma=0,34$).

Se puede observar de acuerdo a los datos obtenidos, que durante el periodo de análisis 2017-2018, los valores promedio de pH se mantuvieron estables en las cuatro regiones analizadas, fluctuando entre los 7 y 7,34 de pH.

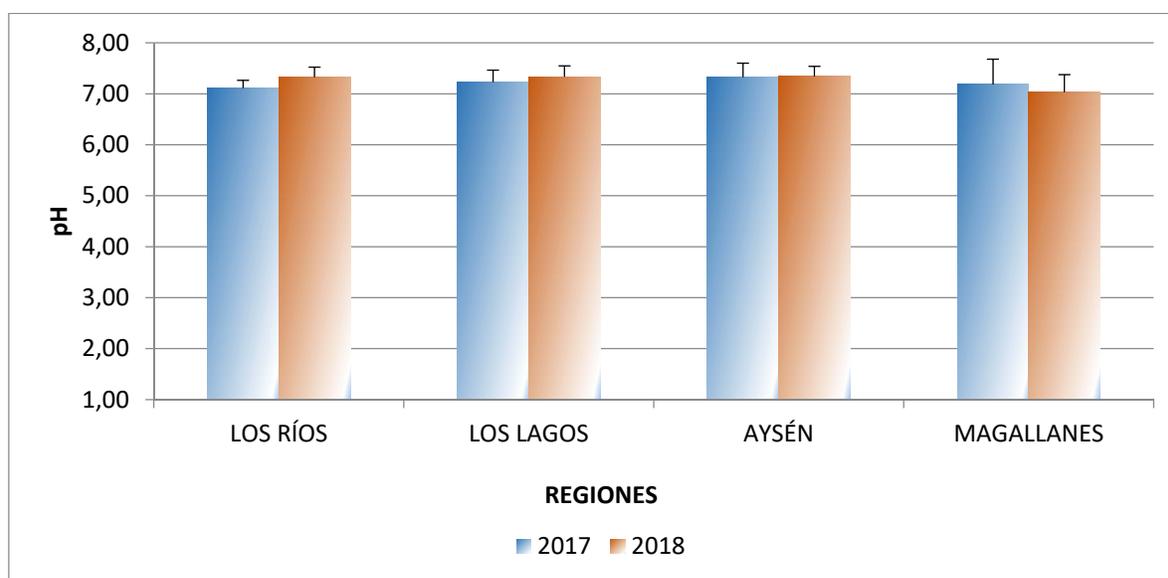


Gráfico 16. pH promedio por región para cada año de estudio.

En concordancia con la variable de potencial redox analizada anteriormente, se observa que, tanto en la región de Los Lagos como 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 (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 análisis general del Gráfico 17 muestra una curva creciente del % de fango promedio, que parte en la región de Los Ríos y aumenta hacia a la región de Magallanes y la Antártica Chilena.

Se observa que la región de Los Ríos presentó un promedio de 17,38% ($\sigma=11,48$) de esta fracción sedimentaria durante el año 2017, y un promedio de sólo un 9,99% ($\sigma=8,98$) para el 2018, que es el valor más bajo para todas las regiones.

Respecto a la región de Los Lagos, se obtuvo para el 2017 un porcentaje promedio de fango del orden del 15,90% ($\sigma=18,76$), y para el 2018 un porcentaje de fango un poco mayor, correspondiente a un 17,74% ($\sigma=23,0$).

La región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, presentó valores promedio de porcentaje de fango de 37,93% ($\sigma=32,48$) para el año 2017, y de 41,30% ($\sigma=31,59$) para el año 2018.

Finalmente, la región de Magallanes y la Antártica Chilena presentó los valores más altos de porcentaje de fango, con un promedio de 53,12% ($\sigma=25,67$) para el año 2017, y para el año 2018, un promedio de 51,77% ($\sigma=32,36$).

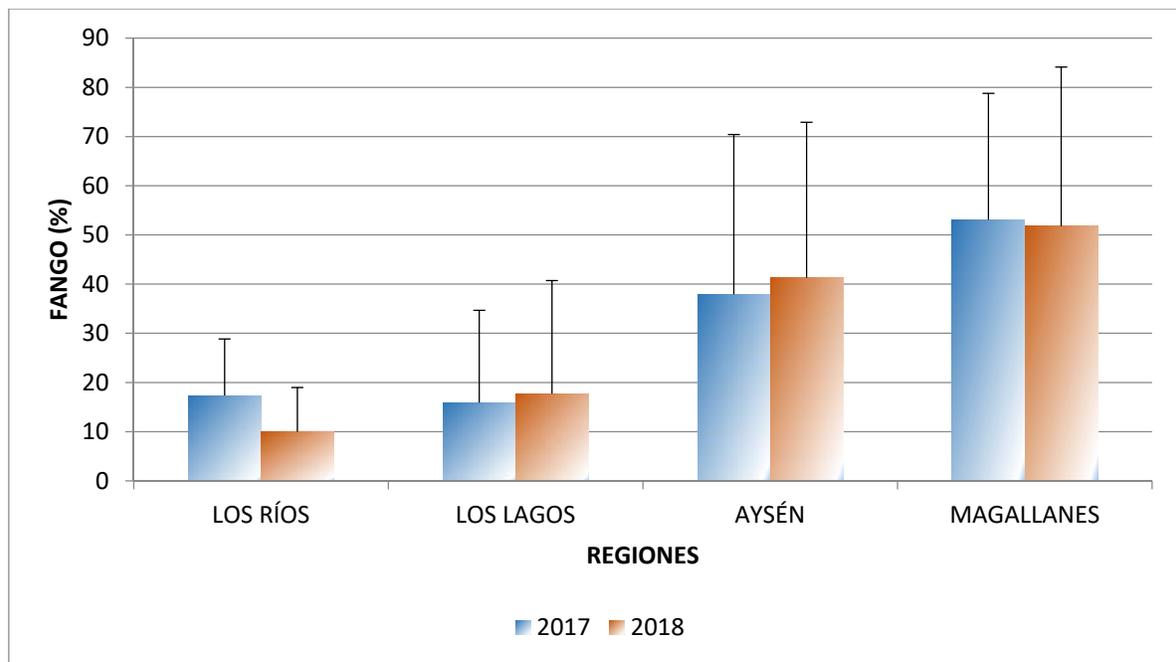


Gráfico 17. Granulometría promedio, expresada como porcentaje de fango, por región y año de estudio.

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 14,8%. En la región de Los Lagos, se observa una predominancia de los porcentajes de fango por sobre el 25,0% en el sector del estero de Reloncaví. En el sector de Queilen y en Hualaihue, el porcentaje supera el 70,0%. En la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, se observa un dominio de la fracción sedimentaria fango por sobre el 61,0% en prácticamente todo el estero Cupquelán y fracciones superiores a 42,4% en el resto de la región. Finalmente, y de acuerdo al Mapa 31 la región de Magallanes y la Antártica Chilena presentó valores de fango superiores al 25,6% en toda 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 norma. Para esta variable, es difícil establecer patrones claros y las tendencias que se observan pueden tener diversos orígenes (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 máximos de 7,31mg/L ($\sigma=2,48$) para el año 2017, y de 8,16 mg/L ($\sigma=2,09$) para el 2018.

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 7mg/L($\sigma=1,37$) y 7,2 mg/L ($\sigma=1,35$) para los años 2017 y 2018, respectivamente.

La región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo presentó para el 2017 el valor promedio más bajo de las regiones analizadas, el cual corresponde a 6,35 mg/L ($\sigma=1,73$), aumentando al siguiente año a 6,84 mg/L ($\sigma=3,65$).

Finalmente, la región de Magallanes y la Antártica Chilena, presentó valores promedios de oxígeno disuelto de 6,87 mg/L ($\sigma=2,25$) para el 2017, y de 7,12 mg/L ($\sigma=2,67$) para el 2018, manteniéndose relativamente estable durante ambos años.

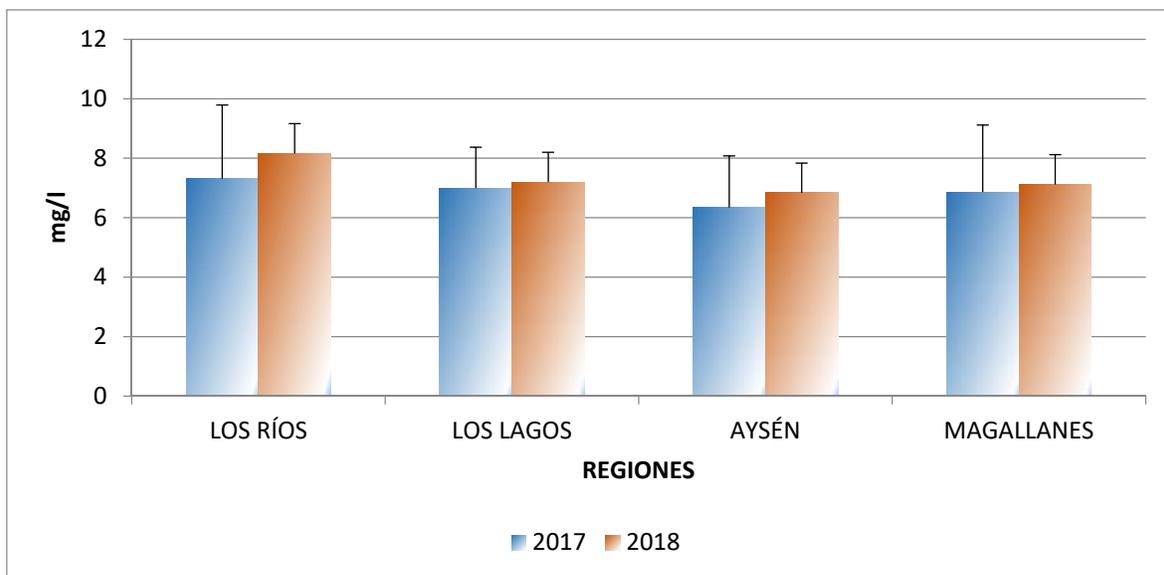


Gráfico 18. Concentración promedio de oxígeno disuelto en mg/L, a 1 metro del fondo por región y año.

Respecto de la distribución espacial de la concentración promedio de oxígeno disuelto (mg/L) para el período 2017 - 2018 (Mapas 32-35 del Anexo III), se observa que la región de Los Ríos presentó una concentración promedio de oxígeno que fluctúa entre los 6,02 a 9,8 mg/L. En la región de Los Lagos, de acuerdo a la información obtenida de las INFAs para los años 2017-2018, se muestra una predominancia de las concentraciones de oxígeno disuelto entre los 3,94 a 12,09 mg/L en toda la región. Sin embargo, el sector del estero de Reloncaví y el estero Comau 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 0,4 a 4,5 mg/L ubicados mayoritariamente en el canal Puyuhuapi. En relación al resto de la región, el promedio fluctúa entre los 4,26 a 14,7 mg/L. A su vez, en la región de Magallanes y la Antártica Chilena, los valores promedio de oxígeno disuelto fluctúan entre los 0,4 a 14,7 mg/L, existiendo centros de cultivo ubicados en Capitán Aracena, estero Poca Esperanza, península Morgan, seno Brusco y seno Chasco que presentaron concentraciones de oxígeno disuelto bajas, que fluctuaron entre los 0,4 a 5,28 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 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 macroalgas mostró un pequeño incremento de un año a otro.

En el caso de los moluscos, también se observa un aumento de la cantidad producida de un año a otro. Este aumento, se explica principalmente por un aumento en la producción de chorito y del ostión del norte que aumentaron su producción del 2017 al 2018.

Respecto de las macroalgas, es factible observar que su producción de biomasa total también aumentó de un año a otro, principalmente de la mano del pelillo y, en menor medida de

huir. Es destacable la diversificación de este grupo de especies, el cual comienza a mostrar producción de lucas y luga negra.

Para este periodo de análisis, se observa que las principales regiones acuícolas se mantienen 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 cantidad de centros otorgados y 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 2015-2016, siendo la principal especie el salmón del atlántico, seguido del chorito, más atrás aparecen el salmón coho y la trucha arcoiris.

Durante el período que abarca este informe, fueron evaluados en promedio un total de 1.950 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 el 90% de la biomasa total anual producida, por otra parte, la región de Magallanes y la Antártica Chilena disminuyó la biomasa total producida de un año a otro. Otras regiones relevantes que se presentan son Coquimbo, Atacama y Los Ríos, en el caso de las dos primeras su producción acuícola está asociada a moluscos y macroalgas. Cobra relevancia en el norte, que el 2018 se haya declarado la producción de la especie corvina, asociada a la investigación que se está llevando a cabo de este recurso por la Universidad de Atacama, con el fin de producirlo industrialmente y así diversificar la acuicultura con una especie nativa.

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 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. Sin embargo, el año 2017 para el grupo mitílidos no se presentaron INFAs, producto de la prórroga que les otorgo la Resolución Exenta N° 4.199 de 2016, por el plazo de un año, para efectuar los muestreos de las INFAs en aquellos sectores declarados como zona de catástrofe.

Dentro de los resultados de las INFAs, la calificación anaeróbica se presentó en las regiones de Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena, asociada principalmente a centros de producción de salmónes, aunque en el caso de la región de Los Lagos se presentaron algunos casos de anaerobia asociada a centros de cultivo de moluscos.

Al respecto, la región con más INFAs presentadas para el periodo fue la región de Los Lagos y la región con más INFAs anaeróbicas fue la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, relación que se mantiene con respecto del periodo 2015-2016.

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, a excepción de la región de Los Lagos que presentó unas pocas INFAs anaeróbicas asociadas a moluscos.

Respecto a las variables ambientales para este periodo, a diferencia del periodo anterior 2015-2016, se presentó sólo una INFA en la zona norte del país, siendo casi la totalidad de esta información 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 Los Ríos aumentó su promedio regional para el periodo 2017-2018. Respecto de la región de Coquimbo, sólo se pudo analizar la información de un centro de cultivo, el que muestra valores relativamente bajos de materia orgánica.

En general, los valores de pH son bastante similares en todas las regiones, mostrando una desviación estándar baja. Esta situación es similar al periodo 2015-2016 que presenta valores promedios similares para cada una de las regiones.

Respecto del potencial redox, la mayoría de las regiones en análisis presentaron promedios positivos, a excepción de la región de Magallanes y la Antártica Chilena que en el 2018 presentó valores negativos. Esto contrasta con el periodo 2015-2016 que muestra valores positivos para esta región en ambos años y valores negativos para la región de Aysén del General Carlos Ibáñez

del Campo, región que para este periodo de análisis presentó promedios positivos. Es importante destacar la alta desviación estándar que muestran las regiones, lo que evidencia una situación bastante variable de cada centro de cultivo.

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 2017-2018, similar situación a la encontrada en el periodo 2015-2016. Respecto de la región de Los Lagos y la de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, estas igualmente presentan valores similares entre ambos periodos, sin embargo, la región de Lagos disminuyó sus valores, aunque no de manera significativa. Respecto de la región de Los Ríos en cambio, esta aumentó en más del doble sus valores de porcentaje de fango de un periodo a otro.

Finalmente, en el caso del oxígeno disuelto a un metro del fondo, no se observan variaciones interanuales significativas en las regiones analizadas. Esta situación es concordante con lo mostrado en el periodo 2015-2016, donde las regiones mostraron promedios estables y relativamente similares a los que arrojan en el presente informe.

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 2017-2018, 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 90% de la biomasa total producida a nivel nacional.

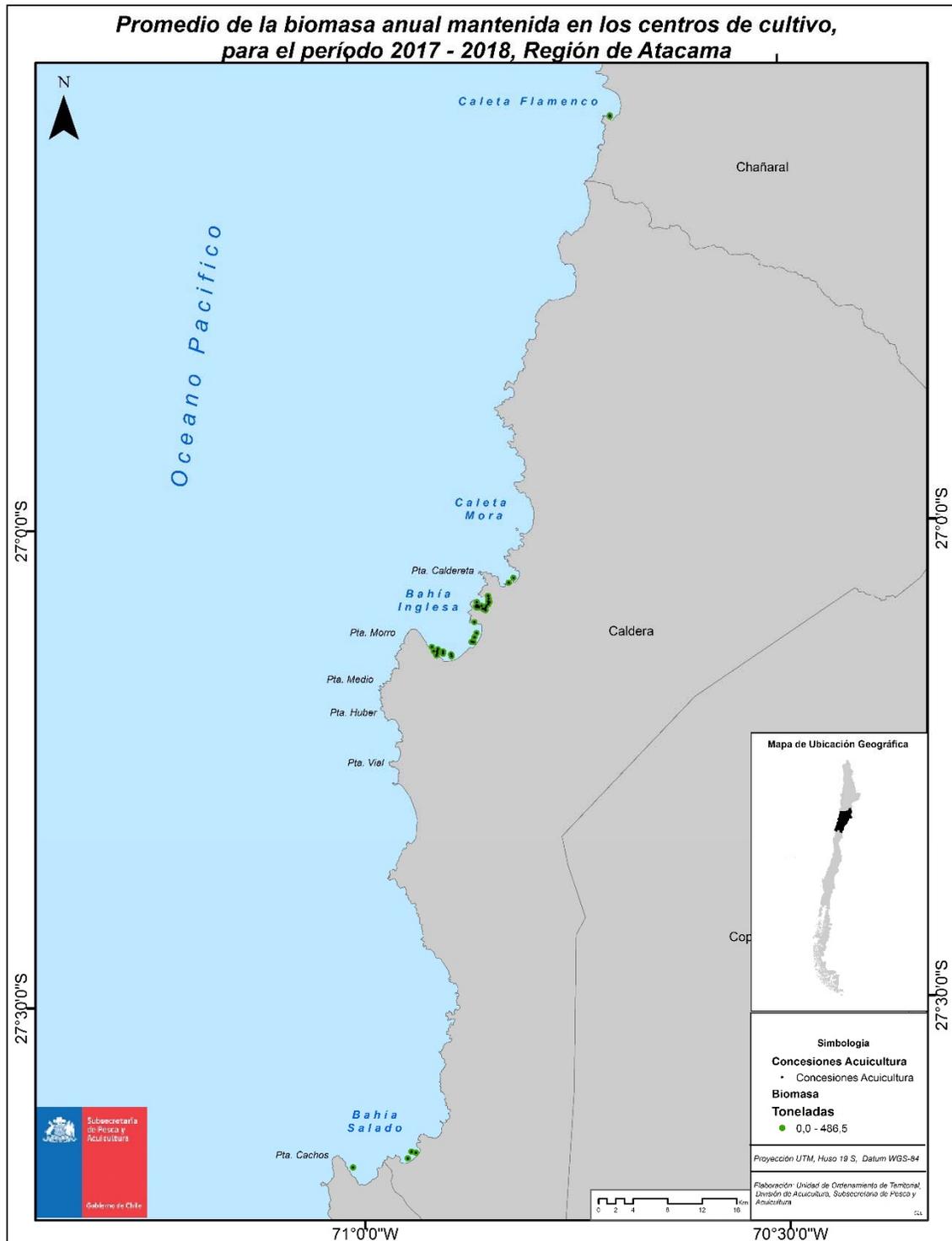
La evaluación de la información ambiental realizada para el periodo 2017 al 2018 se efectuó sobre un total de 640 INFAs. Para todos los años analizados, el porcentaje de centros aeróbicos es considerablemente mayor que los anaeróbicos.

El análisis de las variables ambientales, realizado a las regiones de Coquimbo, 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.

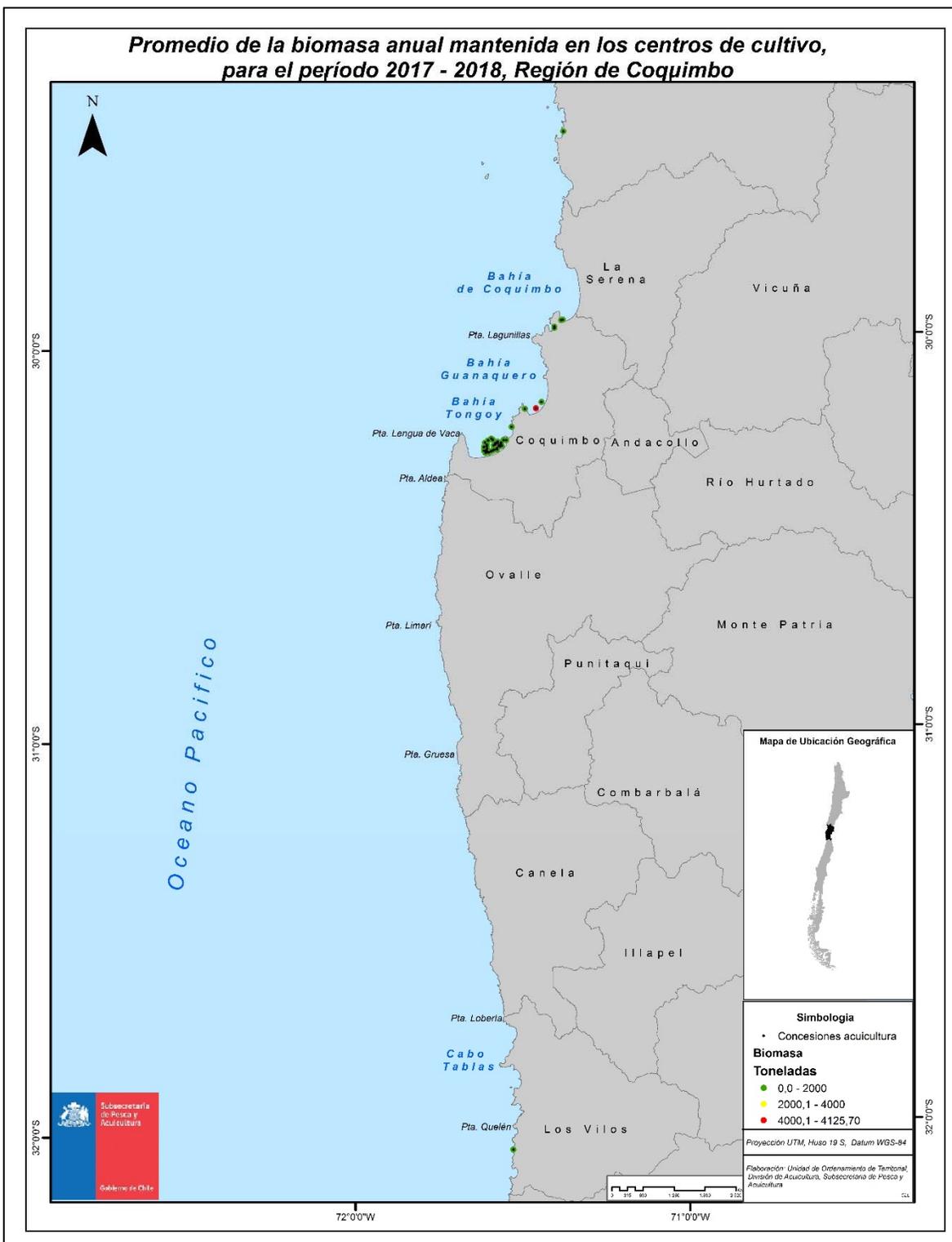
ANEXO I

Distribución de la Biomasa Total por Región

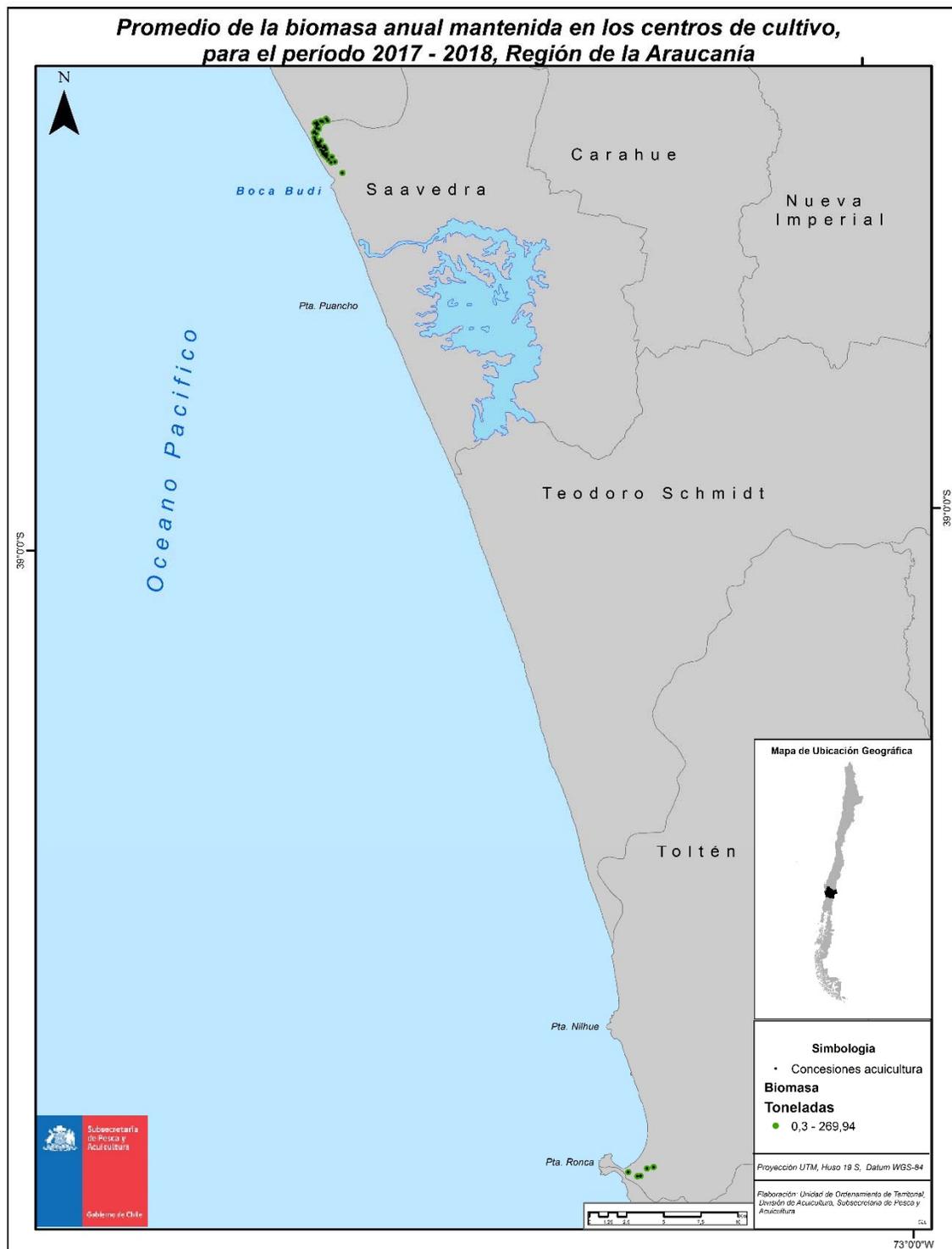
(Atacama, Coquimbo, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General
Carlos Ibañez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena)



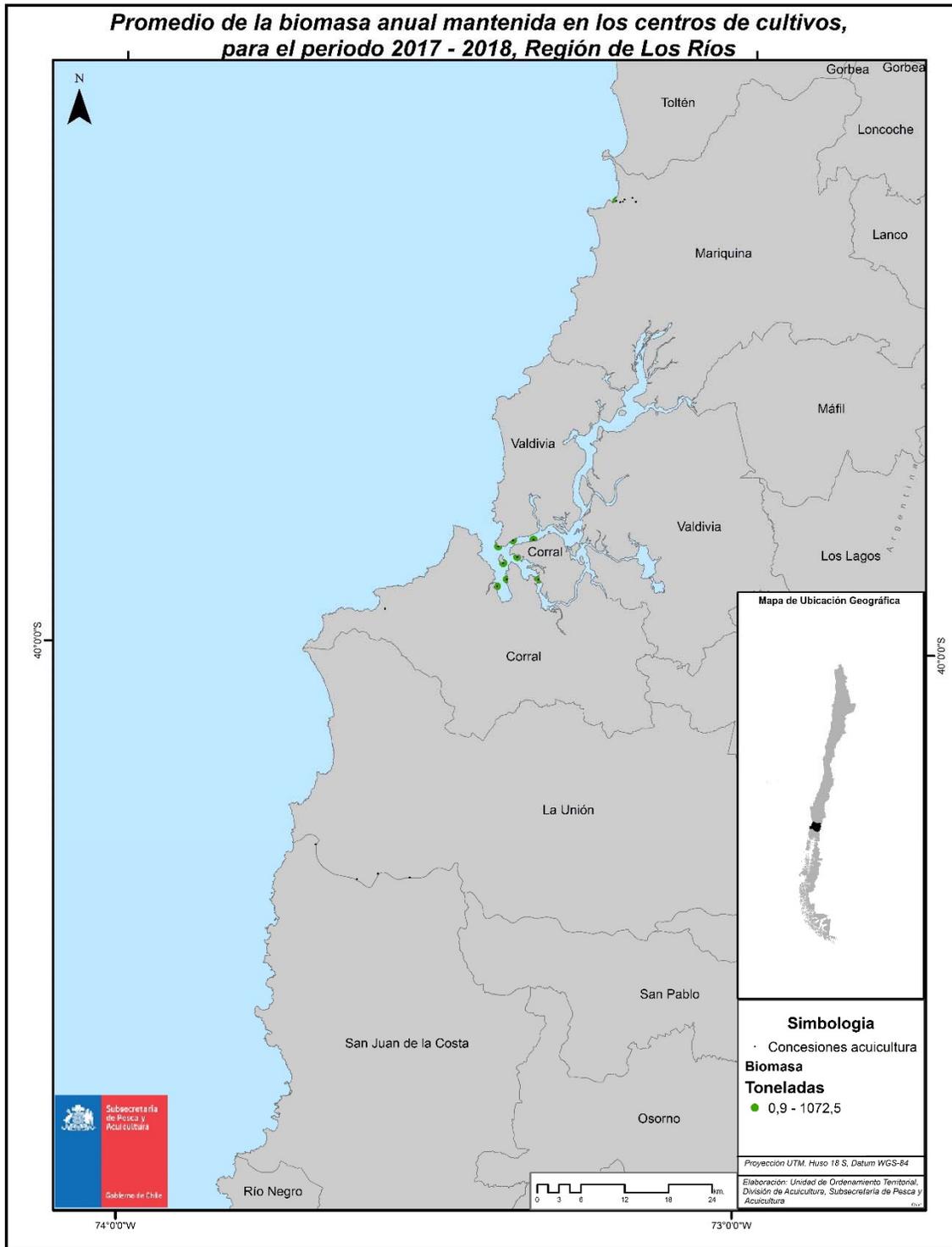
Mapa 1. Distribución espacial de biomasa en la Región de Atacama, promedio años 2017-2018.



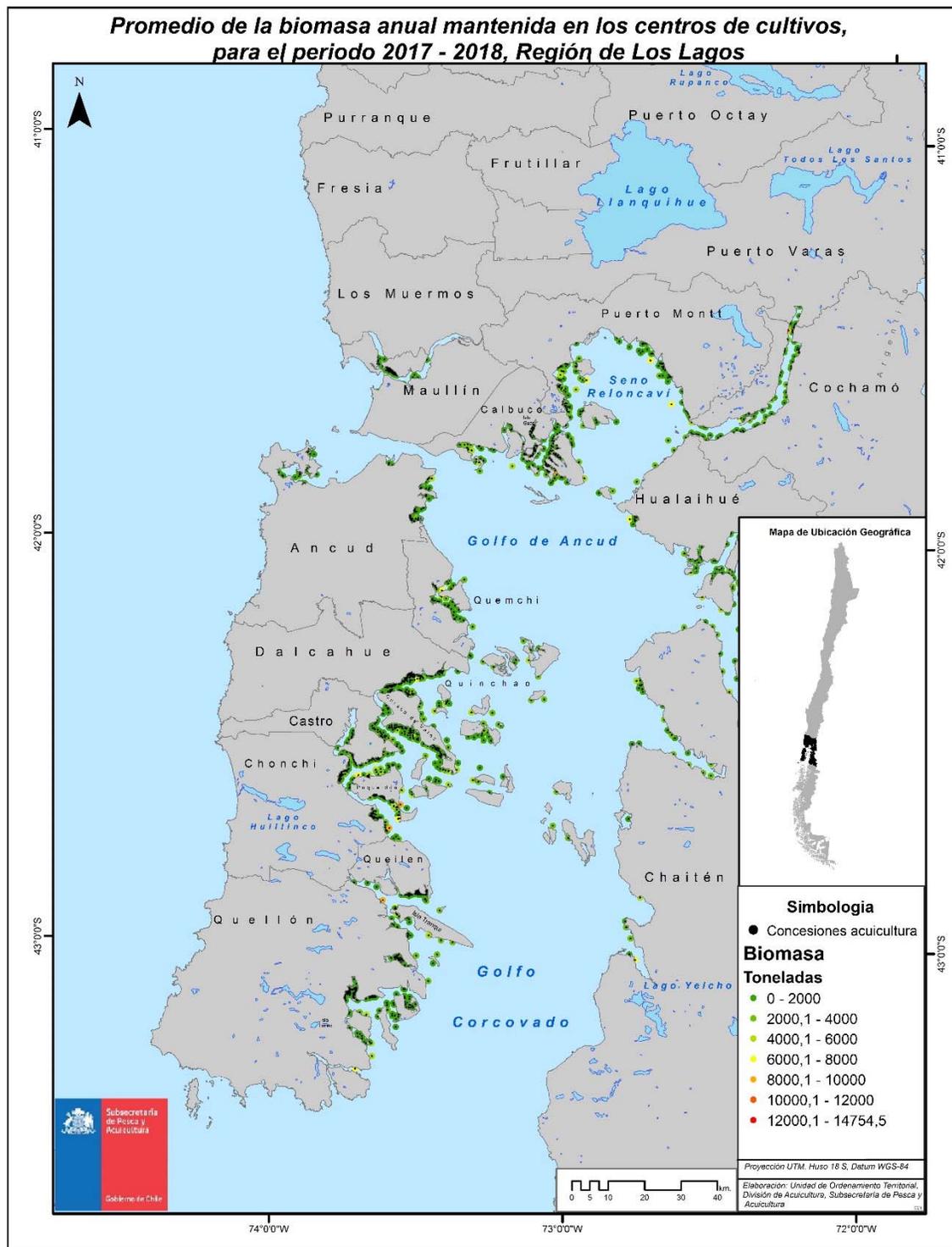
Mapa 2. Distribución espacial de biomasa en la Región de Coquimbo, promedio años 2017–2018.



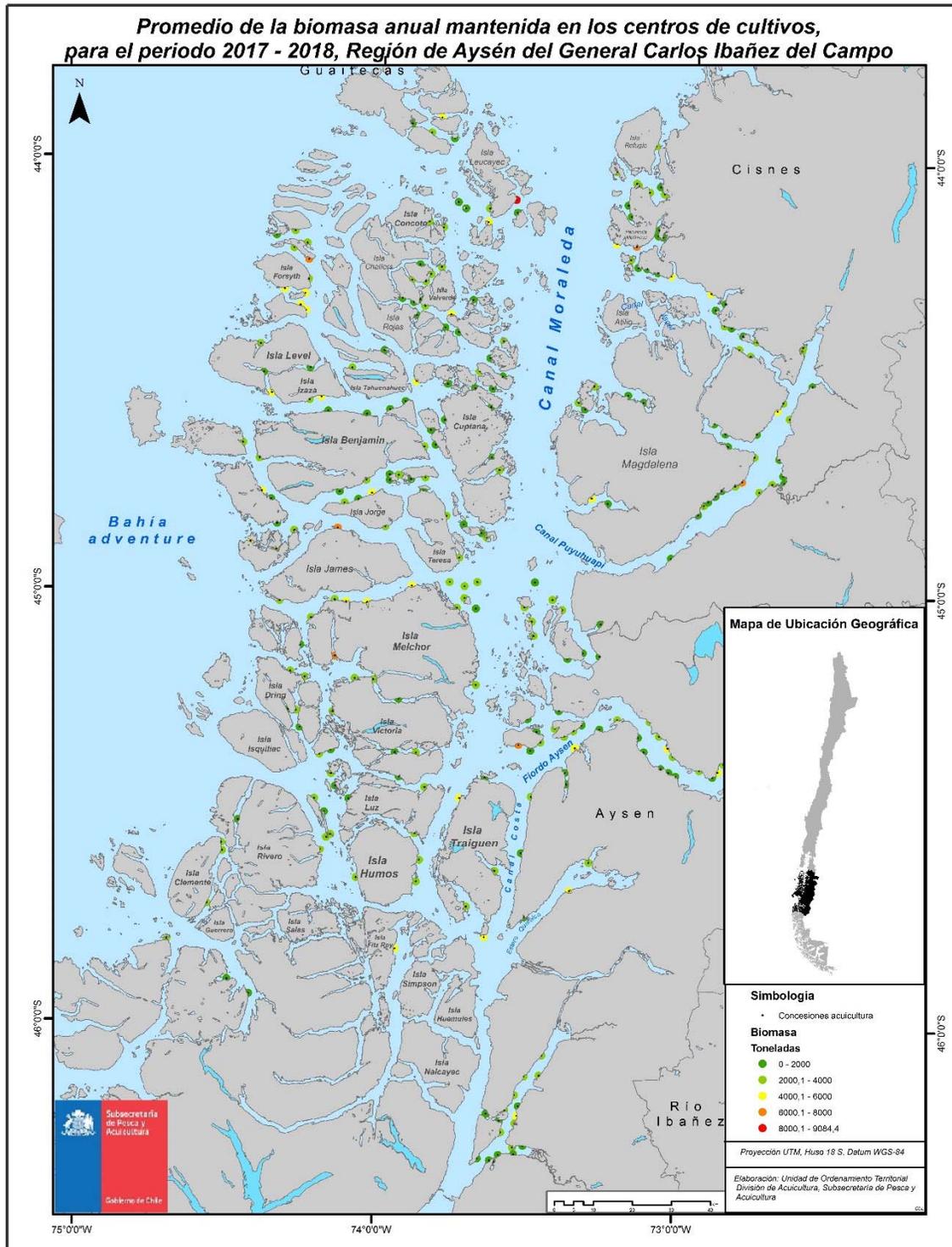
Mapa 3. Distribución espacial de biomasa en la Región de la Araucanía, promedio años 2017-2018.



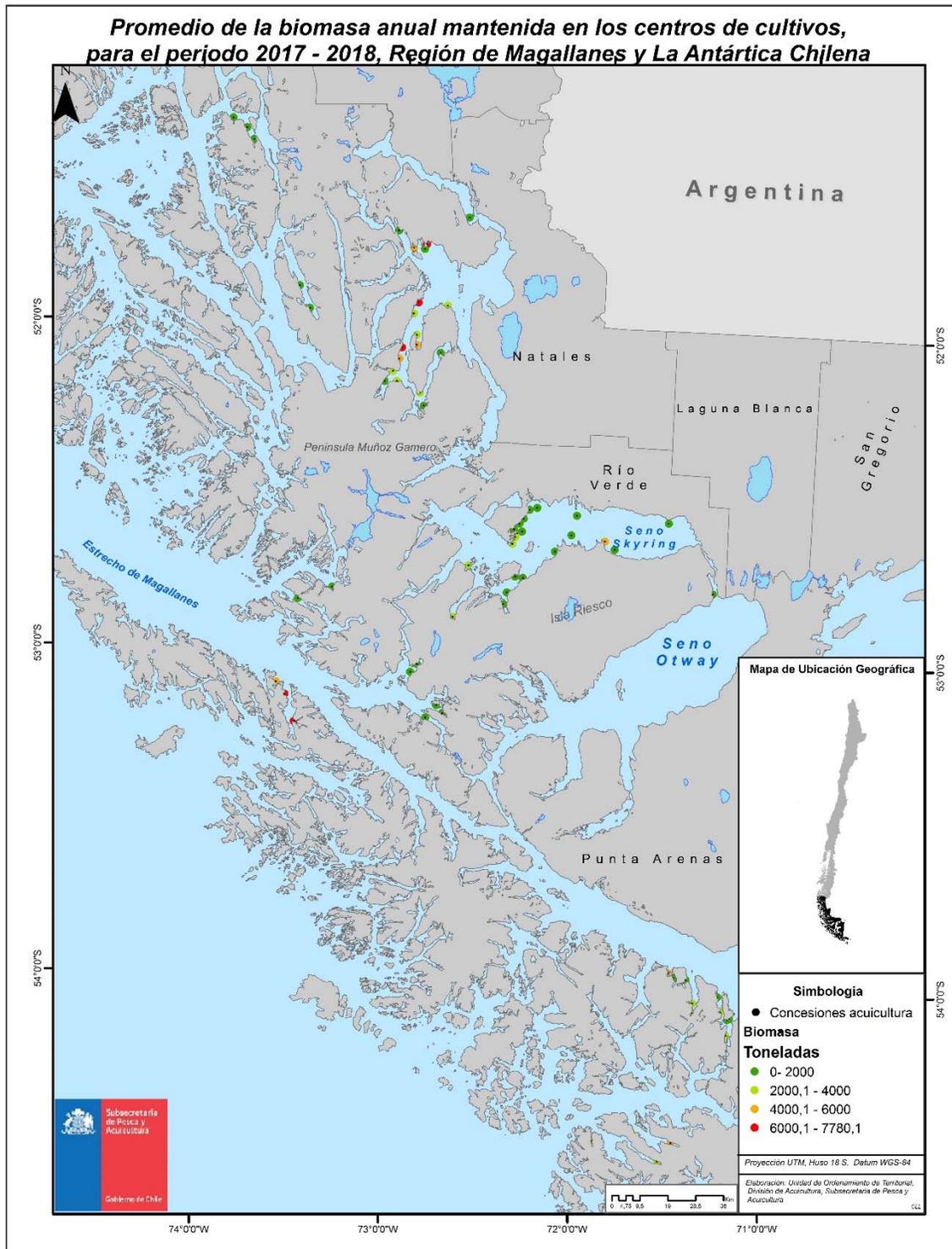
Mapa 4. Distribución espacial de biomasa en la Región de Los Ríos, promedio años 2017-2018.



Mapa 5. Distribución espacial de biomasa en la Región de Los Lagos, promedio años 2017-2018.



Mapa 6. Distribución espacial de biomasa en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2017-2018.

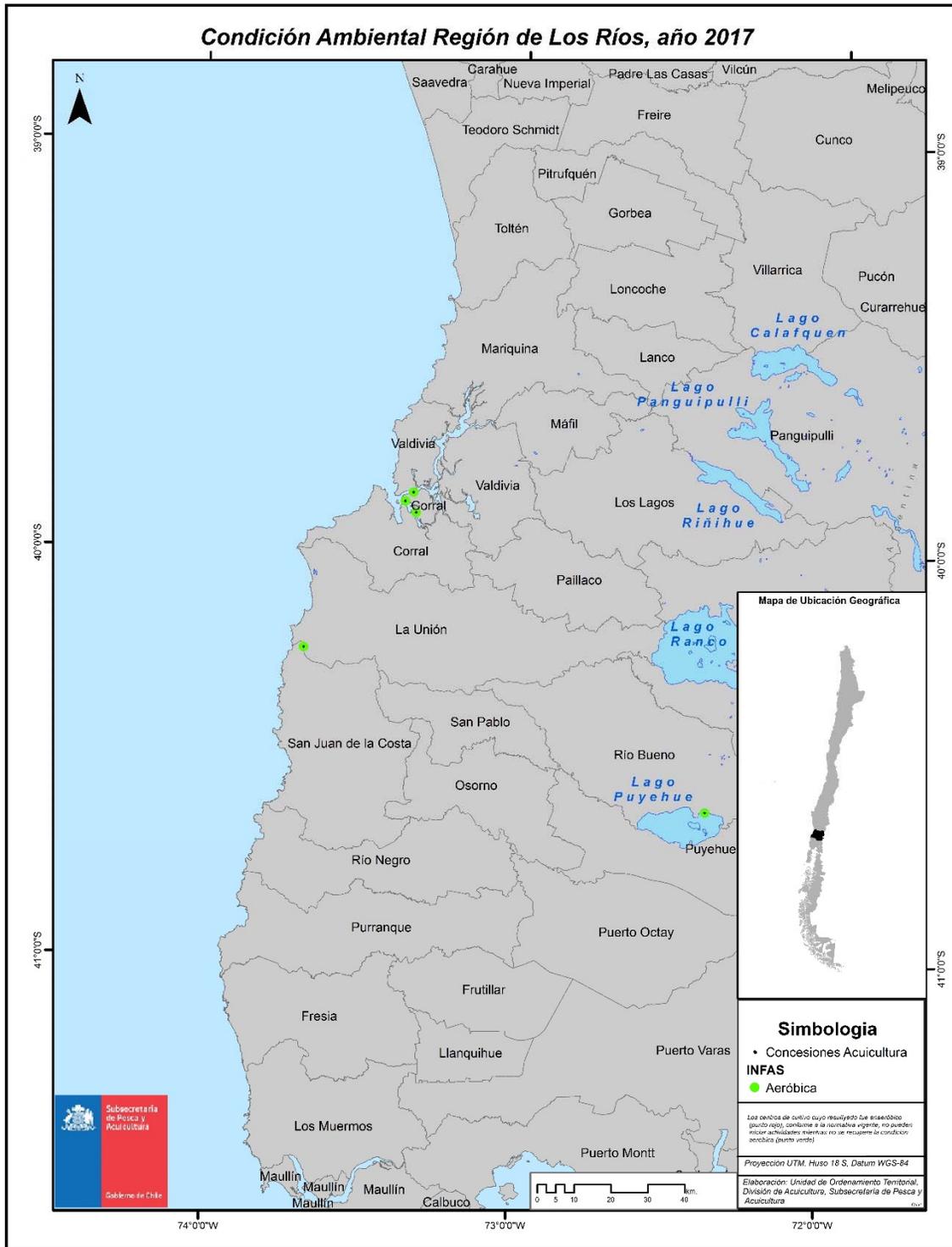


Mapa 7. Distribución espacial de biomasa en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2017-2018.

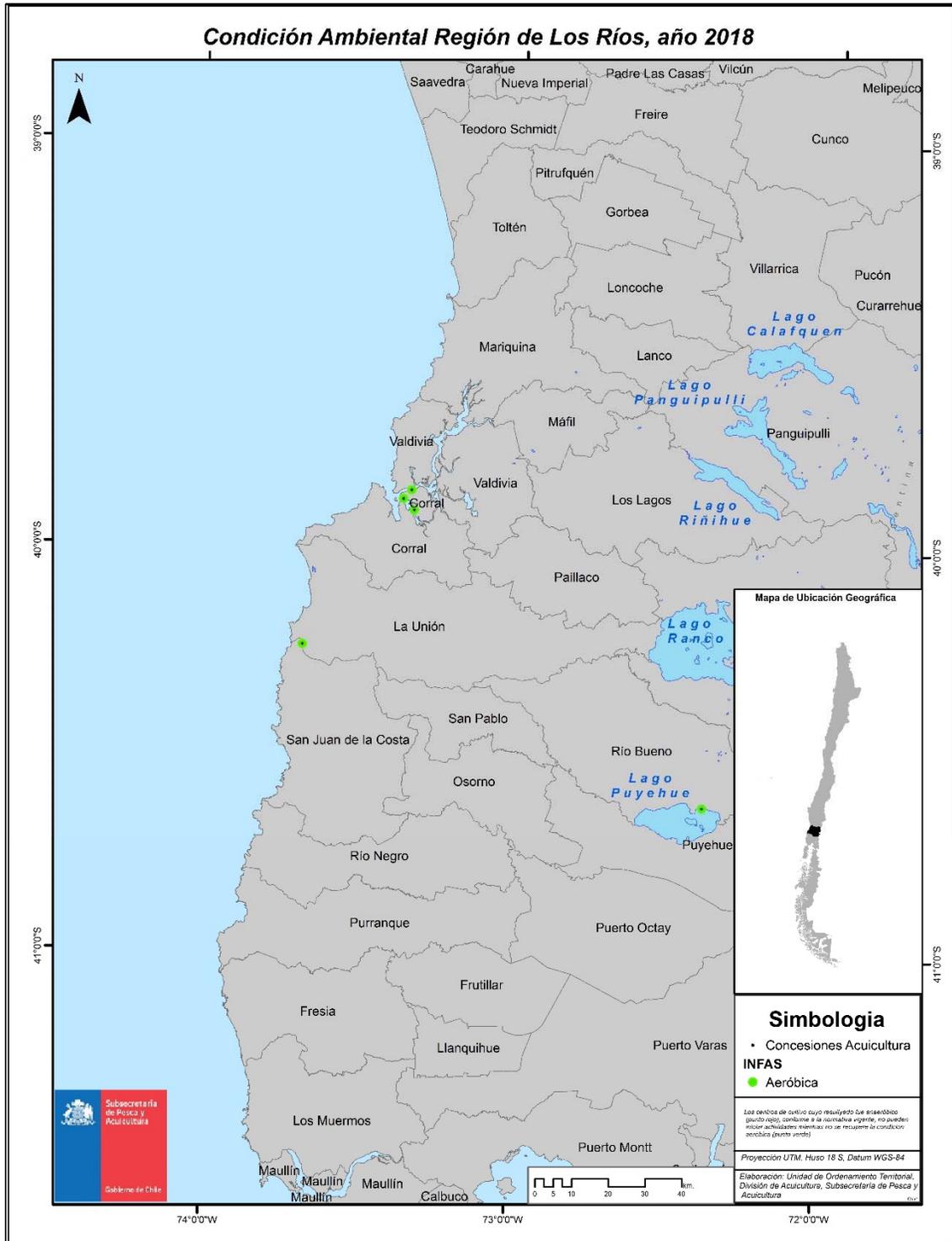
ANEXO II

Condición Ambiental por Región

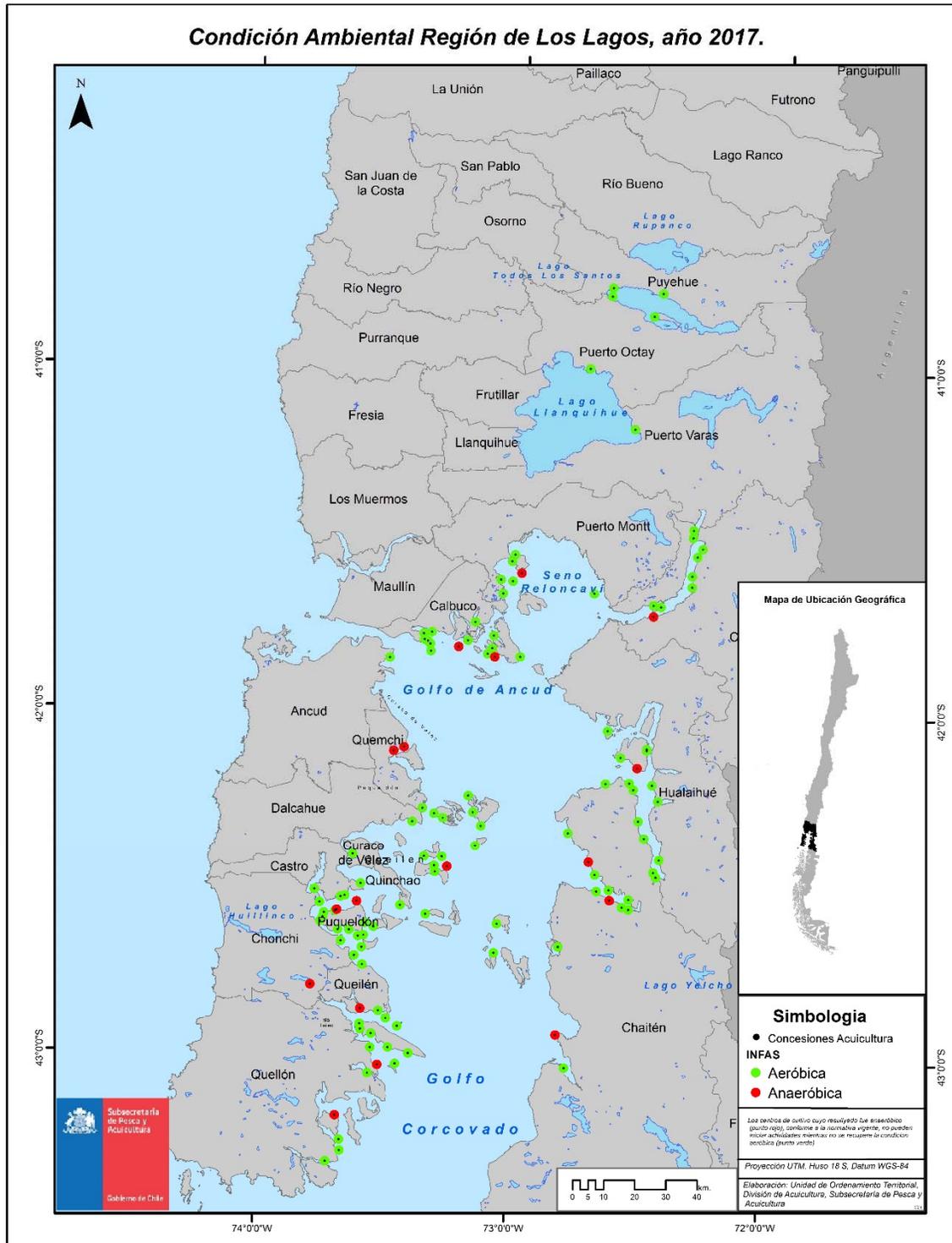
(Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y
Magallanes y la Antártica Chilena)



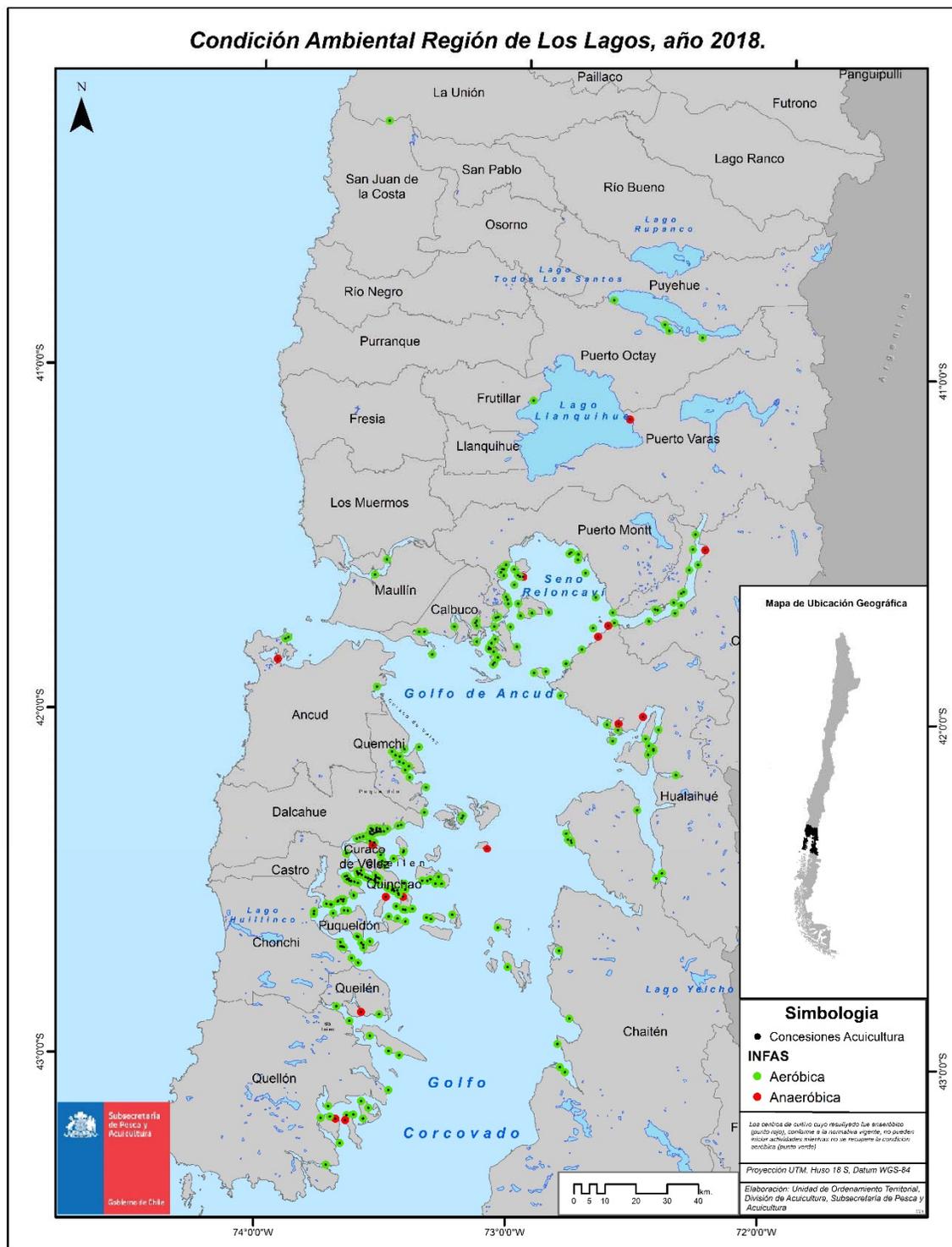
Mapa 8. Condición ambiental en la Región de Los Ríos según los resultados de la INFA, año 2017.



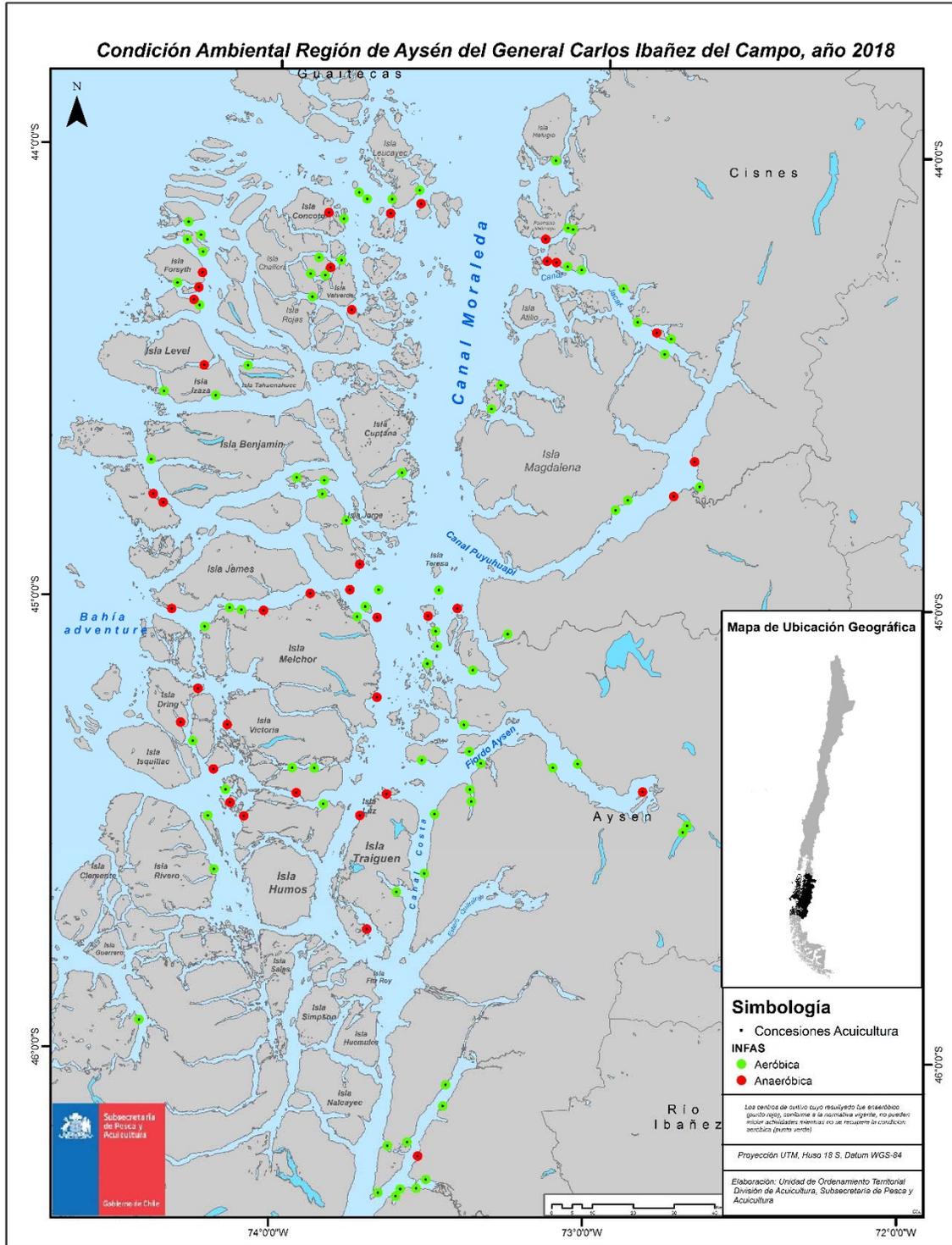
Mapa 9. Condición ambiental en la Región de Los Ríos según los resultados de la INFA, año 2018.



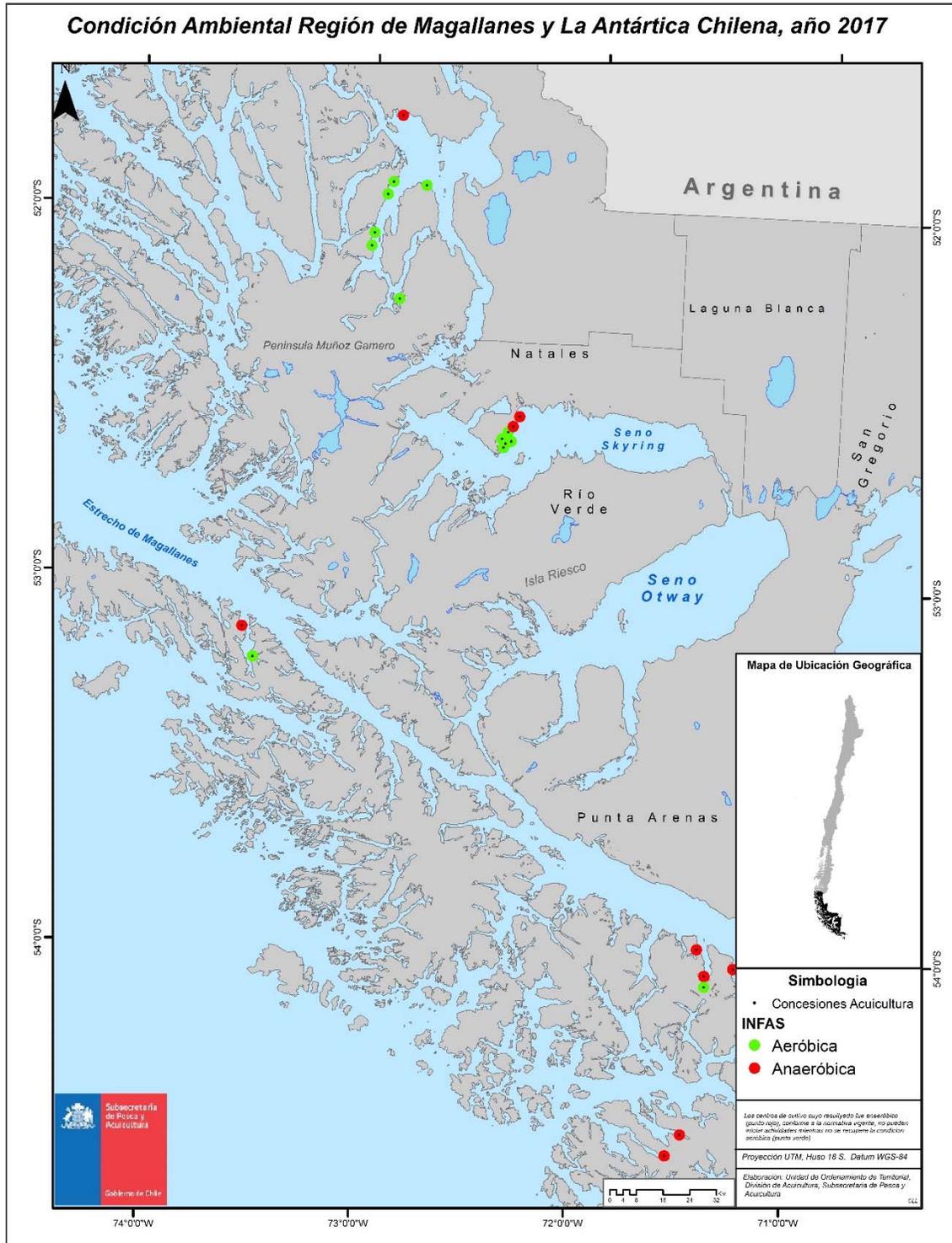
Mapa 10. Condición ambiental en la Región de Los Lagos según los resultados de la INFA, año 2017.



Mapa 11. Condición ambiental en la Región de Los Lagos según los resultados de la INFA, año 2018

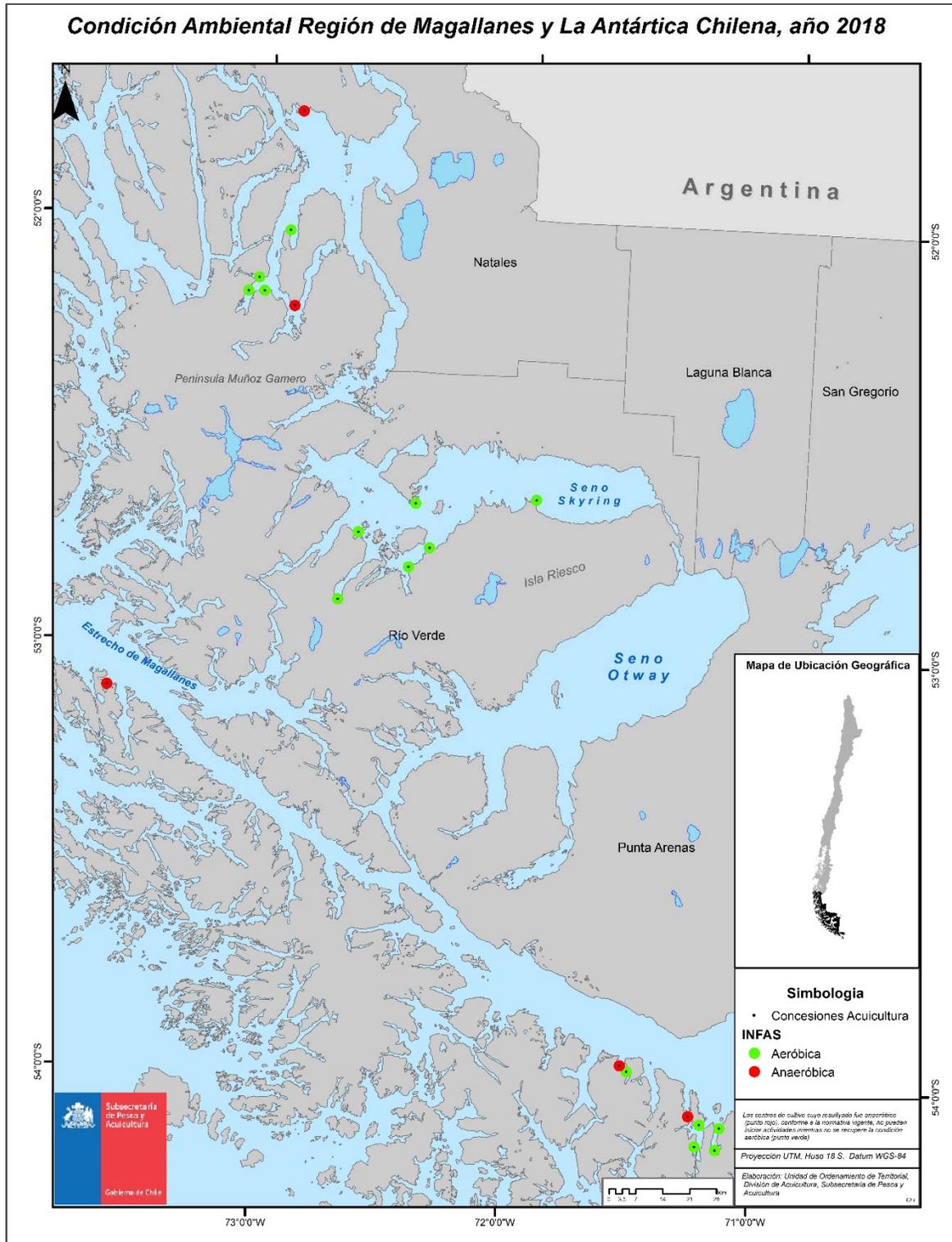


Mapa 13. Condición ambiental en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo según los resultados de la INFA, año 2018.



Mapa 14. Condición ambiental en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena según los resultados de la INFA, año 2017.

Condición Ambiental Región de Magallanes y La Antártica Chilena, año 2018

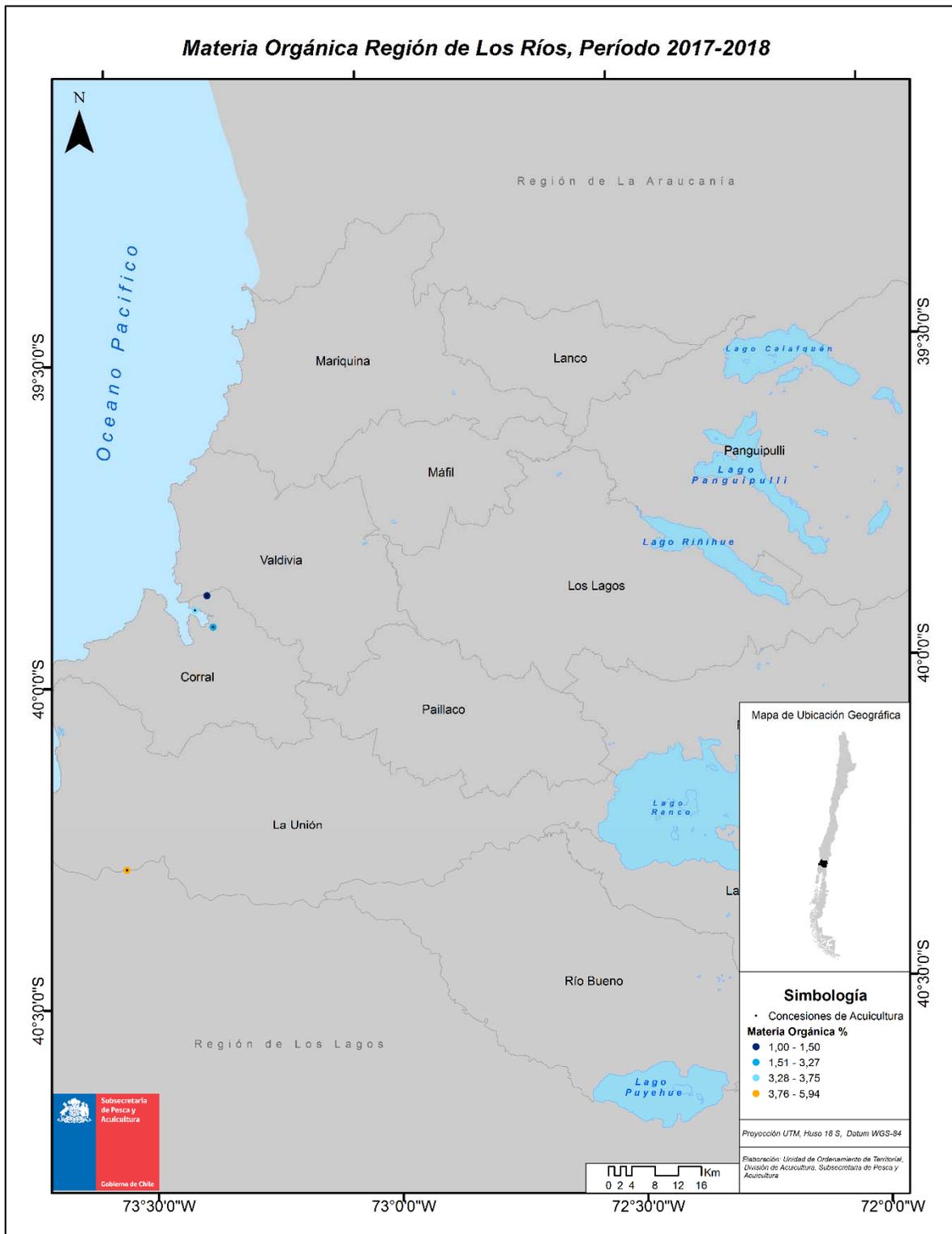


Mapa 15. Condición ambiental en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena según los resultados de la INFA, año 2018.

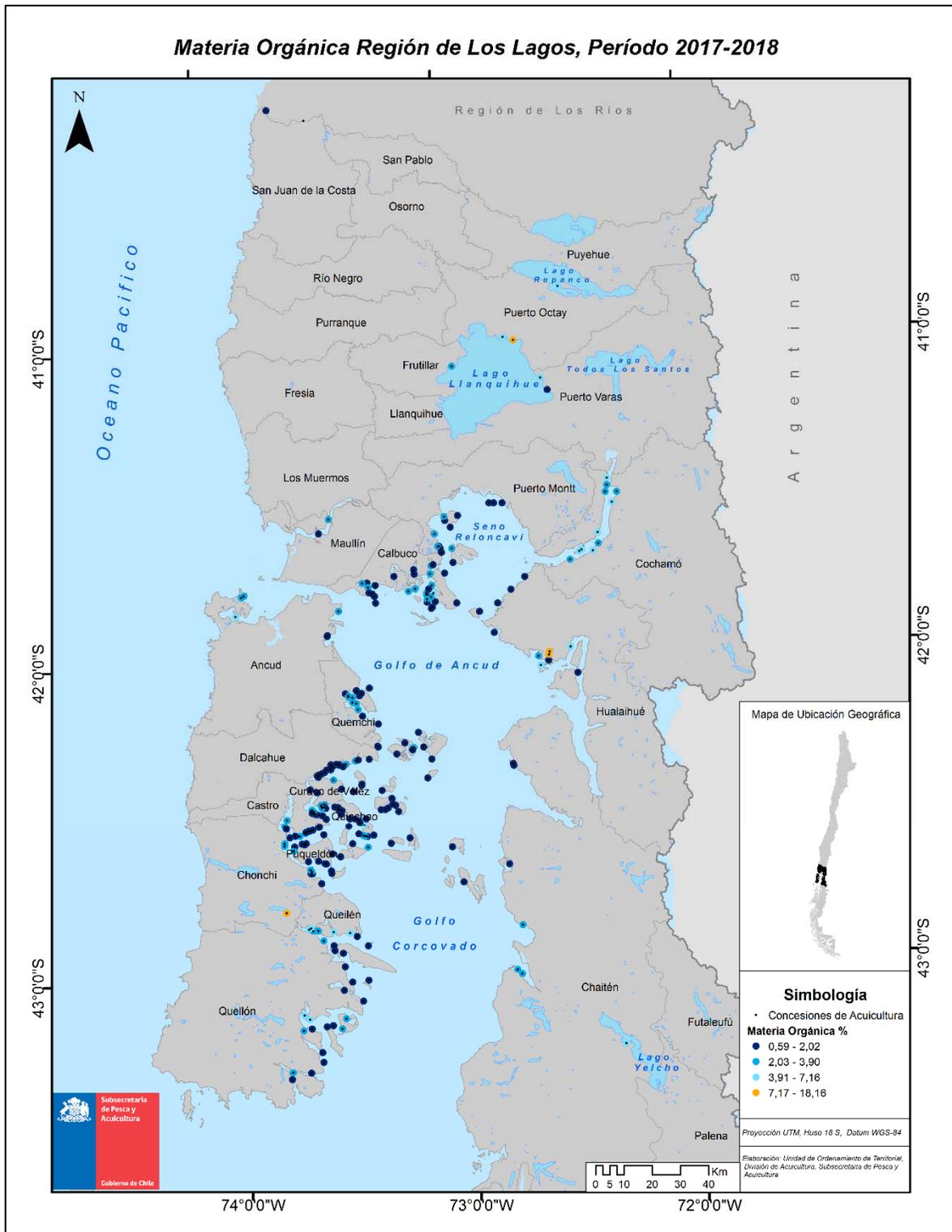
ANEXO III

Distribución de las Variables Ambientales por Región

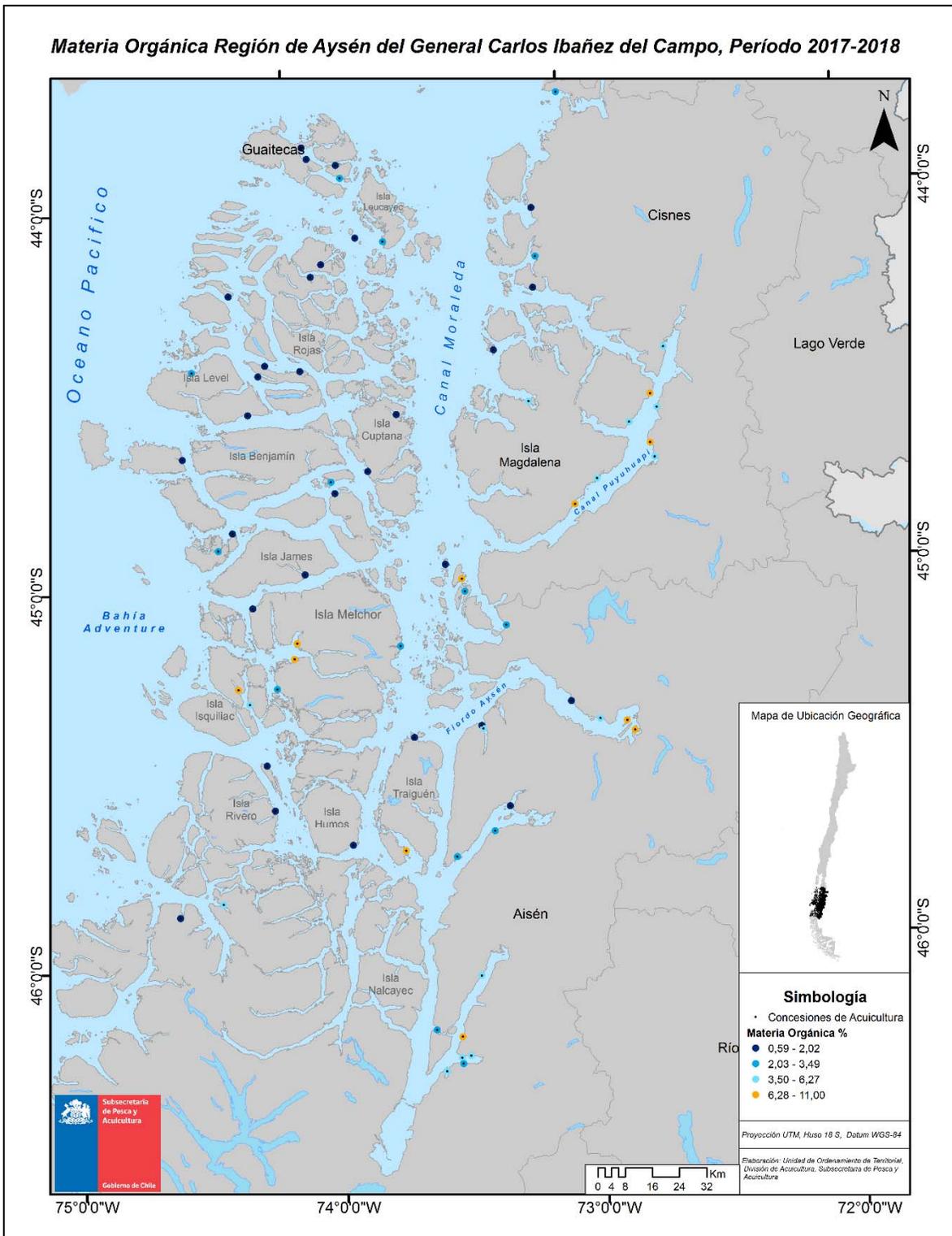
(Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campoy
Magallanes y la Antártica Chilena)



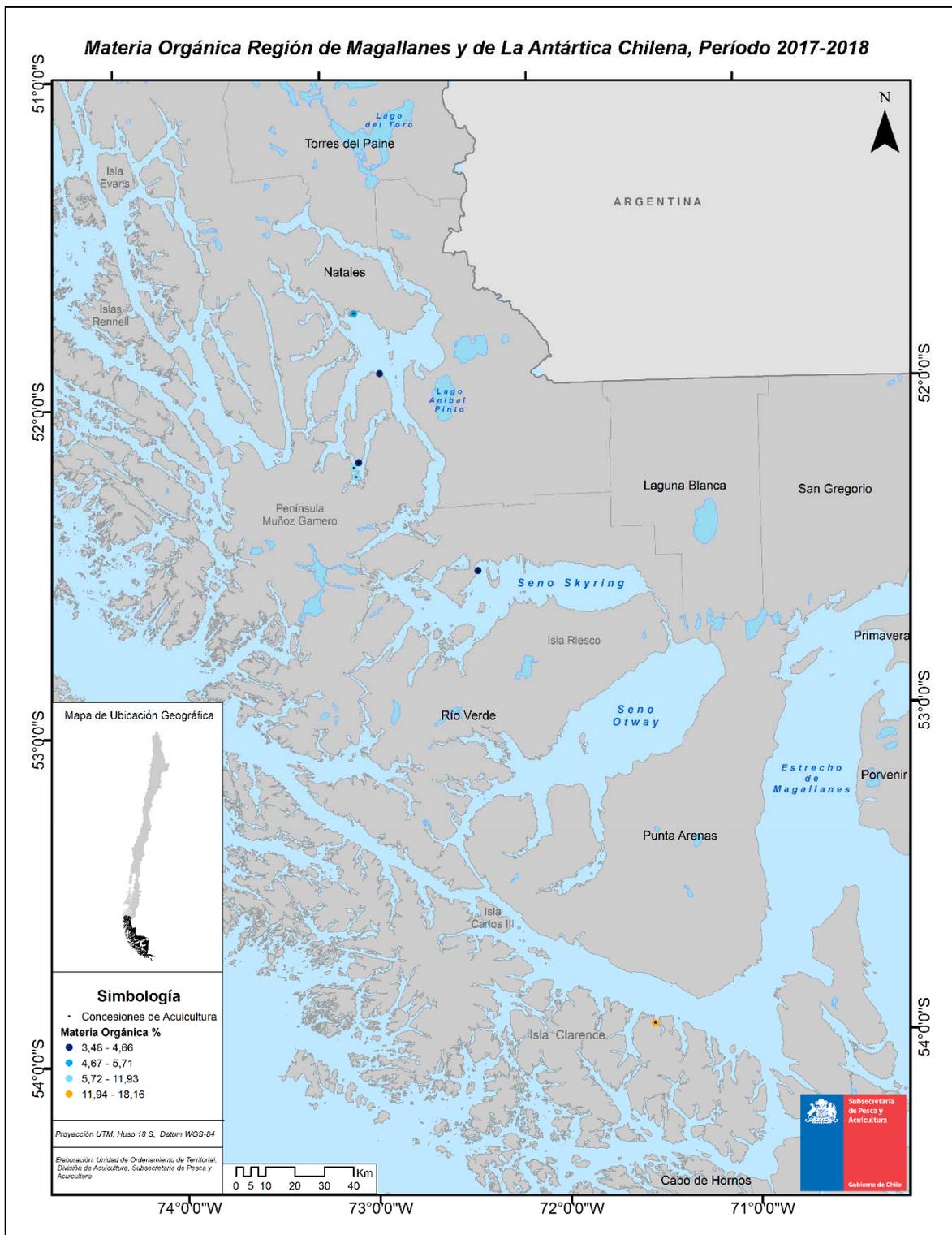
Mapa 16. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Los Ríos, promedio años 2017-2018.



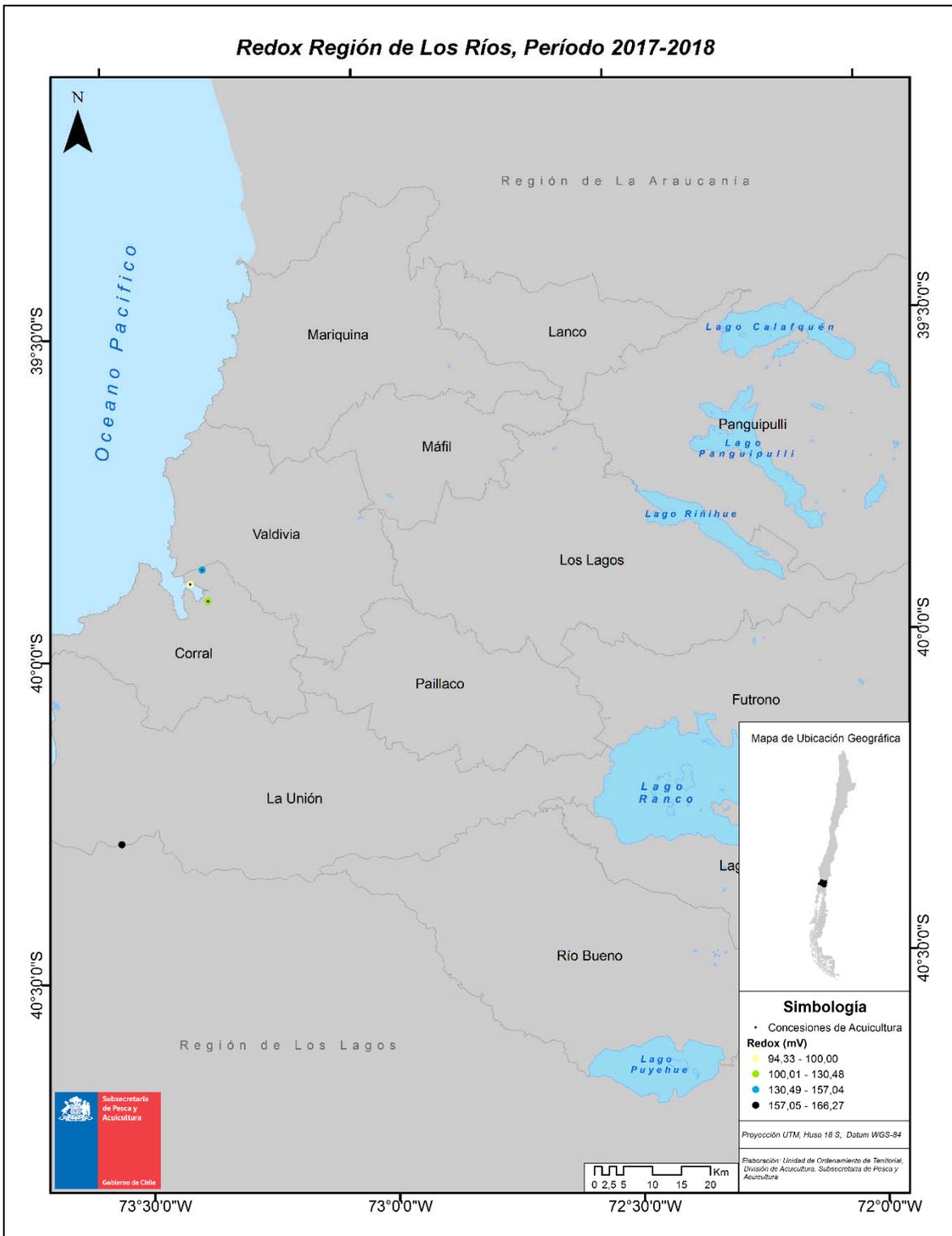
Mapa 17. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Los Lagos, promedio años 2017-2018.



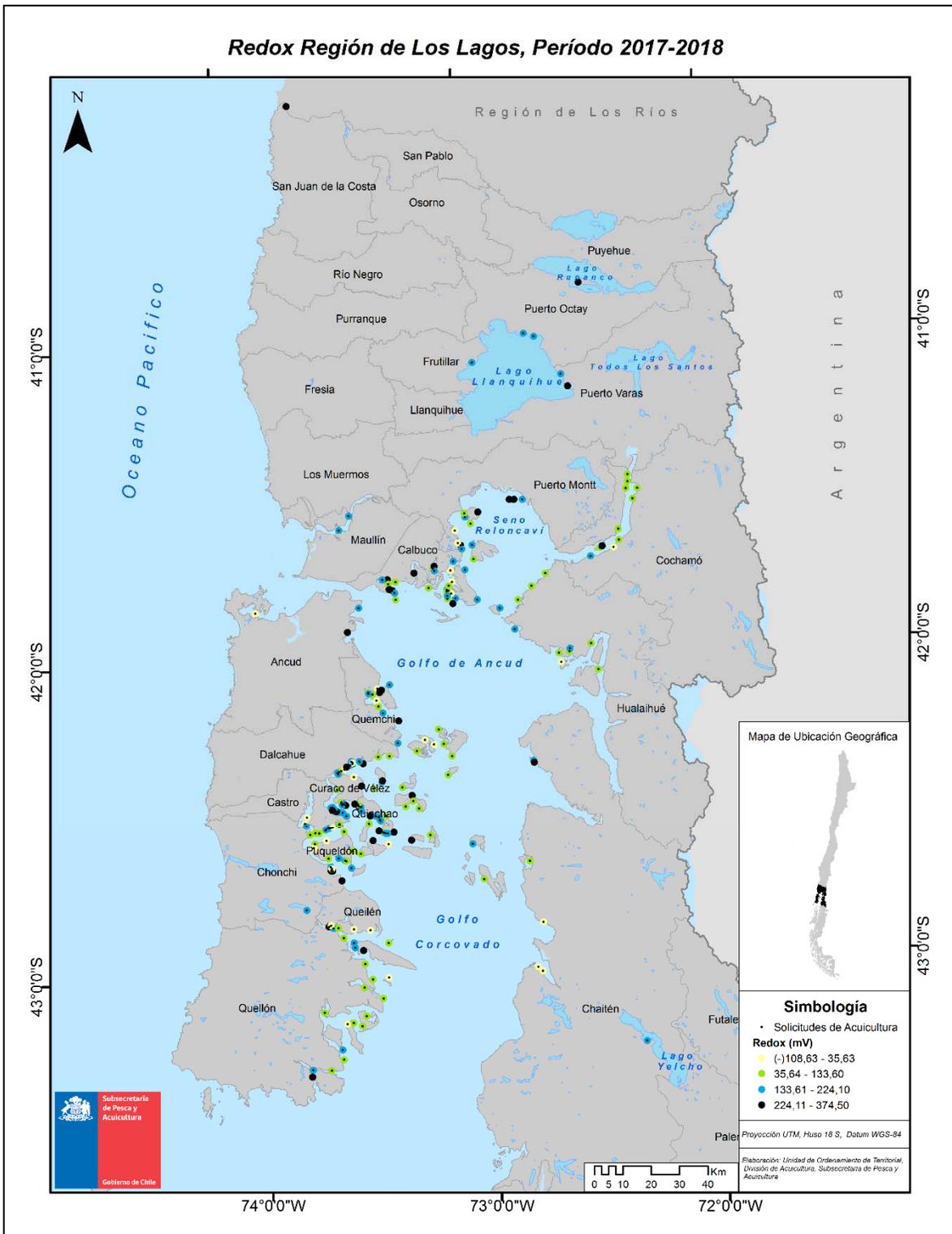
Mapa 18. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2017-2018.



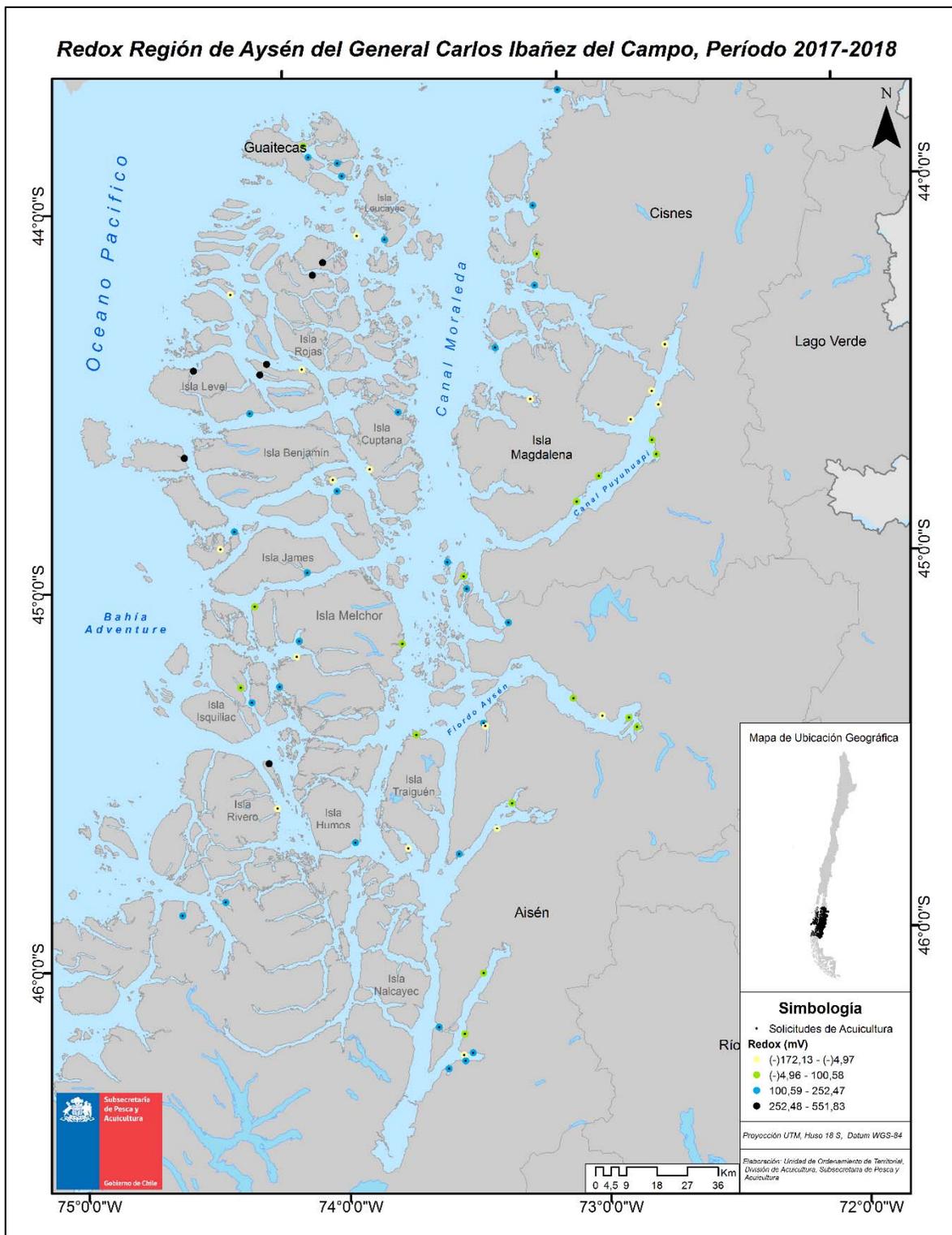
Mapa 19. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2017-2018.



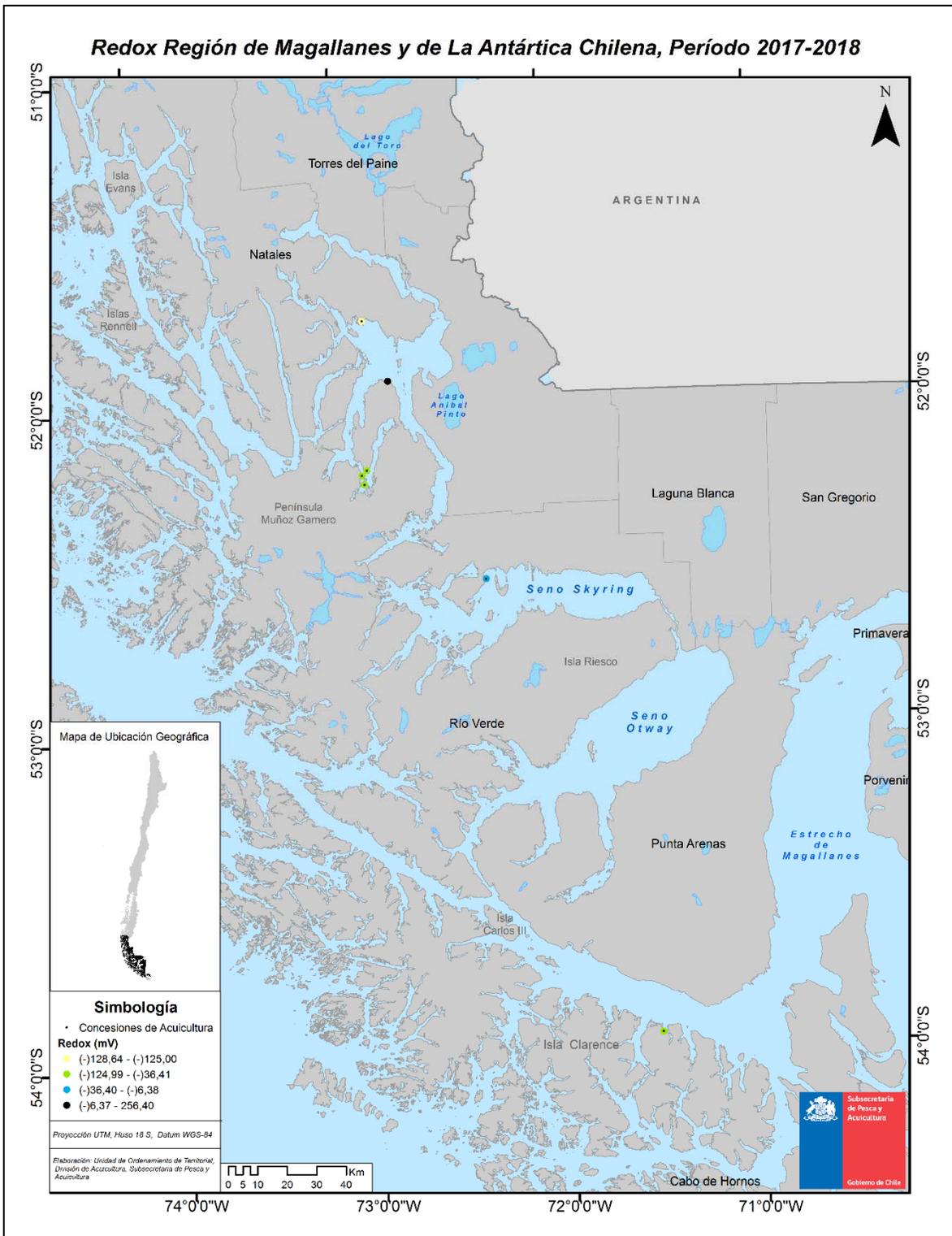
Mapa 20. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Los Ríos, promedio años 2017-2018.



Mapa 21. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Los Lagos, promedio años 2017-2018.



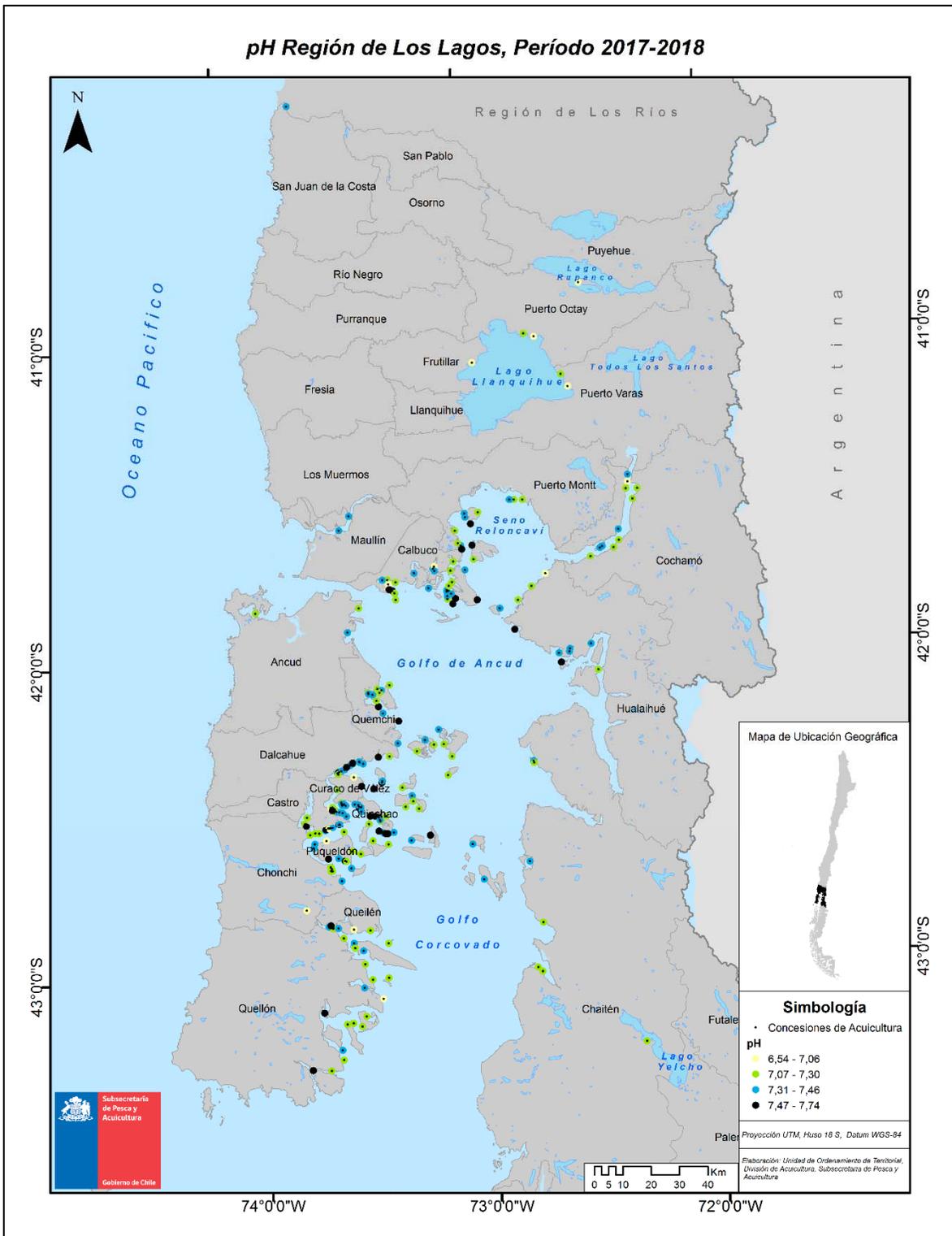
Mapa 22. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo, promedio años 2017-2018.



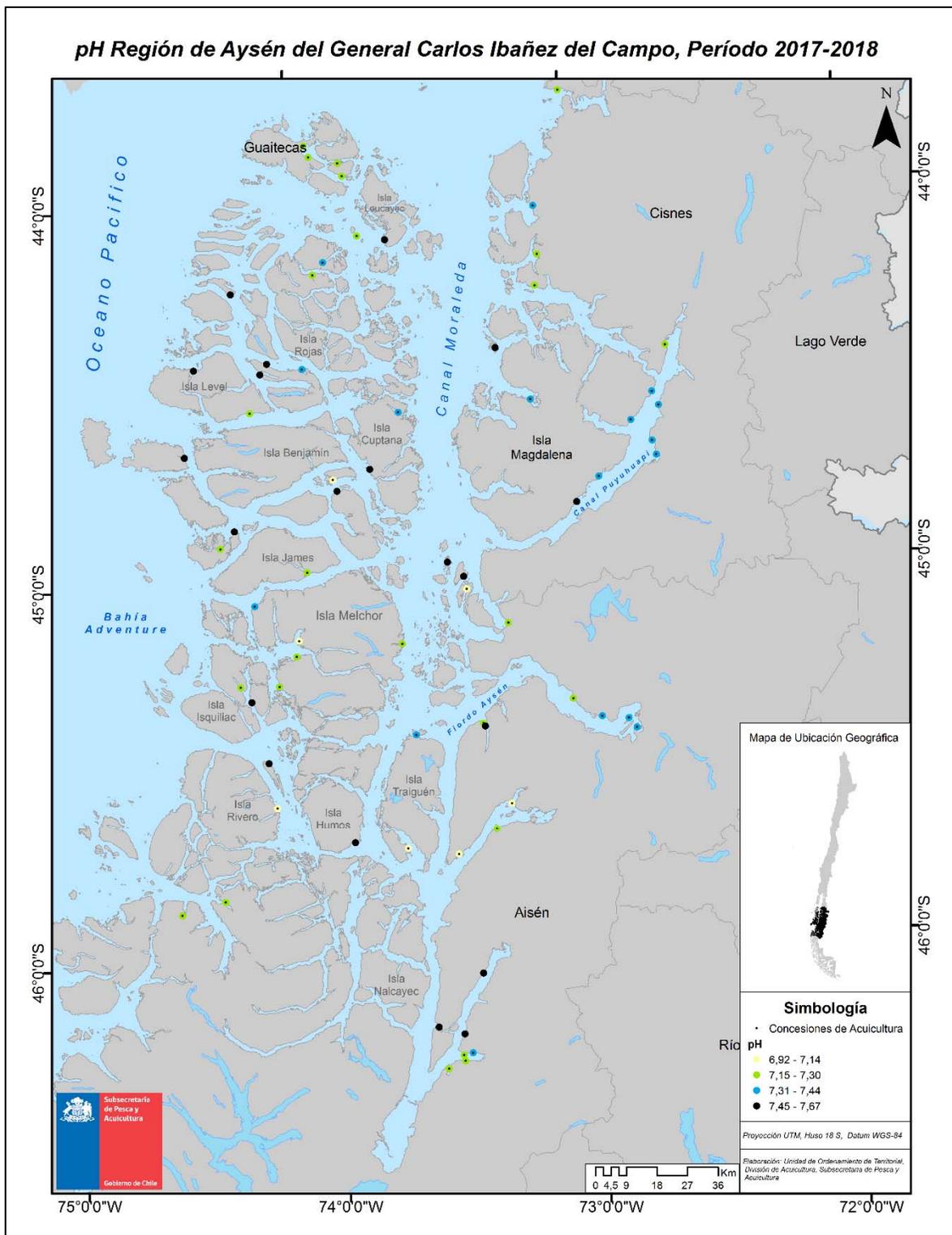
Mapa 23. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2017-2018.



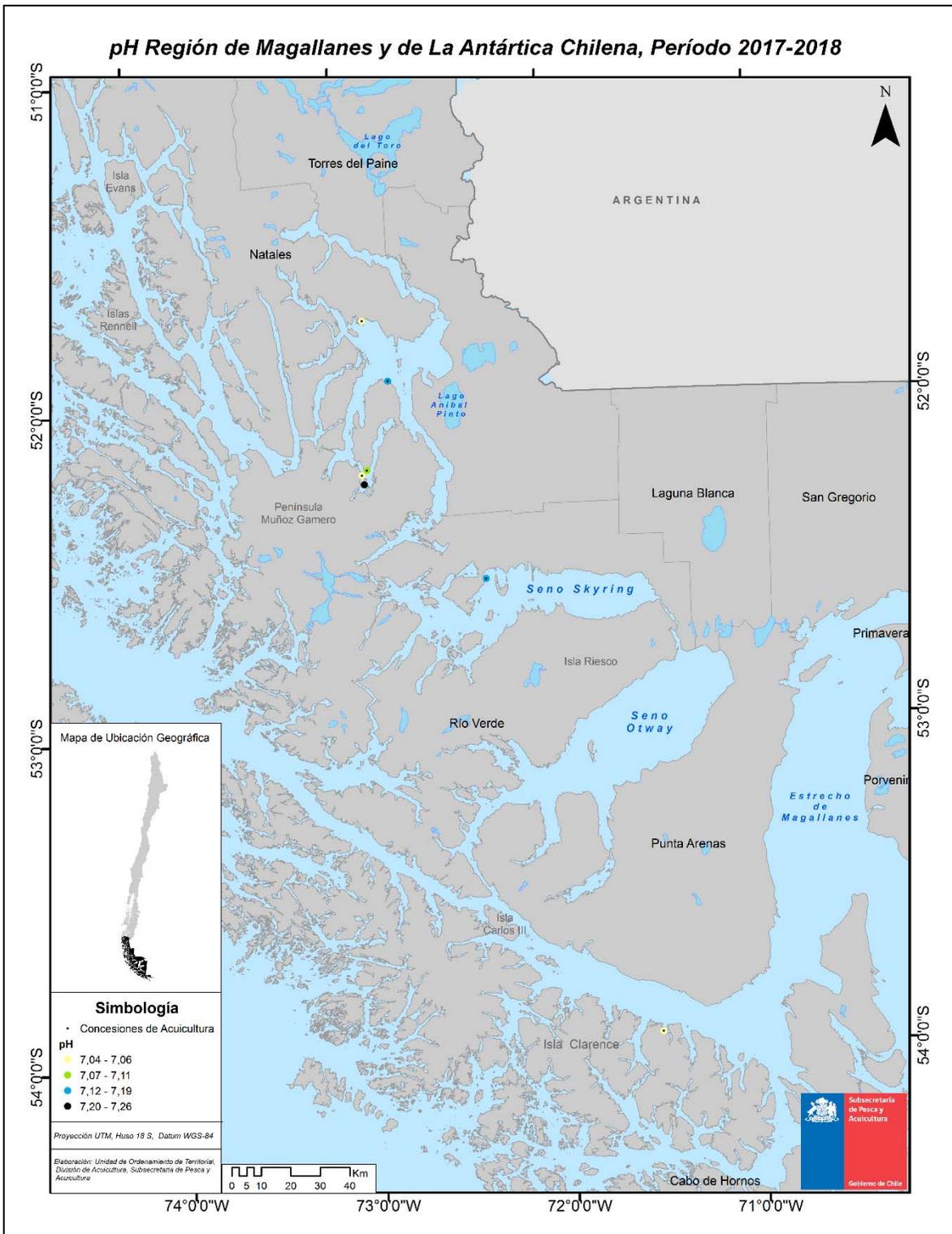
Mapa 24. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Los Ríos, promedio años 2017-2018.



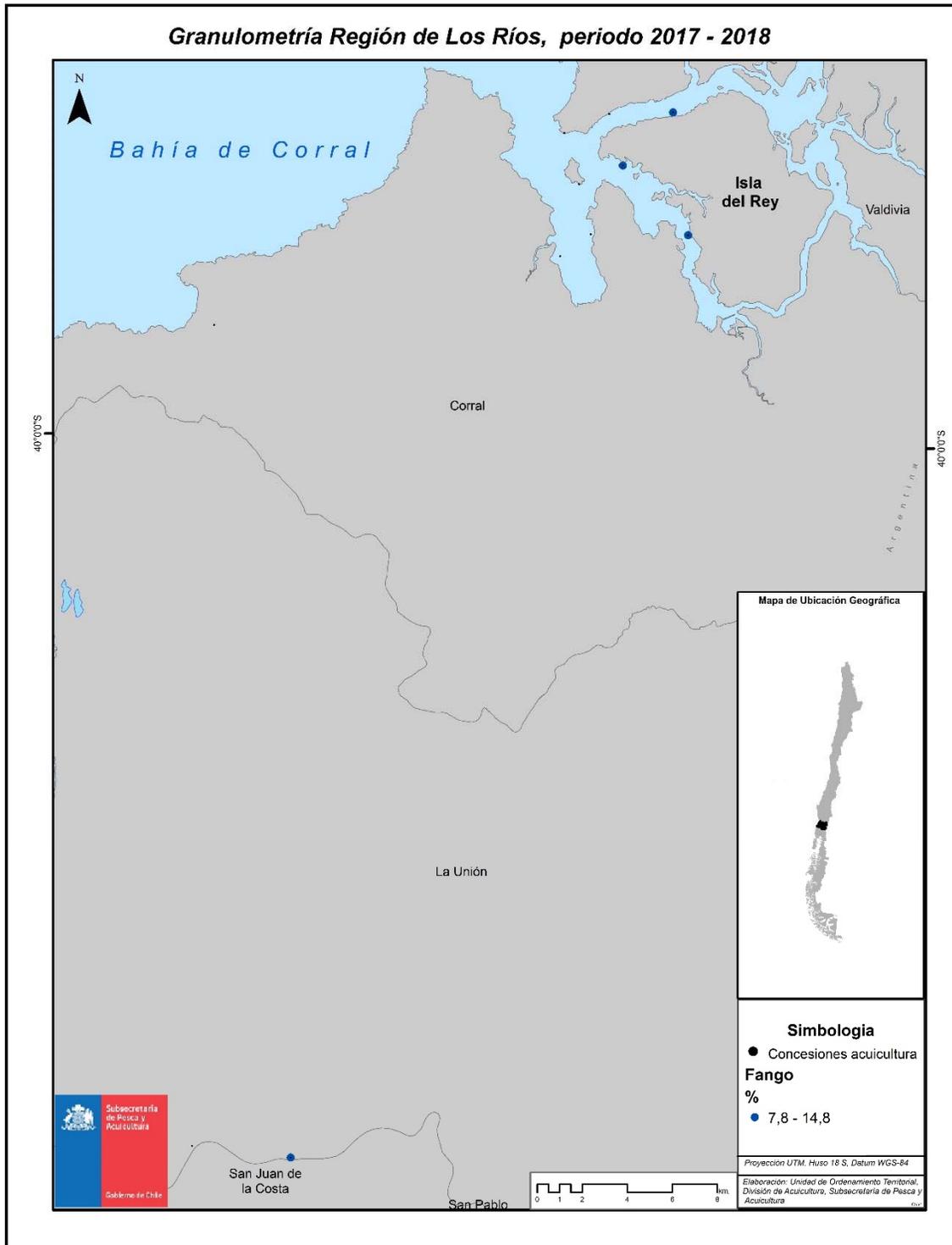
Mapa 25. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Los Lagos, promedio años 2017-2018.



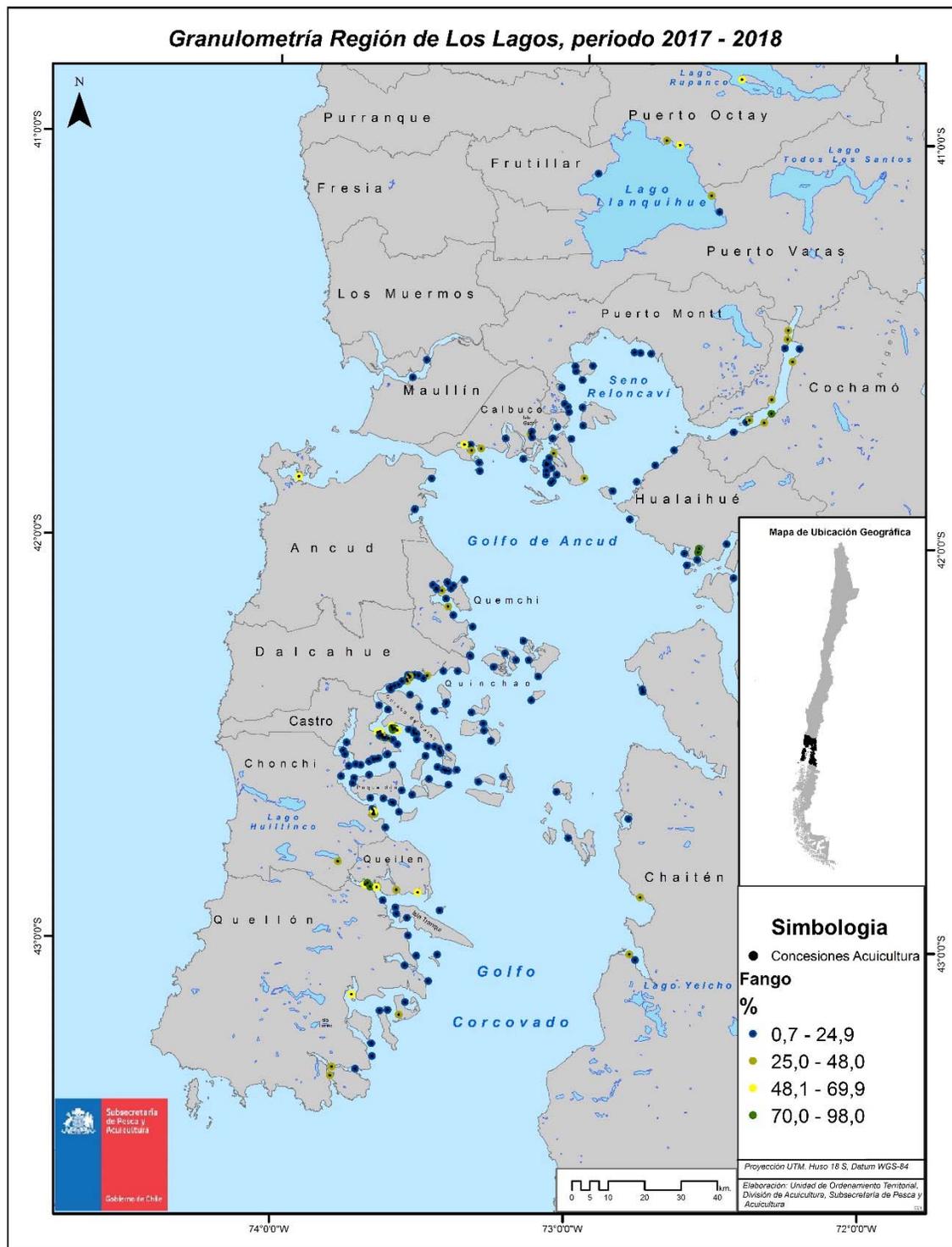
Mapa 26. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2017-2018.



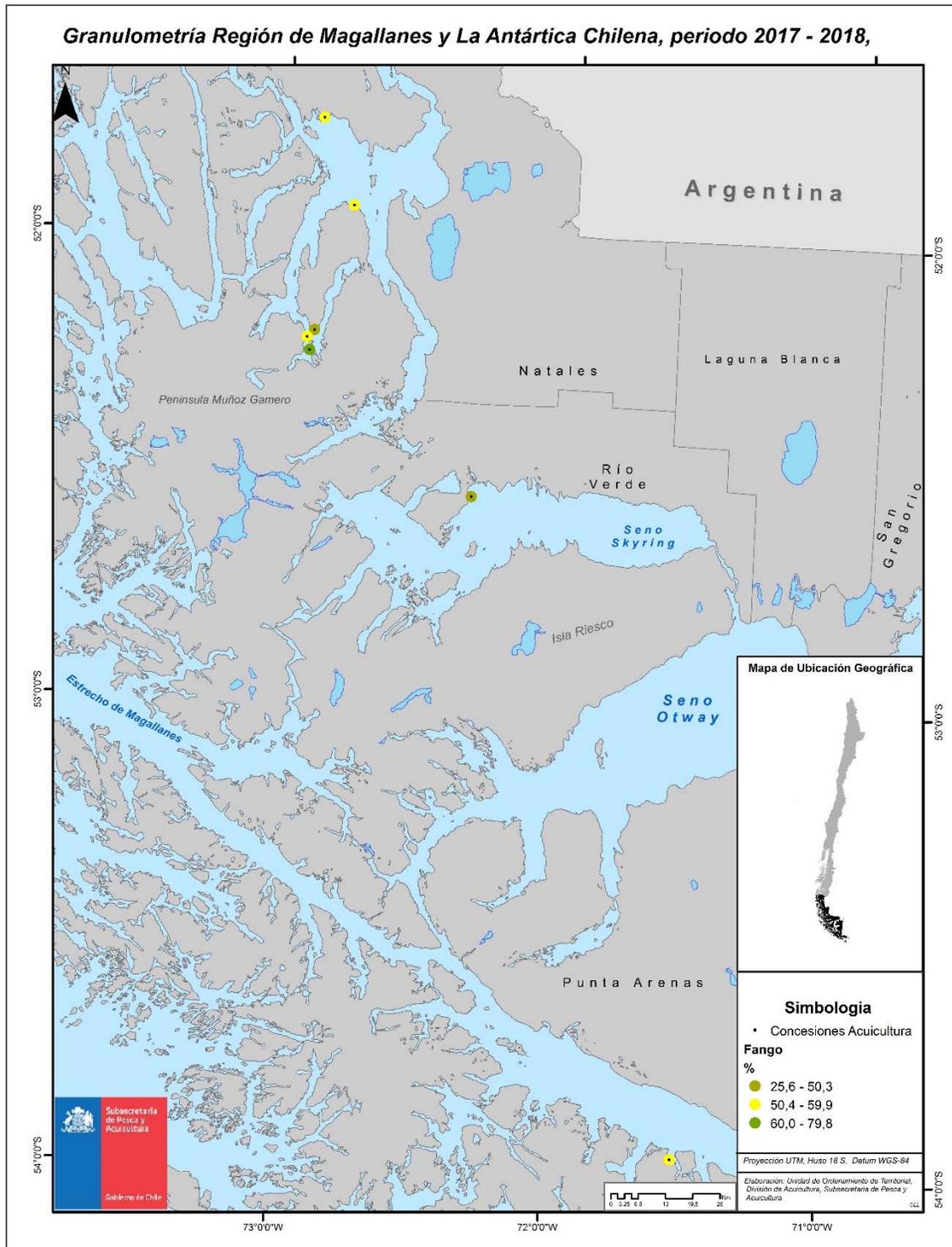
Mapa 27. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2017-2018.



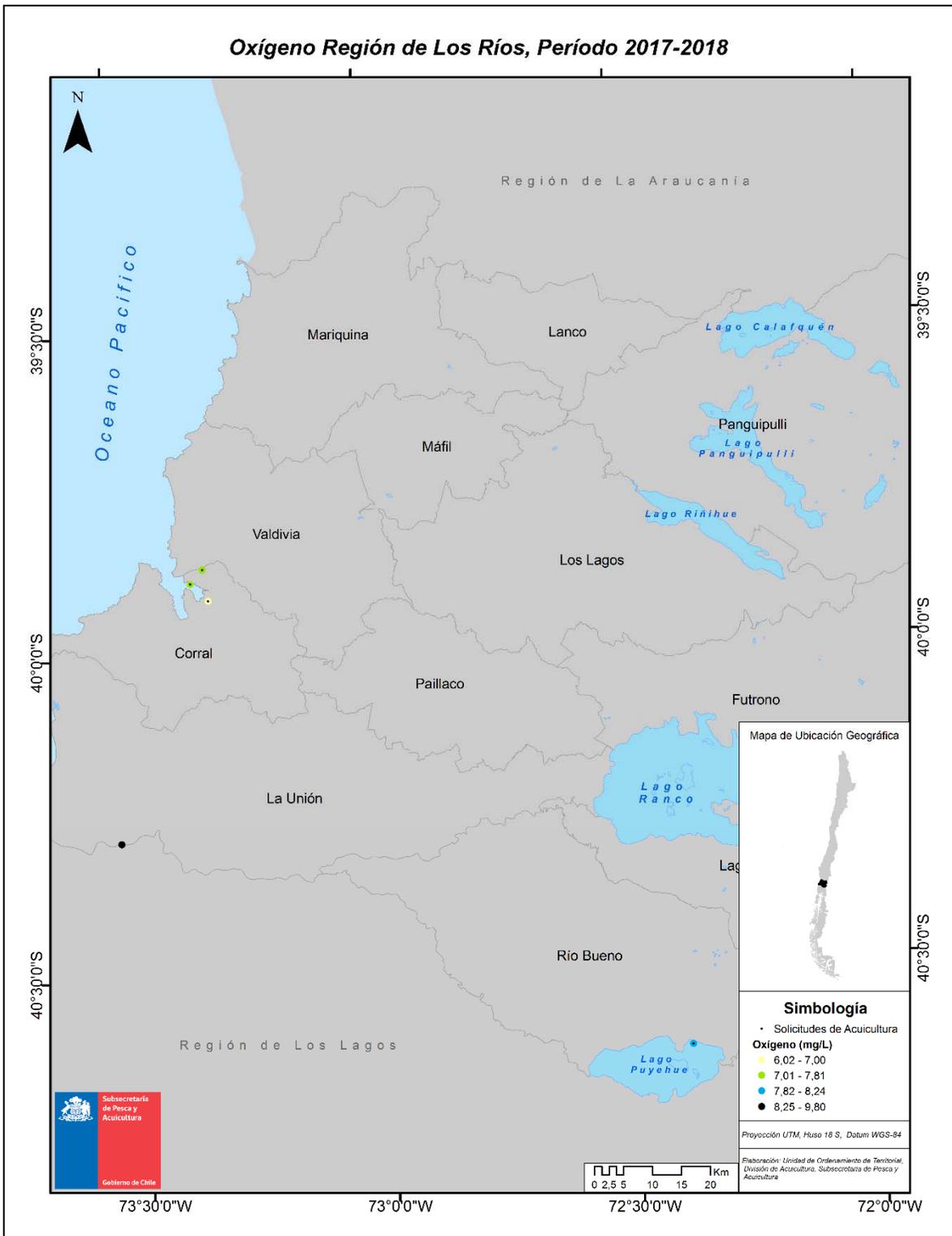
Mapa 28. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región Los Ríos, promedio años 2017-2018.



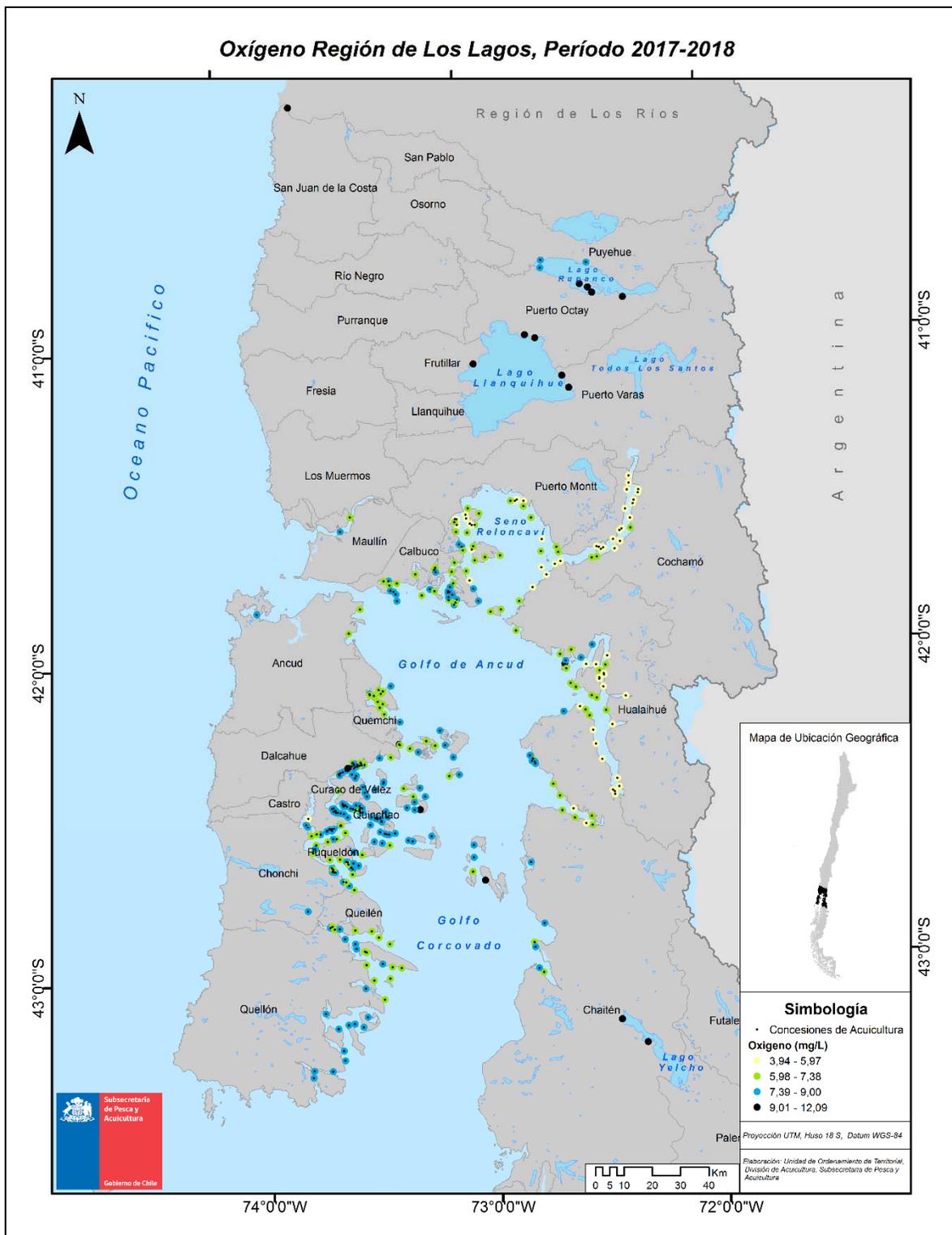
Mapa 29. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región Los Lagos, promedio años 2017-2018.



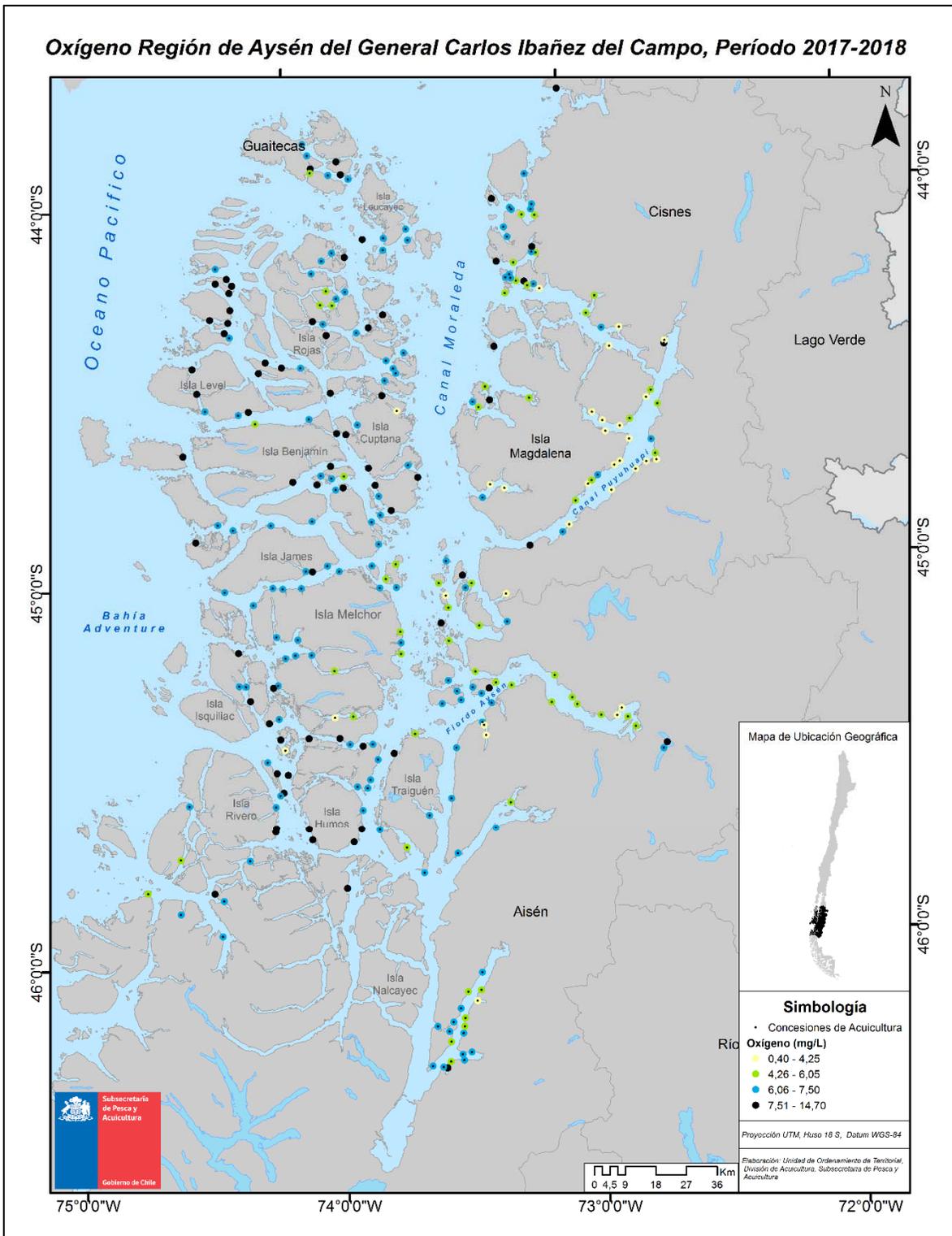
Mapa 31. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2017-2018.



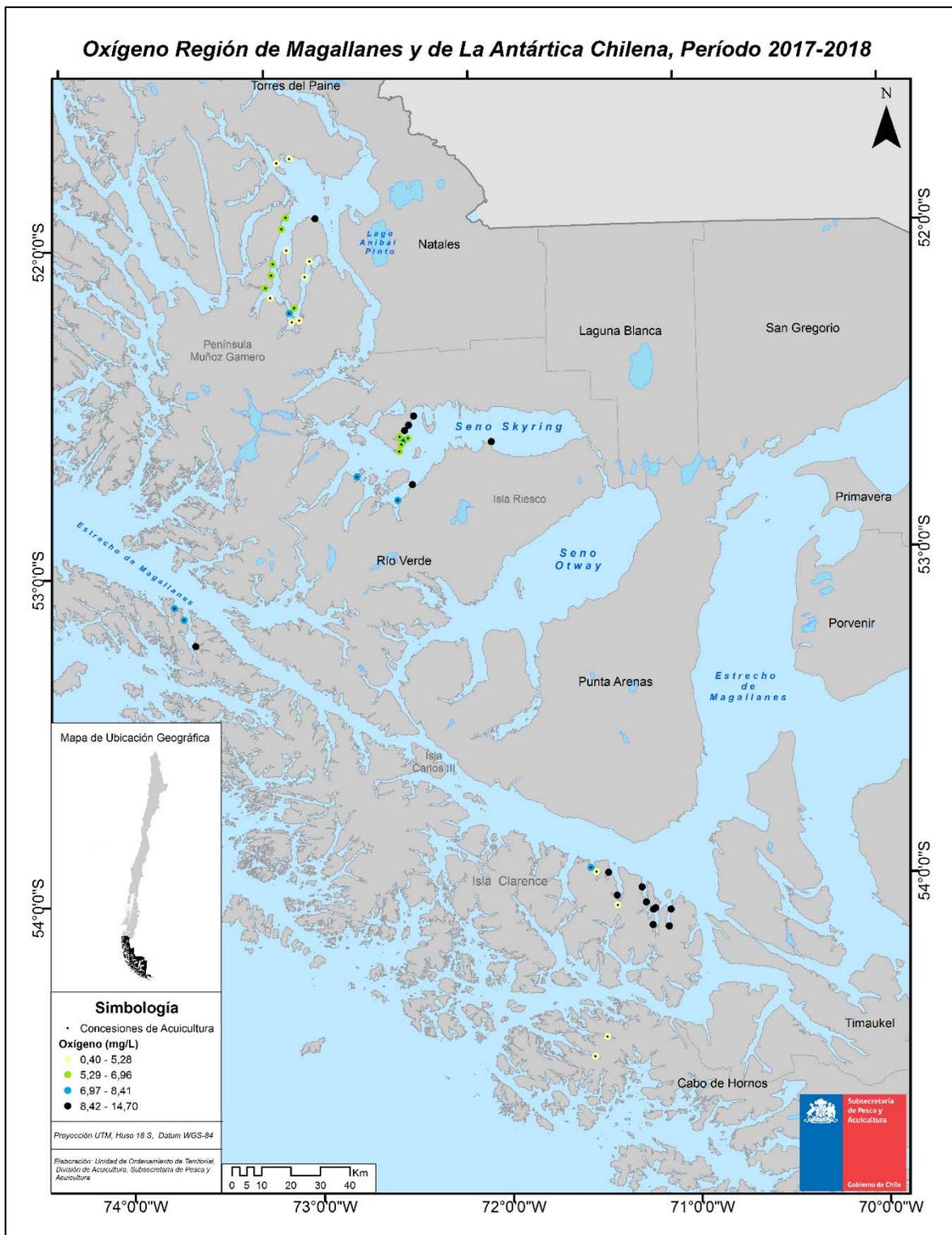
Mapa 32. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Los Ríos, promedio años 2017-2018.



Mapa 33. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Los Lagos, promedio años 2017-2018.



Mapa 34. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo, promedio años 2017-2018.



Mapa 35. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2017-2018.