

MINISTERIO DE ECONOMÍA,  
FOMENTO Y TURISMO

**SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA**

ACUI/Área no libre A. Catenella 2020



RENEVA ÁREA DE FLORECIMIENTO  
ALGAL NOCIVO (FAN) EN SECTOR QUE  
INDICA.

VALPARAISO, 19 MAR 2020

R.EX. N° 822

VISTO: El Informe Técnico (D.Ac.) N° 270/17.03.2020, contenido en el Memorandum (D.Ac.) N° 228/2020, ambos de fecha 17 de marzo de 2020 y de la División de Acuicultura de esta Subsecretaría; lo dispuesto en el D.F.L. N° 5 de 1983 y en la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus modificaciones, cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por el D.S. N° 430 de 1991, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; el D.S. N° 345 de 2005, y sus modificaciones, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; el Informe Técnico (D.Ac.) N° 194 de fecha 21 de febrero de 2020, enviado en consulta al Comité Consultivo mediante correo electrónico de fecha 24 de febrero de 2020; las Resoluciones N° 177 de 2009, N° 205 de 2011, N° 2826 de 2012, N° 3575 de 2014, N° 4084 de 2016, N° 1770 de 2017 y N° 1128 de 2018, todas de esta Subsecretaría.

**CONSIDERANDO:**

Que el D.S. N° 345 de 2005, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, estableció el Reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas, el cual tiene por objeto establecer las medidas de protección y control para evitar la introducción de especies que constituyan plagas hidrobiológicas, aislar su presencia, evitar su propagación y propender a su erradicación.

Que de conformidad con el artículo 4° del D.S. N° 345 de 2005, antes individualizado, esta Subsecretaría declarará determinados sectores o zonas geográficas en alguna categoría de área no libre, previo Informe Técnico y consulta al Comité Consultivo.

Que de conformidad con los resultados de los monitoreos de que da cuenta el Informe Técnico (D.Ac.) N° 270/2020, citado en visto, se sugiere la renovación del área de Florecimiento Algal Nocivo (FAN) de *Alexandrium catenella*, en los sectores que en él se indican.

Que mediante correo electrónico citado en Visto, se remitió en consulta el Informe Técnico (D.Ac.) N° 194 de 2020, al Comité Consultivo establecido en virtud del artículo 30 del D.S. N° 345 de 2005, y sus modificaciones, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

### RESUELVO:

1.- Renuévase por el plazo de dos años contados desde el vencimiento del plazo contemplado en la Resolución N° 1128 de 2018, de esta Subsecretaría, la declaración de área de Florecimiento Algal Nocivo (FAN) de **Alexandrium catenella**, en los siguientes sectores y en la categoría que en cada caso se indica, de conformidad con el Informe Técnico citado en Visto, que forma parte constituyente de la presente resolución, y con el artículo 4° del D.S. N° 345 de 2005, y sus modificaciones, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo:

Eco-Región	Área de FAN	Área de Plaga	Área de Riesgo de Plaga	No declarada	Límite geográfico Inicial (Dátum WGS-84)	Límite geográfico Final (Dátum WGS-84)
Zona 1 Eco-Región Los Lagos				X	W 73° 57' 08.2" S 41° 31' 22.9"  W 72° 17' 34.6" S 41° 29' 52.8"	W 74° 46' 03.4" S 43° 21' 43.9"  W 73° 04' 00.0" S 43° 22' 00.0"
Zona 2 Eco-Región RMB	X		X		W 73° 02' 54.8" S 43° 44' 17.9"  W 73° 02' 18.7" S 43° 50' 52.0"	W 72° 49' 29.4" S 43° 43' 16.5"
Zona 3 Eco-Región Aysén	X	X			W 74° 46' 03.4" S 43° 21' 43.9"  W 73° 04' 00.0" S 43° 22' 00.0"	W 75° 25' 11.0" S 45° 44' 48.4"  W 73° 37' 45.8" S 45° 59' 00.0"
Zona 4 Eco-Región de Magallanes	X		X		W 75° 40' 47.0" S 47° 39' 36.7"  W 74° 38' 56.6" S 47° 39' 42.1"	W 71° 09' 27.8" S 55° 44' 03.0"  W 66° 18' 17.8" S 55° 26' 17.4"

2.- El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura deberá, dentro del plazo de 15 días contados desde la publicación de la presente resolución, dictar o renovar los programas de vigilancia, detección, control y/o erradicación de plagas de conformidad con el artículo 9° del Reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas, y según las especificaciones contempladas en el Informe Técnico (D.Ac.) N° 270/2020, citado en Visto, los que deberán contener las medidas indicadas en el artículo 11 del mismo cuerpo normativo, según corresponda.

3.- Para los efectos contemplados en el artículo 8° del Reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas, se establecen los siguientes parámetros para determinar si el área individualizada en el numeral 1.- de la presente resolución, se considerará de plaga o de riesgo de plaga:

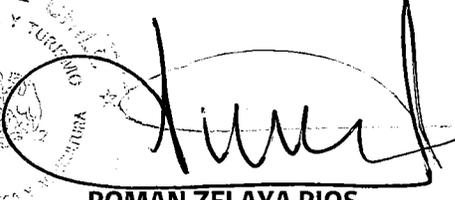
Categorización	Abundancia Relativa (Frecuencia %)			VPM (Frecuencia - Cobertura) % ≥ 80 µg/100 gr carne
	1	2	≥ 3	
Área de FAN	≥ 50	20 ≤ 49	20 ≤ 49	5 ≤ 9,9
Área de Riesgo	≥ 50	20 ≤ 49	20 ≤ 49	5 ≤ 9,9
Área de Plaga	NA	NA	≥ 50	≥ 10

4.- La presente Resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley N° 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que procedan de conformidad con la normativa vigente.

5.- Transcribese copia de la presente Resolución y del Informe Técnico N° 270/2020, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

Asimismo, publíquese íntegramente la presente resolución y el Informe Técnico N° 270/2020, en los sitios web de esta Subsecretaría, y del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

**ANOTESE, NOTIFIQUESE, PUBLIQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL POR CUENTA DE ESTA SUBSECRETARIA**

  
**ROMAN ZELAYA RIOS**  
 Subsecretario de Pesca y Acuicultura




## INFORME TÉCNICO D. AC. N° 270 / 17.03.2020

### **Renovación de área de florecimiento algal nocivo (FAN) de *Alexandrium catenella* en atención al D.S. (MINECON) N° 345 de 2005.**

#### **1. INTRODUCCIÓN:**

En el marco del Reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas, D. S. (MINECON) N° 345 de 2005 y sus modificaciones, esta Subsecretaría declaró plaga al dinoflagelado *Alexandrium catenella*, y estableció las áreas de plaga y de riesgo para esta especie mediante la Res. Ex. (Subpesca) N° 177 de 2009 que fuera renovada sucesivamente por las resoluciones N° 205 de 2011, N° 2826 de 2012, N° 3575 de 2014, esta última fue prorrogada mediante las Res. Ex. N° 4084 de 2016 y N° 1770 de 2017, todas de esta Subsecretaría. Posteriormente la Res. Ex. N° 1128 de 2018, renovó el área FAN de *Alexandrium catenella*.

De acuerdo a lo establecido en el artículo 4° del Reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas (REPLA), la declaración del área de plaga tiene una validez máxima de 2 años, por lo que para la propuesta 2020 se analizan los resultados del Programa de manejo y monitoreo de las mareas rojas en el sistema de fiordos y canales de Chile de los últimos 5 años, siguiendo el mismo esquema de la Res. Ex. N° 1128 de 2018.

En los análisis se consideraron todos los datos comprendido entre enero 2015 y diciembre 2019, examinándose los resultados de todas las estaciones de monitoreo entre la regiones de Los Lagos y la de Magallanes, que incluye áreas no declaradas y áreas declaradas bajo las categorías de plaga y en riesgo de plaga.

Las variables consideradas para la declaración fueron las abundancias relativas de *Alexandrium catenella* y los niveles de toxicidad por VPM encontrados en los recursos hidrobiológicos centinelas colectados en las mismas estaciones y analizadas por los laboratorios del Ministerio de Salud, en el marco del mismo programa.

La información contenida en el presente informe fue enviada previamente a consulta al Comité Consultivo del Reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas mediante el Informe Técnico D. Ac. N° 194 del 21 de febrero de 2020, al respecto sólo se recibieron observaciones menores del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, las cuales fueron incluidas en el presente documento. Los otros miembros del Comité enviaron su conformidad a lo expuesto en el mencionado documento o no enviaron observaciones.

## 2. FUENTES DE INFORMACIÓN:

Los datos analizados en la presente propuesta provienen del “Programa de manejo y monitoreo de las Mareas Rojas en el sistema de fiordos y canales de Chile”, que es un programa permanente de esta Subsecretaría, de acuerdo a lo establecido en el Título VII artículo N°92 de la Ley General de Pesca y Acuicultura (LPGA), que en su literal d) establece que el programa de investigación deberá considerar, entre otras materias, el monitoreo o seguimiento de las especies hidrobiológicas que constituyan plaga. El monitoreo propiamente tal es ejecutado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), conforme a lo dispuesto en el mismo artículo 92 de la citada ley.

El IFOP ejecuta el “Programa de manejo y monitoreo de las Mareas Rojas en el sistema de fiordos y canales de Chile” desde el año 2006, en etapas anuales que se inician en marzo de un año, a febrero del año siguiente. El programa considera en la actualidad una red 228 de estaciones de monitoreo desde la Región de Los Lagos (Estuario de Reloncaví) hasta la Región de Magallanes (Tierra del Fuego), existiendo una zona geográfica, en el sector del Golfo de Penas, en donde no existen estaciones por el difícil acceso logístico, por la escasa actividad extractiva y donde tampoco se desarrolla acuicultura.

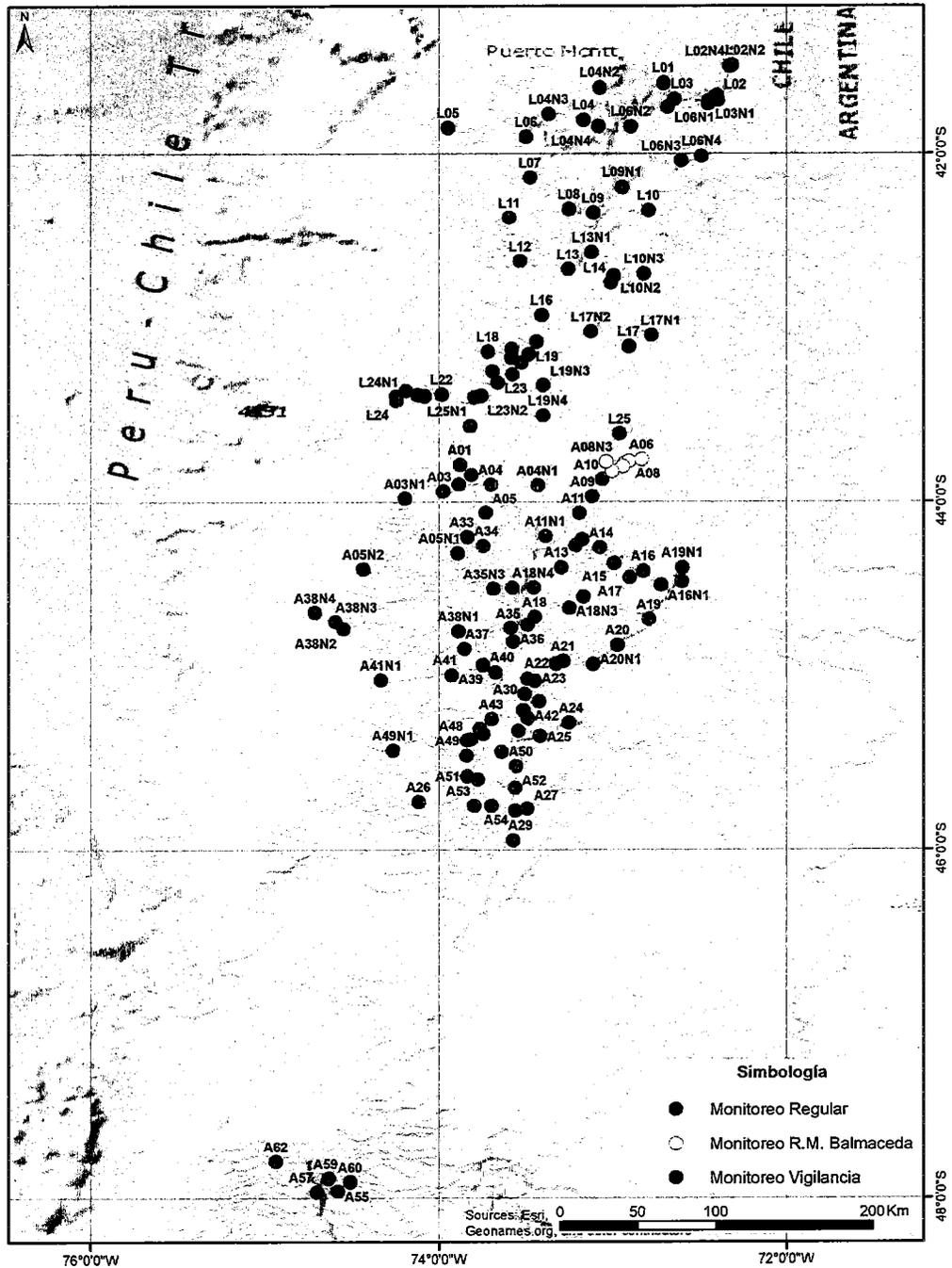
En términos del muestreo, el programa se estructura en 3 subprogramas; Regular, Vigilancia y Fiscalización, y Raúl Marín Balmaceda, que se diferencian por la frecuencia de muestreo (Figuras 1, 2 y 3).

El Subprograma Regular, consta de 205 estaciones con muestreo mensual, excepto durante los meses de julio-agosto que se realiza cada 45 días. Por su parte, los Subprogramas de Vigilancia y Fiscalización, y de Raúl Marín Balmaceda, tienen una frecuencia de muestreo de 10 días aproximadamente, con un receso invernal de 30 días. El Subprograma de Vigilancia considera 17 estaciones de monitoreo, ubicadas en el sur de la isla Chiloé y norte de la región de Aysén y tiene como objetivo conocer el comportamiento de *Alexandrium catenella*, en límite del área no declarada y el área FAN. En cuanto al Subprograma de Raúl Marín Balmaceda considera 6 estaciones de monitoreo, ubicadas en el Estero Pitipalena, categorizado como área en riesgo de plaga, dentro del área FAN.

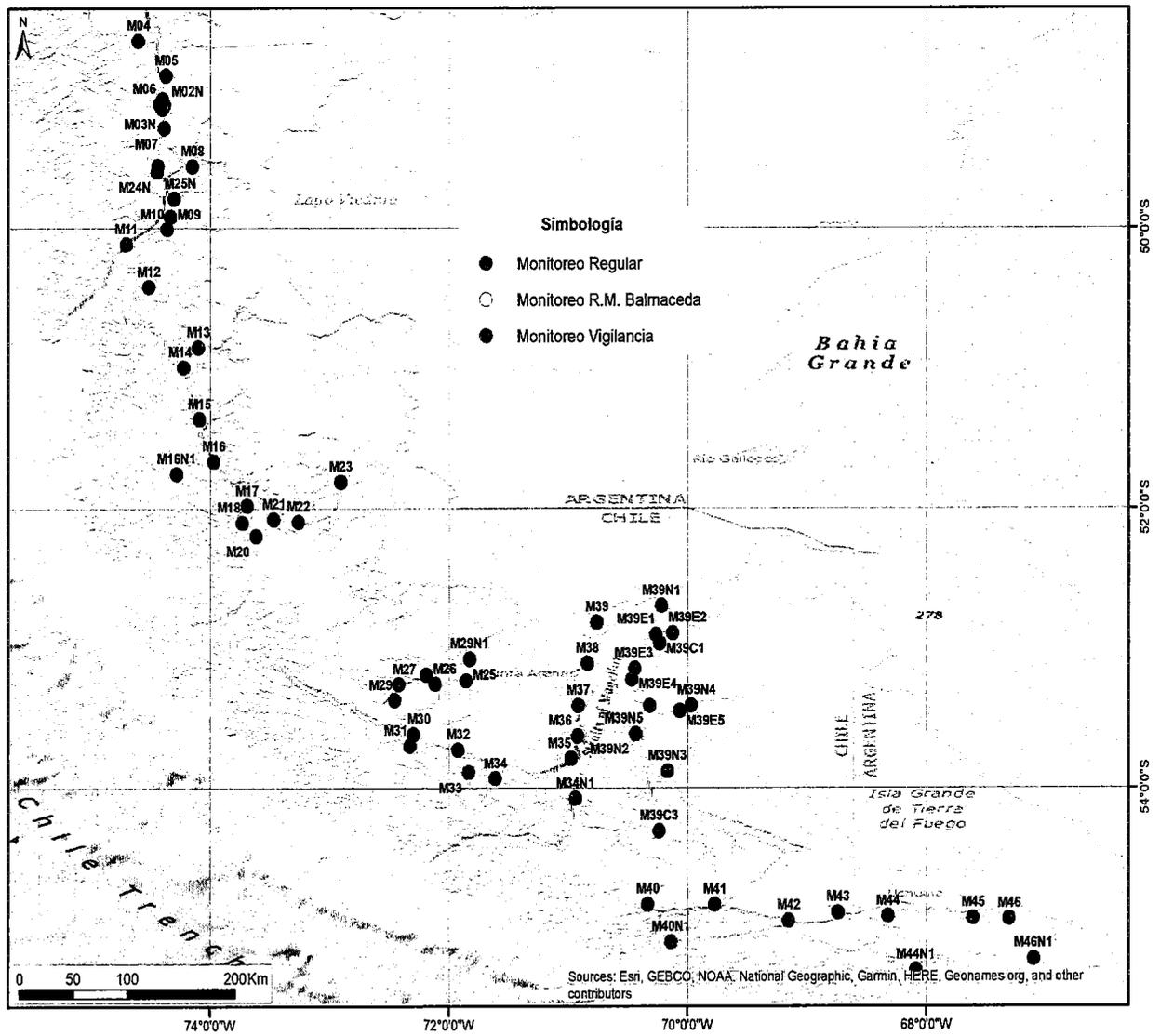
Los análisis para la determinación del área de plaga consideraron los resultados de las 228 estaciones que forman parte del programa, todas a una frecuencia mensual independiente del subprograma al que pertenecen, considerándose como variables las abundancias relativas de *Alexandrium catenella* y los niveles de toxicidad por VPM, obtenida en cada una de estas estaciones entre enero 2015 y diciembre 2019.

Las abundancias relativas de *Alexandrium catenella* fueron determinadas en el Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN) del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Por su parte, los mariscos para análisis de toxinas fueron colectados por IFOP durante el muestreo regular, el cual considera la extracción de recursos bentónicos para análisis de toxinas marinas, los que posteriormente son analizados por los laboratorios del Ministerio de Salud, en las regiones de Lagos, Aysén y Magallanes, de acuerdo a las directrices del Reglamento Sanitario de los Alimentos, D.S. (MINSAL) N° 977 de 1996. Todo dentro del marco Programa de manejo y monitoreo de las mareas rojas en el sistema de fiordos y canales de Chile.

**Figura 1:** Estaciones de monitoreo del Programa de manejo y monitoreo de las Mareas Rojas en el sistema de fiordos y canales de Chile, Subprogramas regular, de fiscalización y vigilancia, y Raúl Marín Balmaceda en las regiones administrativas de los Lagos y Aysén.



**Figura 2:** Estaciones de monitoreo del Programa de manejo y monitoreo de las Mareas Rojas en el sistema de fiordos y canales de Chile, subprograma regular, en la Región de Magallanes.



### 5.1 Metodología de muestreo y análisis de *Alexandrium catenella*.

El muestreo cualitativo de fitoplancton para la estimación de la abundancia relativa se realiza en todas las estaciones donde se ejecuta el monitoreo, según la siguiente metodología:

1. **Muestreo cualitativo:** el fitoplancton es recolectado en todas las estaciones mediante arrastres verticales, desde 20 m de profundidad como máximo hasta la superficie o según profundidad del lugar, usando una red de trama de malla de 23  $\mu\text{m}$ . Los arrastres son realizados en triplicado (3 réplicas), en dos lugares en cada punto de muestreo de cada estación, separados entre sí por aproximadamente por 300 m. Las muestras se fijan con formalina neutralizada al 2-3% y en cada punto se conforma una sola muestra (i.e. una muestra integrada de seis arrastres).
2. **Análisis cualitativo:** se utilizan microscopios ópticos de campo luminoso, a 100x y 400x, dotados con condensador de contraste de fase y equipo de epifluorescencia. Se realiza la estimación de la abundancia relativa de; *Alexandrium catenella*, *Alexandrium ostenfeldii*, *Alexandrium* cf. *tamarense*, *Dinophysis acuta*, *Dinophysis acuminata*, *Protoceratium reticulatum*, *Pseudo-nitzschia* cf. *australis* y *Pseudo-nitzschia* cf. *pseudodelicatissima*, para lo cual se contabiliza el número de células en una alícuota de 0,1 ml tomada desde una muestra sedimentada, bajo un cubre-objeto de 18 x 18 mm (3 réplicas). Sin perjuicio de lo anterior, se identifican todas las microalgas contenidas en la muestra al nivel de especie, y en los casos que no sea posible hasta el menor nivel taxonómico. Los resultados cualitativos, son llevados a una escala semi-cuantitativa llamada escala de abundancia relativa, cuyos valores para *Alexandrium catenella* se presentan en la Tabla 1.

**Tabla N°1.** Escala de abundancia relativa para *Alexandrium catenella* (especie plaga)

ESCALA		Abundancia relativa de <i>Alexandrium catenella</i>
AUSENTE	0	0
RARO	1	1 - 2
ESCASO	2	3 - 10
REGULAR	3	11 - 42
ABUNDANTE	4	43 - 170
MUY ABUNDANTE	5	171 - 682
EXTREMADAMENTE ABUNDANTE	6	683 - 2730
HIPER ABUNDANTE	7	2731 - 10922
ULTRA ABUNDANTE	8	10923 - 43690
MEGA ABUNDANTE	9	43691 - 174762

## 5.2 Metodología de muestreo y análisis de Veneno Paralizante de los Mariscos (VPM).

El monitoreo del VPM se realiza mediante la colecta mensual de recursos hidrobiológicos centinelas, en todas las estaciones del programa donde hay disponibilidad de recursos. Los recursos centinelas corresponden mayoritariamente a moluscos bivalvos, ya que dada su condición de filtradores son los primeros en acumular toxinas marinas. Estos recursos corresponden principalmente a ejemplares adultos de cholga (*Aulacomya atra*), chorito (*Mytilus chilensis*) y almeja (*Venus antiqua*), que a la vez son recursos que tienen importancia para la pesca extractiva y la acuicultura.

Los organismos son obtenidos mediante buceo y las muestras son inmediatamente refrigeradas o congeladas y trasladadas a los laboratorios de Salud Pública Ambiental y Laboral de cada Secretaría Regional Ministerial de Salud (Seremía de Salud), en donde se realiza la determinación de VPM siguiendo las directrices del Reglamento Sanitario de los Alimentos, D.S. (MINSAL) N° 977 de 1996. Cabe señalar que el límite de comercialización establecido por Ministerio de Salud, y en general a nivel mundial, es 80 µg de VPM en 100 gramos de recurso. El Ministerio de Salud prohíbe la extracción, transporte y comercialización de los recursos con concentraciones por sobre este valor.

## 3. CRITERIOS PARA DETERMINAR ÁREA DE FAN Y CATEGORIZACIÓN DE ÁREA DE PLAGA Y DE RIESGO DE PLAGA.

### 3.1 Criterios utilizados entre los años 2008 - 2016 para determinar área FAN y la categorización de área de plaga y de riesgo de plaga.

El Informe Técnico D. Ac. N°2168 de 2008 fue la base para fundamentar la primera declaración de área de FAN de la especie *Alexandrium catenella* (Resolución Exenta N°177 de 2009), proponiendo criterios para determinar el área de FAN, así como los parámetros para categorizar las áreas de plaga y de riesgo de plaga dentro de un área de FAN.

En dicho documento, se propuso que aquellas zonas donde se hubiera presentado la especie plaga, a los menos durante dos años consecutivos, podrían constituir un área de FAN, considerando el principio que la frecuencia temporal, en escala anual, daría indicios de la ocurrencia y persistencia de los eventos de FAN de *Alexandrium catenella*.

Igualmente, se planteó que abundancias relativas (AR) iguales o mayores a 3, en más del 50% de los cruceros de monitoreo que componen un programa o subprograma, era criterio para categorizar una zona como área plaga, mientras que valores entre 1 y hasta 2, en menos del 50% de las estaciones, era criterio para categorizar una zona en riesgo de plaga, es decir que se utilizó una combinación entre cobertura espacial y abundancia relativa. En el caso de las zonas libres, se proponía como criterio dos años de monitoreo sin registrar la presencia de la especie plaga. Todo lo anterior considerando información obtenida desde muestreos realizados con una frecuencia menor a 30 días.

### 3.2 Criterios propuestos en 2018 para determinar área de FAN y categorización de área de plaga y de riesgo de plaga.

En atención, a que los criterios propuestos inicialmente no consideraban los efectos adversos causados por la especie plaga, ni la duración en el tiempo de los eventos FAN, para la declaración de Área de FAN de 2018 (R.Ex N°1128) se modificaron y ampliaron los criterios, lo cual se fundamentó en el Informe Técnico D.AC. N° 288/ 14.03.2018 de esta Subsecretaría.

En el informe Técnico D.AC. N° 288/2018, se incluyeron nuevos antecedentes y análisis, como la frecuencia temporal de las abundancias relativas de *A. catenella* para cada estación y la cobertura espacial y frecuencia temporal de las concentraciones de VPM, que superaban la norma de 80 µg/100gr de carne, dado que la toxicidad da cuenta de la expresión de la especie plaga, y de los efectos negativos de la misma.

Por otra parte, se trabajó bajo el concepto de 4 Eco-Regiones, en lugar de las tres regiones administrativas, es decir, las estaciones de monitoreo fueron agrupadas, en base a condiciones hidrográficas, oceanográficas, geográficas y la distribución que *A. catenella*. Las cuatro Eco-Regiones definidas en ese momento, corresponden a la Eco-Región de los Lagos, la Eco-Región Raúl Marín Balmaceda, la Eco-Región de Aysén y la Eco-Región de Magallanes (Figura 3, 4, 5 y 6).

Adicionalmente, se aumentó la serie de tiempo analizada de 2 años a 5 años, para evaluar el comportamiento de *Alexandrium catenella* a más largo plazo. De esta manera, la propuesta de zonificación de 2018, relacionaba el comportamiento de *A. catenella* con los procesos hidrográficos y oceanográficos asociados a las características geográficas presentes en los diferentes sectores monitoreados, generando así las Eco-Regiones individualizadas en la Tabla 2, cuyas estaciones de muestreo se identifican en la Tabla 3.

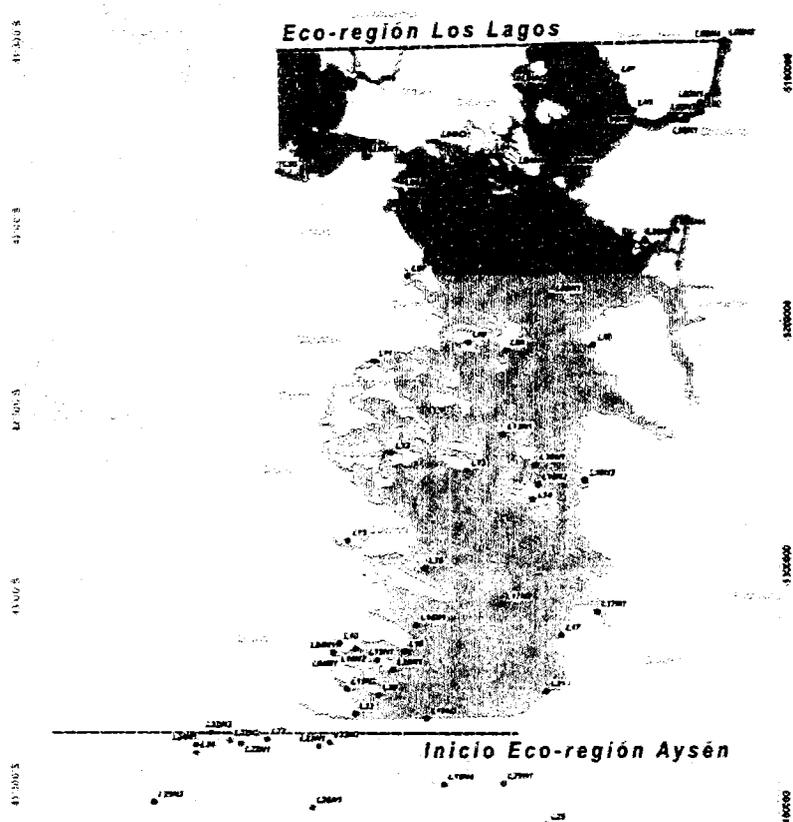
**Tabla N°2.** Zonificación para el análisis de resultados y categorización de áreas.

Eco Regiones	Programas y Subprogramas	Sector geográfico	Límites geográficos	Coordenadas Límites geográficos
Zona 1 (Eco Región de los Lagos)	Chiloé Norte; Chiloé Centro, Chiloé Sur; Vigilancia y fiscalización	Mar interior de Chiloé	Desde seno y estuario de Reloncaví hasta actual límite norte del área de FAN	W 73° 57' 08.2" S 41° 31' 22.9" W 72° 17' 34.6" S 41° 29' 52.8"
Zona 2 (Eco Región RMB)	Raúl Marín Balmaceda	Estero Pitipalena	Estero Pitipalena	W 73° 02' 54.8" S 43° 44' 17.9" W 73° 02' 18.7" S 43° 50' 52.0"
Zona 3 (Eco Región de Aysén)	Aysén Norte; Aysén Sur; Subprograma Vigilancia y fiscalización	Golfo de Corcovado a Bahía Anna Pink	Límite sur de la Región de los Lagos (actual límite área FAN) y Región de Aysén hasta Bahía Anna Pink	W 74° 46' 03.4" S 43° 21' 43.9" W 73° 04' 00.0" S 43° 22' 00.0"
Zona 4 (Eco Región de Magallanes)	Tortel (Aysén), Magallanes Norte; Magallanes Sur; Magallanes Centro	Canal Baker a Canal Beagle	Límite sur de la Región de Aysén hasta Canal Beagle	W 75° 40' 47.0" S 47° 39' 36.7" W 74° 38' 56.6" S 47° 39' 42.1"

**Tabla N°3.** Sectores de muestreo del Programa de manejo y monitoreo de las Mareas Rojas en el sistema de fiordos y canales de Chile por Eco-Región.

Eco-Región	Sector	Estaciones
Eco-Región de Los Lagos	Chiloé Norte	L01 a L06N4
	Chiloé Centro	L07 a L14
	Chiloé Sur	L16 a L20N1 y L23
Eco-Región de Raúl Marín Balmaceda	Estero Pitipalena	A06 a A08N3
Eco-Región de Aysén	Chiloé Sur	L22 a L25, salvo L23
	Aysén norte	A01 a A05N2; A09 a A022; A33 a A41N1
	Aysén sur	A23 a A32N1; A42 a A54
Eco-Región de Magallanes	Tortel	A55 a A62
	Magallanes norte	M01 a M24N3, salvo M24
	Magallanes centro	M24 a M39N5
	Magallanes sur	M40 a M46N1

**Figura 3:** Eco-Región de Los Lagos, es monitoreado a través, subprograma regular cruceros Chiloé Norte, Chiloé Centro y parte de los cruceros Chiloé Sur y del Subprograma de Fiscalización y Vigilancia.



**Figura 4:** Eco-Región de Raúl Marín Balmaceda, se encuentra inserta dentro de región de Aysén y es monitoreado a través del subprograma RMB.

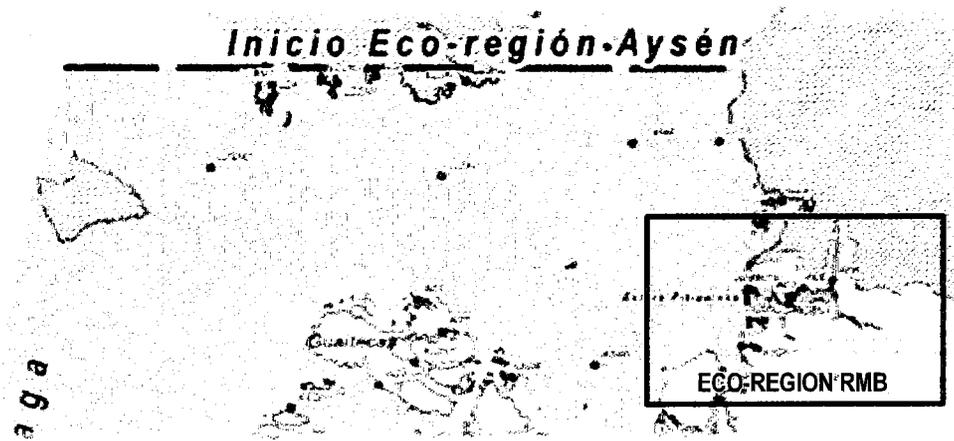
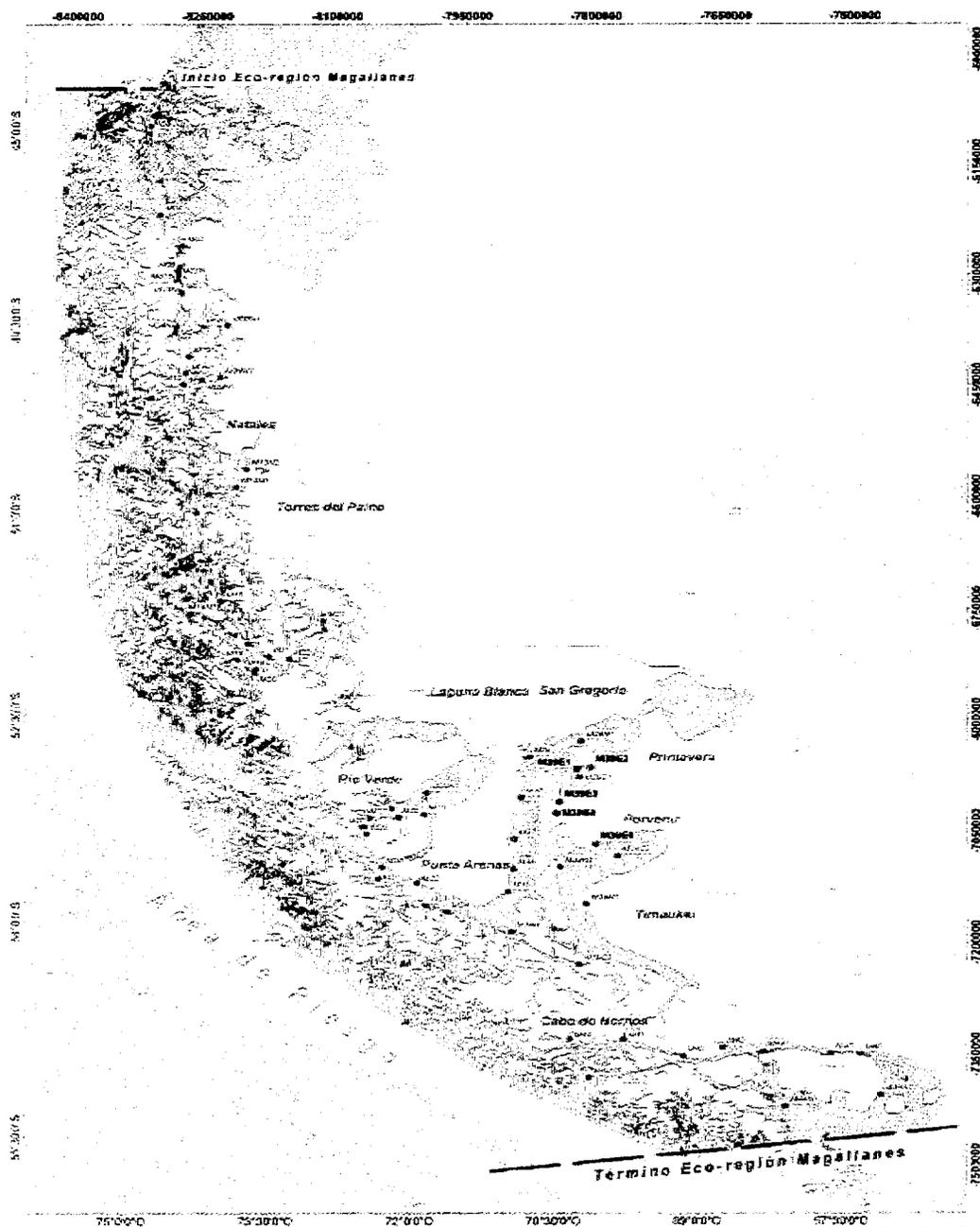


Figura 5: Eco-Región de Los Aysén, es monitoreado a través del subprograma regular cruceros Aysén Norte, Aysén Sur y parte del Subprograma de Fiscalización y Vigilancia.



Figura 6: Eco-Región de Magallanes, es monitoreado a través del subprograma regular, cruceros Magallanes Norte, Magallanes Centro y Magallanes Aysén Sur.



### 3.3 Criterios para la declaración de área de FAN y categorización de área de plaga y de riesgo de plaga en 2020.

En la presente declaración no se harán modificaciones a los criterios establecidos en 2018, con el fin de poder comparar objetivamente el comportamiento de la plaga en ambos periodos, es decir 2012-2017 versus 2015-2019.

En consecuencia, para la categorización se consideraron los análisis de la frecuencia temporal de las abundancias relativas de *A. catenella* y la frecuencia temporal y cobertura de los resultados de VPM en cada una de las Eco-Regiones individualizadas en la tabla 2, con una frecuencia mensual con excepción de los casos que por diversas razones no se cuenta con información todos los meses.

Los análisis de frecuencia temporal de Abundancia Relativa (AR) consideran los valores registrados de 1, 2 e iguales o mayores a 3 de la escala de Abundancia Relativa. En el caso de VPM, tanto para la frecuencia temporal como la cobertura se consideran los resultados de toxicidad de los organismos centinelas, independiente de la especie, cuando la concentración alcanza o supera el nivel límite establecido por el Ministerio de Salud de 80 g/100 gr de carne.

La R.Ex. N°1128 de 2018 consideró una matriz que indica los parámetros y criterios numéricos, expresados en porcentaje, para la declaración de área de FAN, así como para la categorización de área de plaga y de riesgo de plaga (Tabla 4). Esta matriz se aplica sobre los resultados del programa de monitoreo de manera anual, y tanto los criterios de frecuencia de AR como de VPM deben repetirse al menos por dos años para que la zona geográfica sea categorizada en el nivel que corresponda.

**Tabla N°4.** Criterios 2018 para la definición de área de FAN, área de plaga y riesgo de plaga de *Alexandrium catenella*.

Categorización	Abundancia Relativa (Frecuencia %)			VPM (Frecuencia - Cobertura) % ≥ 80 µg/100 gr carne
	1	2	≥ 3	
Área de FAN	≥ 50	20 ≤ 49	20 ≤ 49	5 ≤ 9,9
Área de Riesgo	≥ 50	20 ≤ 49	20 ≤ 49	5 ≤ 9,9
Área de Plaga	NA	NA	≥ 50	≥ 10
Los criterios de frecuencia de AR y de VPM deben repetirse al menos dos años				

#### 4. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE DATOS.

##### 4.1 Análisis de Frecuencia Temporal:

La frecuencia temporal corresponde al porcentaje de veces que se ha detectado en una escala de tiempo determinada la presencia de *A. catenella*, en datos cualitativos expresados en escala de abundancia relativa, o en el caso del VPM en niveles de toxina, considerando cada año calendario por separado, según la siguiente fórmula de cálculo:

$$F = (\sum MP) / M * 100$$

Dónde:

**F**= frecuencia temporal (%)

**MP**= Muestras positivas de AR: igual o mayor a 3 o niveles VPM iguales o superiores a 80 ug por cada 100 g de recurso

**M**= Total de muestreos realizados

El Análisis de frecuencia de las abundancias relativas de *A. catenella* y el nivel de toxicidad por VPM, son criterios dentro de la matriz de categorización para la declaración de áreas, tanto para definir el área de FAN, como para la categorización dentro de ella (Tabla 4).

##### 4.2 Análisis de Cobertura:

Corresponde a la distribución espacial que ha presentado *A. catenella* y/o el VPM en cada una de las Eco Regiones y sectores evaluados. Se debe realizar una evaluación considerando cada año calendario por separado, según la siguiente fórmula de cálculo;

$$C = EP / E * 100$$

Dónde:

**C**= Cobertura (%)

**EP**= Estaciones positivas

**E**= Total de estaciones

En la matriz de decisión, sólo se consideran para la categorización e áreas (Tabla 4), los análisis de cobertura o distribución geográfica de VPM. En cambio, la cobertura calculada en base a las abundancias relativas de *A. catenella*, es solo un indicador de la presencia de la microalga, pero no da cuenta de algún efecto adverso, por lo que no se consideran en la matriz de decisión.

#### 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

## 5.1 Resultados Eco-Región de Los Lagos.

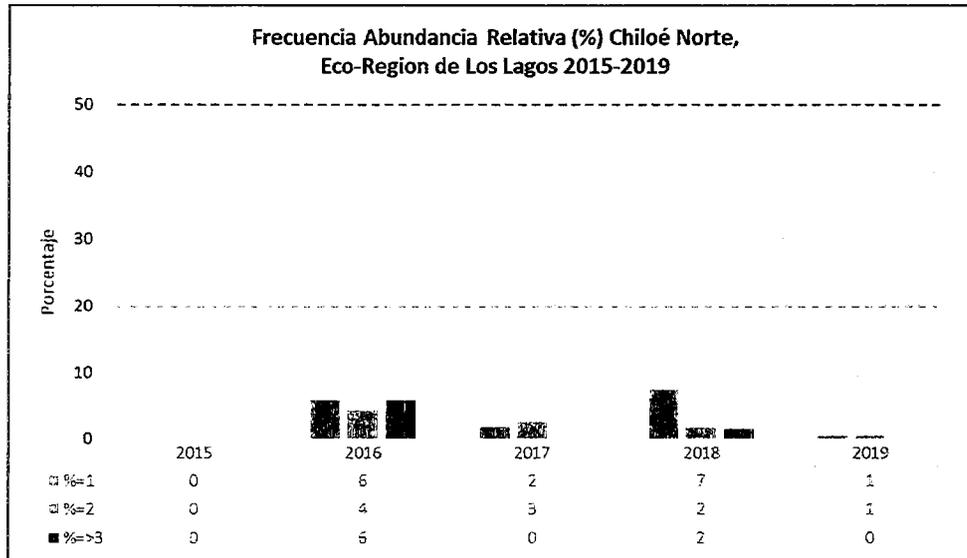
En la Eco-Región de Los Lagos se determinó la frecuencia temporal (%) de las abundancias relativas, considerando separadamente cada uno de los años y cada uno de los sectores muestreo; Chiloé Norte, Chiloé Centro, Chiloé Sur, Fiscalización y Vigilancia. Adicionalmente se separó la información de aquellos sectores ubicados al norte y al sur de la Línea FAN (límite norte del área FAN, paralelo 43°22' S), para actualizar la situación de este límite.

Del mismo modo, se analizó la cobertura espacial (%) y frecuencia temporal (%) de VPM para cada año y cada uno de los sectores muestreo de la Eco-Región de Los Lagos, analizando separadamente las estaciones ubicadas al sur de la Línea FAN que, si bien administrativamente pertenecen a la región de Los Lagos, formarían parte de la Eco-región de Aysén.

### 5.1.1 Análisis de las abundancias relativas en la Eco-Región de Los Lagos.

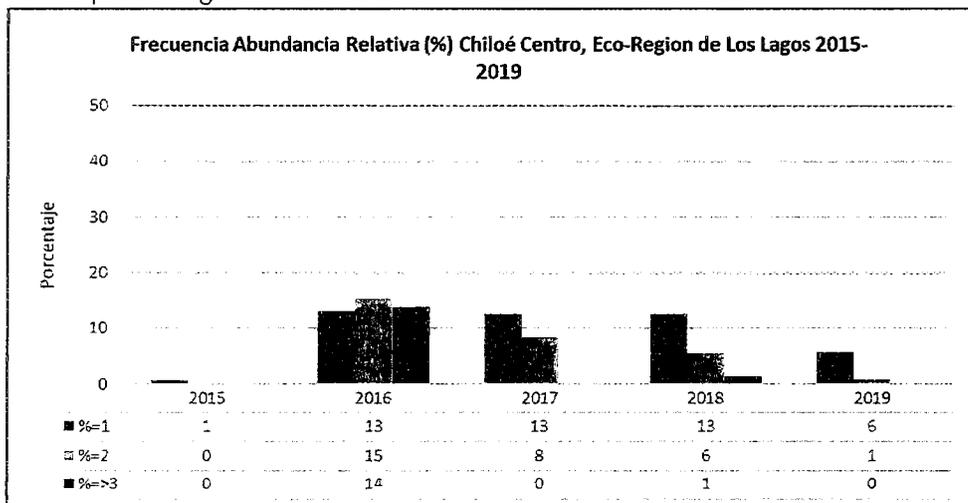
El análisis de frecuencia temporal en base a la abundancia relativa para el sector Chiloé norte (Figura 7), muestra que ningún año, en ninguna de las tres categorías, se alcanzó el 20% de frecuencia temporal necesario para ser clasificado como área FAN. Solo durante abril 2016 se reportaron abundancias relativas de 8 en el sector de Chayahué, las que estuvieron asociadas a toxicidad por VPM. No obstante, las abundancias relativas  $\geq 3$ , representaron solo el 6% del total de muestreos realizados durante 2016 como se puede ver en la figura 7 y esta situación no se volvió a repetir en todo el periodo de tiempo analizado.

**Figura N°7.** Frecuencia temporal en base a la abundancia relativa en el sector de Chiloé norte, Eco-Región de Los Lagos (enero 2015- diciembre 2019), líneas punteadas indican los límites para categorizar un área de acuerdo a los criterios establecidos en la Tabla n°4.



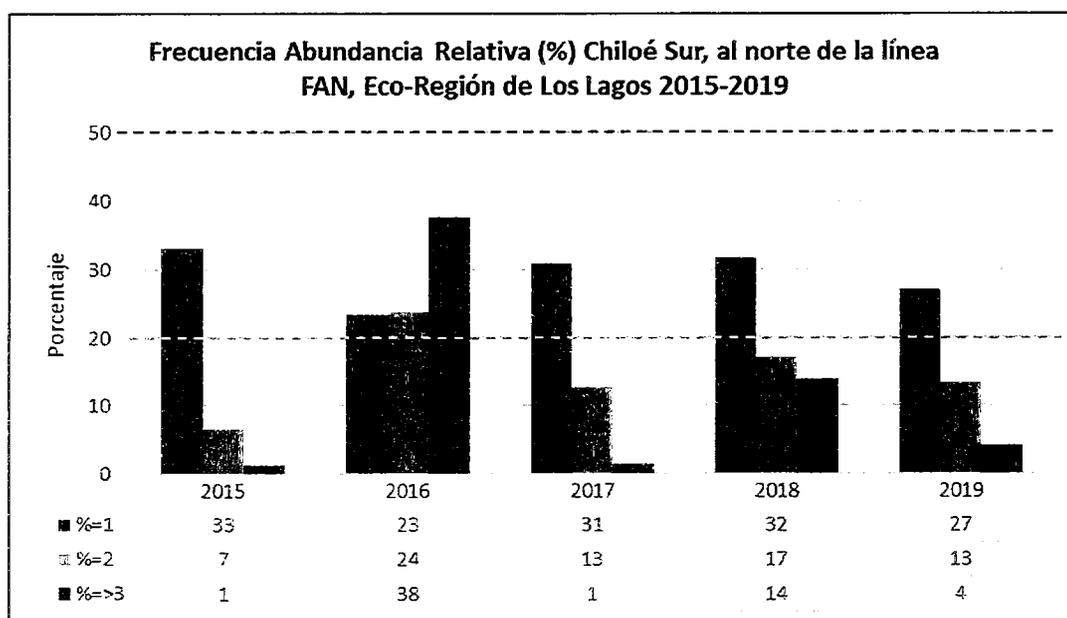
En el sector de Chiloé centro, al igual que en el caso anterior, *Alexandrium catenella* no se detecta con frecuencia y las abundancias relativas son bajas, encontrándose valores de AR  $\geq 3$  solamente durante 2016 y 2018, donde la frecuencia también fue inferior al 20% en todos los casos (Figura 8), con años con bajísima presencia como 2015 y 2019.

**Figura N°8.** Frecuencia temporal en base a la abundancia relativa en el sector de Chiloé centro, Eco-Región de Los Lagos (enero 2015- diciembre 2019), líneas punteadas indican los límites para categorizar un área de acuerdo a los criterios establecidos en la Tabla 4.



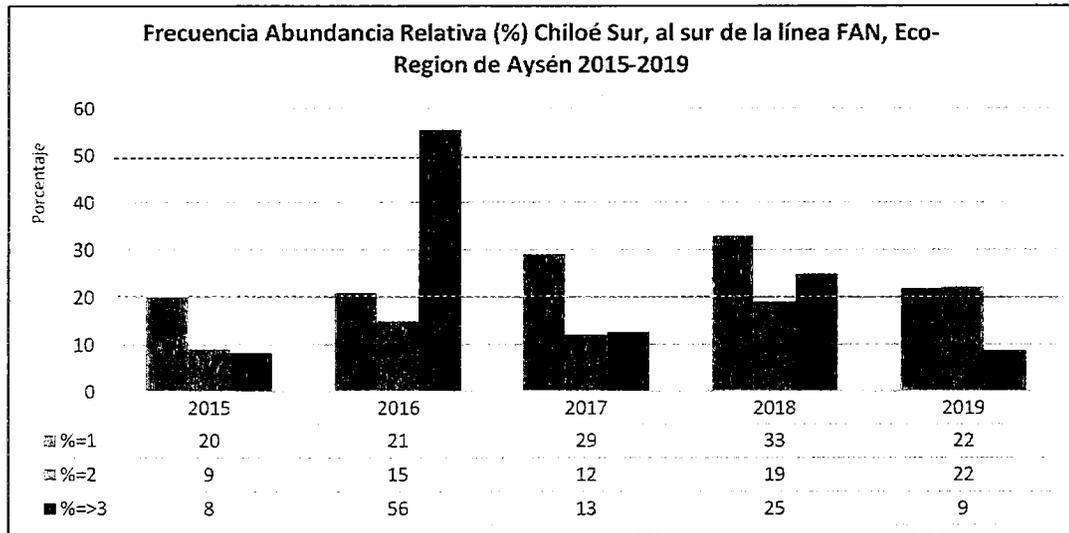
El sector de Chiloé sur, que corresponde a las estaciones ubicadas entre isla Tranqui y la línea FAN, presenta una situación un poco diferente, las abundancias relativas con valor 1 tienen una frecuencia regular a través de los años, fluctuando alrededor del 30% (Figura 9), con baja frecuencia de otros valores, con excepción del año 2016, donde tanto las AR=2 como las AR $\geq$ 3 superaron el 20%. No obstante, dado que se requiere que al menos durante dos años se supere este límite (Tabla 4), este sector no califica como área FAN, quedando toda la Eco-Región de Los lagos como área no declarada en base a la frecuencia de las abundancias relativas.

**Figura N°9.** Frecuencia temporal en base a la abundancia relativa en el sector de Chiloé sur al norte de la línea Fan (43°22'S), Eco-Región de Los Lagos (enero 2015- diciembre 2019), líneas punteadas indican los límites para categorizar un área de acuerdo a los criterios establecidos (Tabla n°4).



El análisis de las estaciones ubicadas al sur de la isla de Chiloé, al sur de la línea FAN, muestra una mayor frecuencia de las abundancias relativas  $\geq$ 3 de *Alexandrium catenella*, que estuvieron presentes durante los 5 años, incluso durante 2016 alcanzó el 56% de frecuencia y el 2018 el 25%, es decir, en dos ocasiones este sector presenta las condiciones para ser declarado área FAN, validando por una parte la correcta ubicación del límite norte del área FAN en el paralelo 43°22'S y por otra, validando la inclusión del sector norte de la boca del Guafo en la Eco-Región de Aysén.

**Figura N°10.** Frecuencia temporal en base a la abundancia relativa en el sector de Chiloé sur, al sur de la línea Fan (43°22'S), Eco-Región de Aysén (enero 2015- dic 2019).

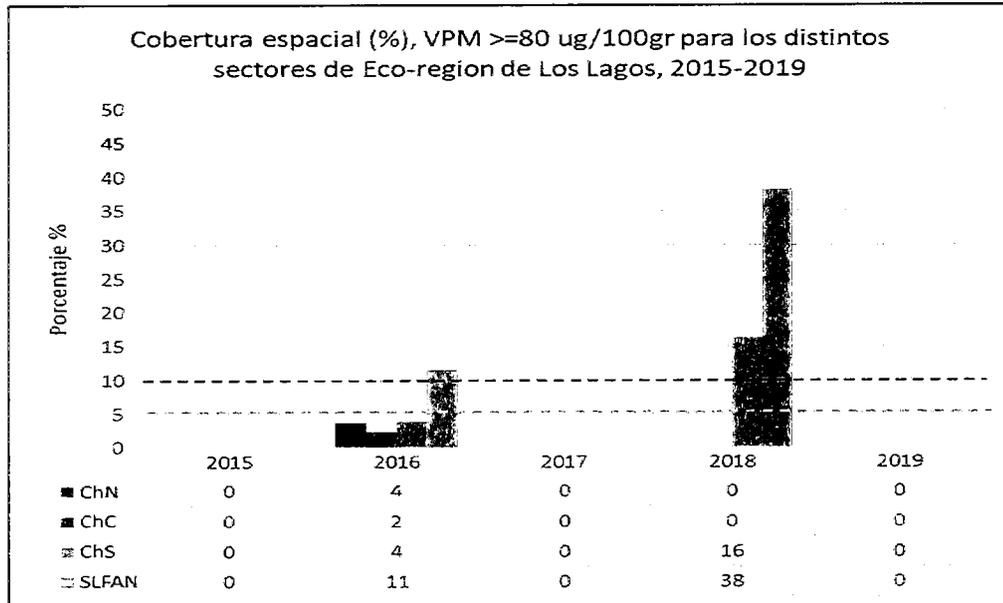


### 5.1.2 Análisis de la presencia de VPM en la Eco-Región de Los Lagos.

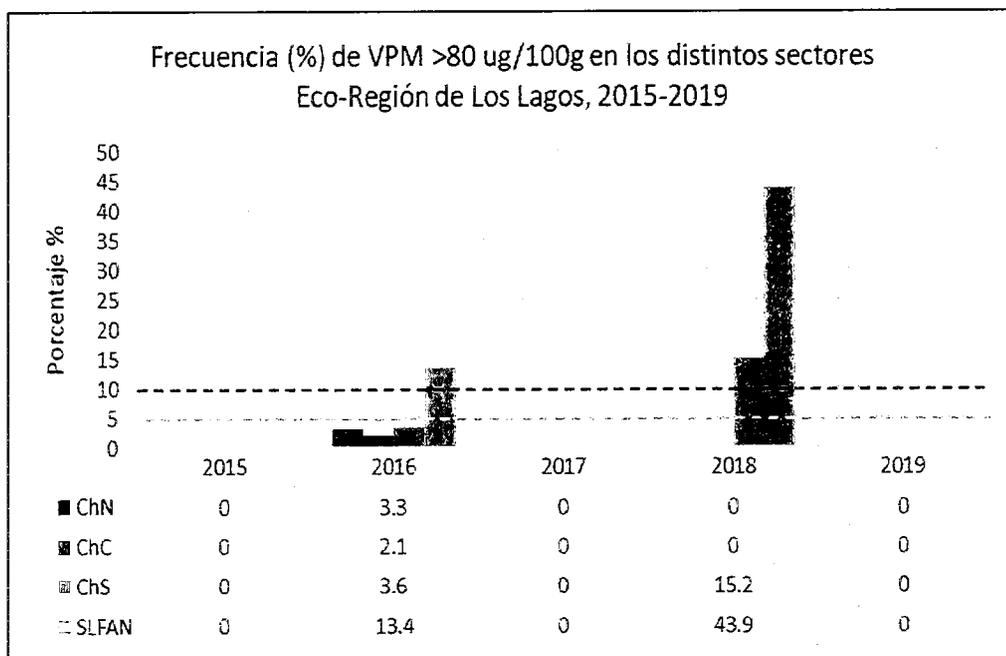
La presencia de la toxina es uno de los principales efectos nocivos de la microalga *Alexandrium catenella*, por lo tanto, la presencia de toxina por sobre el límite regulatorio de 80 ug/100 gr de carne es un criterio esencial para la categorización de un área de riesgo de plaga o un área de plaga.

En las figuras 11 y 12 se presenta la cobertura y la frecuencia de la detección de VPM sobre el 80 ug/100gr, en el periodo 2015 -2019. Se puede observar que, en los sectores de Chiloé norte (ChN) y centro (ChC), solo se ha detectado toxina en el evento de 2016, con una baja cobertura y frecuencia, ya que la toxina estuvo presente en Chiloé norte solo en el periodo abril a agosto de 2016 en Chayahué (L04N3), durante abril en Ancud (L05) y durante junio en Huihue (L06). En Chiloé centro, solo se detectó durante junio y julio de 2016 en el sector de isla Mechuque (L08). En ambos sectores Chiloé norte y centro, la cobertura y la frecuencia de VPM no alcanzan el límite establecido del 5% para ser considerados dentro del área FAN, concordando con lo ya expuesto para la frecuencia de la abundancia relativa.

**Figura N°11.** Cobertura espacial en base a los niveles de VPM  $\geq 80$  ug/100gr en la Eco-Región de Los Lagos y en el sector de Chiloé sur, al sur de la línea Fan ( $43^{\circ}22'S$ ), Eco-Región de Aysén (enero 2015- diciembre 2019).



**Figura N°12.** Frecuencia temporal en base a los niveles de VPM  $\geq 80$  ug/100gr en la Eco-Región de Los Lagos y en el sector de Chiloé sur, al sur de la línea Fan ( $43^{\circ}22'S$ ), Eco-Región de Aysén (enero 2015- diciembre 2019).



El sector de Chiloé sur (ChS), ha presentado eventos de toxicidad en dos ocasiones 2016 y 2018, durante el evento 2016 la concentración de VPM sobrepasó el límite regulatorio por poco y solo en 4 estaciones, principalmente durante el mes de marzo, lo que se tradujo en una baja cobertura y frecuencia. En cambio, durante la floración de *Alexandrium catenella* de 2018, se alcanzaron concentraciones de VPM sobre los 1000ug/100gr, durante el mes de febrero en la mayoría de las estaciones, lo que implicó en una mayor cobertura (Figura 11). Esta mayor concentración requiere más tiempo para detoxificar, por lo que la presencia de toxina, sobre el límite, se extendió por 2 o 3 meses, lo que se ve reflejado en una frecuencia de VPM sobre el 10% (Figura 12). No obstante, a pesar que la cobertura y la frecuencia sobrepasaron los límites establecidos para ser declarado como área FAN, esta situación debe producirse al menos en dos ocasiones durante un periodo de 5 años, por lo que este sector se mantiene fuera del área de FAN, ya que se trata de un evento puntual.

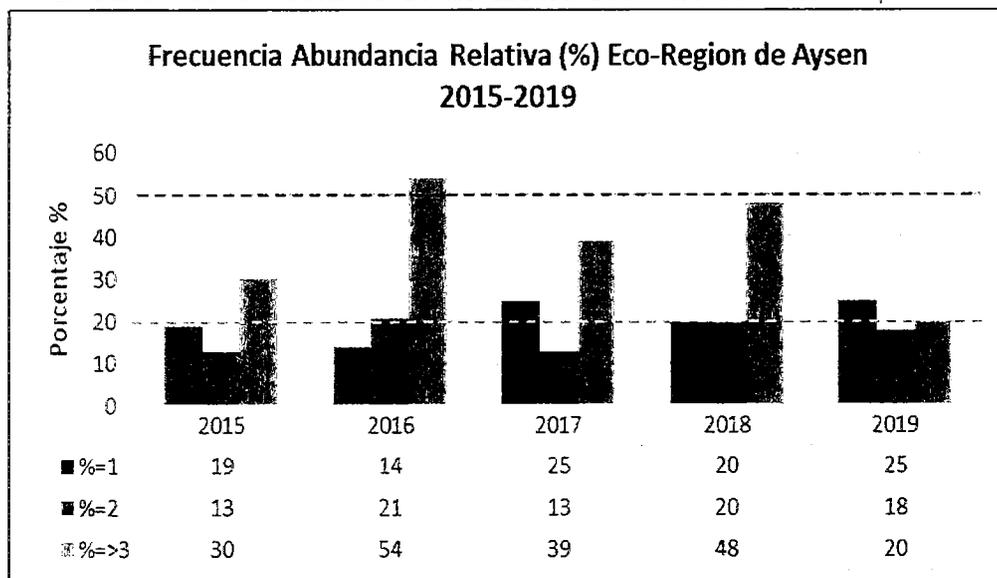
Finalmente, el sector más austral de la isla de Chiloé, ubicado al sur de la Línea FAN (SLFAN), en la boca del Guafo, se vio afectado con toxicidad durante las floraciones de gran magnitud, como las de 2016 y 2018. Al analizar cada evento por separado, se observa que durante 2016 el VPM sobrepasó los 80ug/100gr en 3 de 9 estaciones, durante 4 meses, de abril a agosto, lo cual se tradujo en que la cobertura y la frecuencia superaron el límite del 10%. La floración de 2018, fue mucho más intensa, afectando 7 de las 9 estaciones, durante un periodo que varió de 4 a 7 meses, de febrero a mayo y en algunos casos hasta agosto, lo que se refleja en una cobertura que alcanzó el 38% anual y una frecuencia el 44% para 2018. Es decir, que este sector cumple durante dos años con los criterios para ser declarado área FAN, en categoría plaga (tabla 4). Por lo tanto, este sector continúa como área FAN, en categoría plaga.

## 5.2 Resultados Eco-Región de Aysén.

Desde la década de los 90 la región de Aysén comenzó a presentar floraciones de *Alexandrium catenella*, las que se volvieron cada vez más recurrentes e intensas con el transcurso del tiempo, afectando con eventos de toxicidad gran parte de la región y por largos periodos, razón por la cual esta zona se encuentra declarada área FAN en categoría plaga desde el año 2009.

**Figura N°13.** Frecuencia temporal de las abundancias relativas de la Eco-Región de Aysén (enero 2015– diciembre 2019).

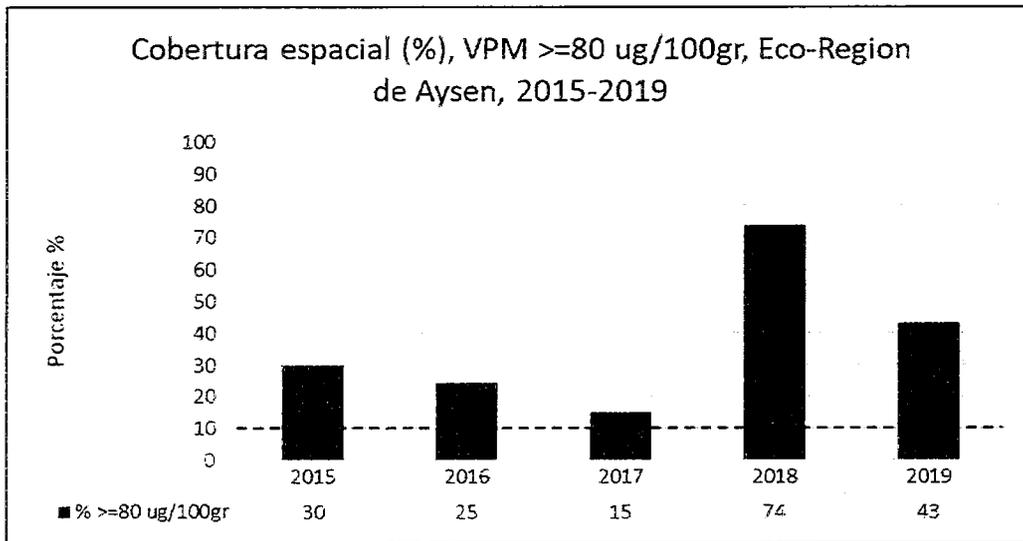
El análisis de la frecuencia de las abundancias relativas muestra que *Alexandrium*



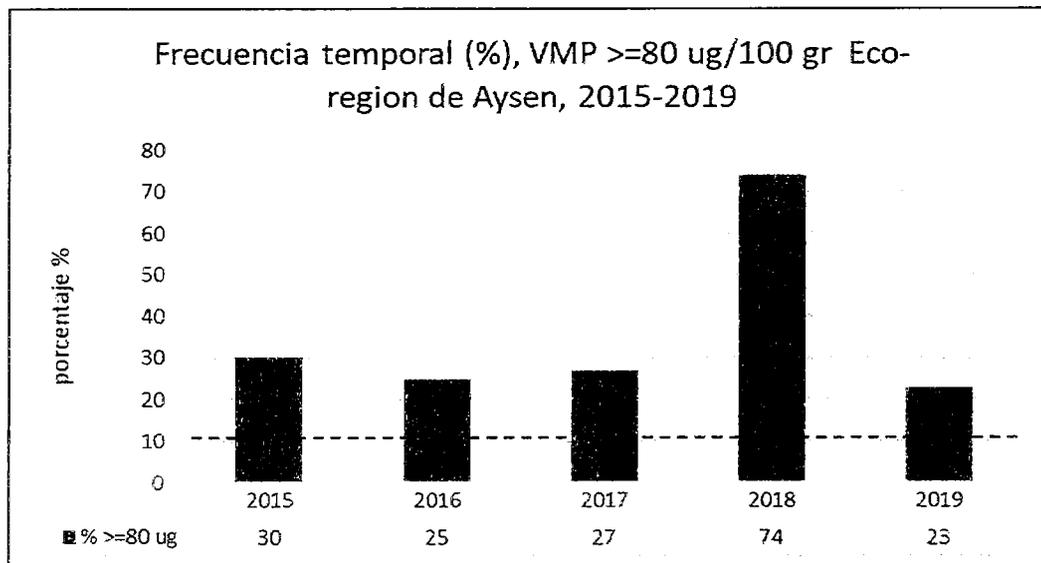
*catenella* estuvo presente en la Eco-región de Aysén, durante todo el periodo 2015 y 2019, con una frecuencia de valores de  $AR_{\geq 3}$  sobre el 20%, llegando incluso al 54 y al 48% durante los años 2016 y 2018 respectivamente (Figura 13), cumpliendo ampliamente con el criterio para área FAN.

Desde el punto de vista de la toxina, el VPM superior o igual a 80  $\mu\text{g}/100\text{gr}$  de carne, tuvo una cobertura superior al 10% los cinco años estudiados (Figura 14), con un mínimo del 15% de cobertura el 2017 y un máximo del 74% el 2018, esto último debido a que entre febrero y abril de 2018, prácticamente el 100% de las estaciones superaba ampliamente el límite regulatorio. Es decir, que la cobertura de la toxina en la Eco-Aysén sobrepasa ampliamente el criterio establecido para ser declarada como área FAN en categoría plaga.

**Figura N°14.** Cobertura espacial en base en base a los niveles de VPM  $\geq 80$  ug/100gr de la Eco-Región de Aysén (enero 2015- diciembre 2019).



**Figura N°15.** Frecuencia temporal en base en base a los niveles de VPM  $\geq 80$  ug/100gr de la Eco-Región de Aysén (enero 2015- diciembre 2019).



El análisis de la frecuencia de VPM (Figura 15) muestra igualmente, que entre 2015 y 2019 se superó ampliamente el criterio establecido del 10% de frecuencia para declarar área de

plaga. La menor frecuencia ocurrió el año 2016 con un 25% y la mayor el 2018 con un 74% de frecuencia, esto último es el resultado del gran nivel de toxicidad alcanzado durante 2018, que en febrero de dicho año tenía una toxicidad promedio, de todas las estaciones de la Eco-Región, de 6521 ug de VPM por 100gr de carne, estas estaciones se fueron detoxificando hasta el mes de octubre de 2018, cuando disminuyó a un promedio de 126 ug/100gr, aunque todavía por sobre el nivel regulatorio y con un 57% de las estaciones afectadas. A partir de noviembre la toxicidad comenzó a aumentar ligeramente producto de la floración de *Alexandrium* del verano 2018-2019, es decir que el 57% de las estaciones no alcanzó a detoxificarse antes de la siguiente floración.

La Eco-Región de Aysén, sobrepasa ampliamente los tres criterios establecidos para área FAN en categoría plaga.

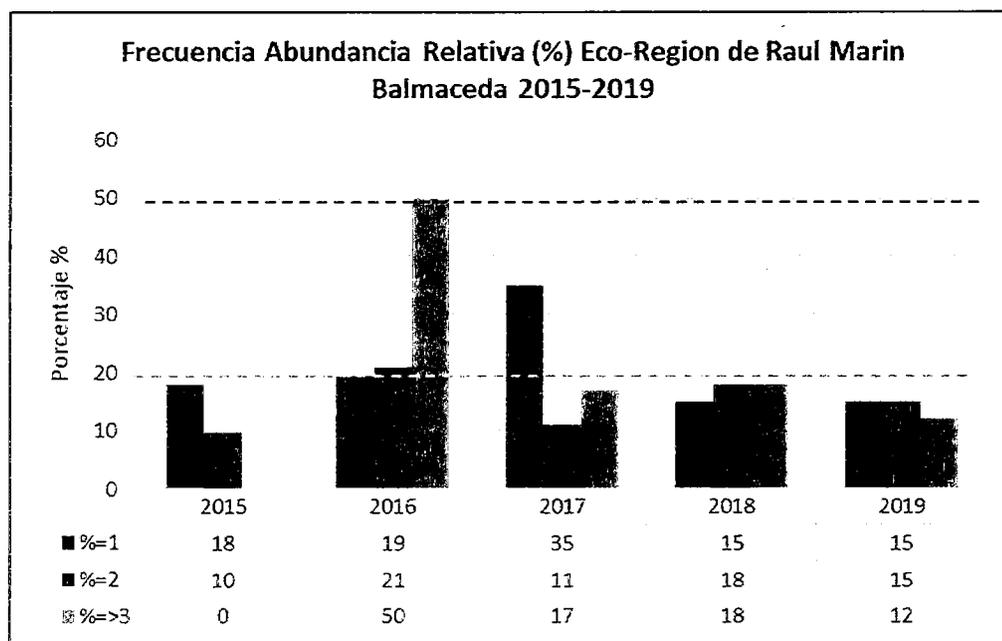
### 5.3 Resultados Eco-Región de Raúl Marín Balmaceda.

La Eco-región de Raúl Marín Balmaceda se circunscribe al estero Pitipalena ubicado en el sector nororiental de la región de Aysén, al costado de la desembocadura del río Palena, rodeado por el área FAN en categoría plaga correspondiente a la Eco-Región de Aysén.

Esta Eco-región se ha caracterizado por no haber presentado toxicidad hasta la fecha, a pesar que todos los años analizados, durante el periodo estival, hay una importante presencia de *Alexandrium catenella* con abundancias relativas  $\geq 3$ , incluso durante febrero de 2018, las 6 estaciones de monitoreo ubicadas en el sector tuvieron valores de AR que fluctuaron entre 6 y 8.

El análisis de la frecuencia de las abundancias relativas, muestra que durante 2016 la frecuencia alcanzó el 50% (Figura 16), esto debido a que las  $AR \geq 3$  se mantuvieron durante cuatro meses, de enero a abril, en todas las estaciones para luego disminuir paulatinamente. En cambio, los otros años las  $AR \geq 3$  duraban uno o dos meses, lo que se traduce en bajas frecuencias para los otros años, incluso 2018.

**Figura Nº16.** Frecuencia temporal de las abundancias relativas de *Alexandrium catenella* en la Eco-Región de Raúl Marín Balmaceda (enero 2015– diciembre 2019).



Dado que durante el periodo 2015–2019 no hubo detección de VPM, no se pudo calcular ni la cobertura ni la frecuencia de VPM. A pesar que durante 2016 se alcanzaron valores de frecuencia relativa que permitirían calificar este sector como área FAN en categoría plaga, esto solo ocurrió en una sola ocasión y se requiere de al menos dos ocasiones, pero considerando la presencia recurrente durante el periodo estival de *Alexandrium catenella* con abundancias relativas  $\geq 3$  y que este sector se encuentra inserto en un área de plaga, se recomienda mantener su categoría de área FAN en riesgo de plaga.

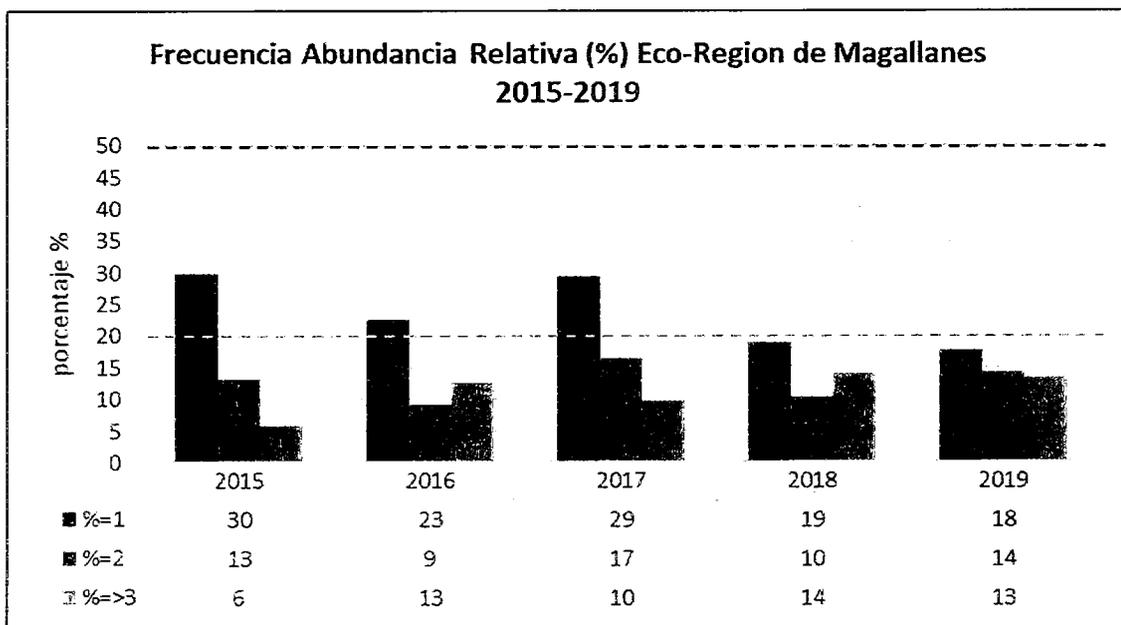
#### 5.4 Resultados Eco-Región de Magallanes.

La Eco-Región de Magallanes es un vasto sector, que abarca desde el Golfo de Penas hasta los canales más australes de Tierra del Fuego. Los primeros casos acreditados de intoxicaciones por VPM, fueron en el Estrecho de Magallanes a principios de la década de los 70, desde entonces y principalmente durante la década los 80 se produjeron importantes intoxicaciones e incluso el fallecimiento de algunas personas.

Desde Magallanes esta microalga se fue desplazando paulatinamente hacia el norte hasta alcanzar la Eco-Región de Aysén a mediados de la década de los 90 y la región de Los Ríos el año 2016.

Sin embargo, durante los últimos 5 años se ha observado que la especie se mantiene en la Eco-Región, pero en general en bajas abundancias relativas, con una frecuencia importante de la abundancia relativa 1 (Figura 17), entre los años 2015 y 2017, con algunos momentos donde se alcanzan altas abundancias relativas, en sectores muy distantes como el canal Messier cercano a Puerto Edén o la zona del Canal Beagle. No obstante, la frecuencia de las abundancias relativas a nivel regional no alcanza los criterios establecidos para declarar esta Eco-Región como área FAN.

**Figura N°17.** Frecuencia temporal de las abundancias relativas de *Alexandrium catenella* en la Eco-Región de Magallanes (enero 2015- diciembre 2019).

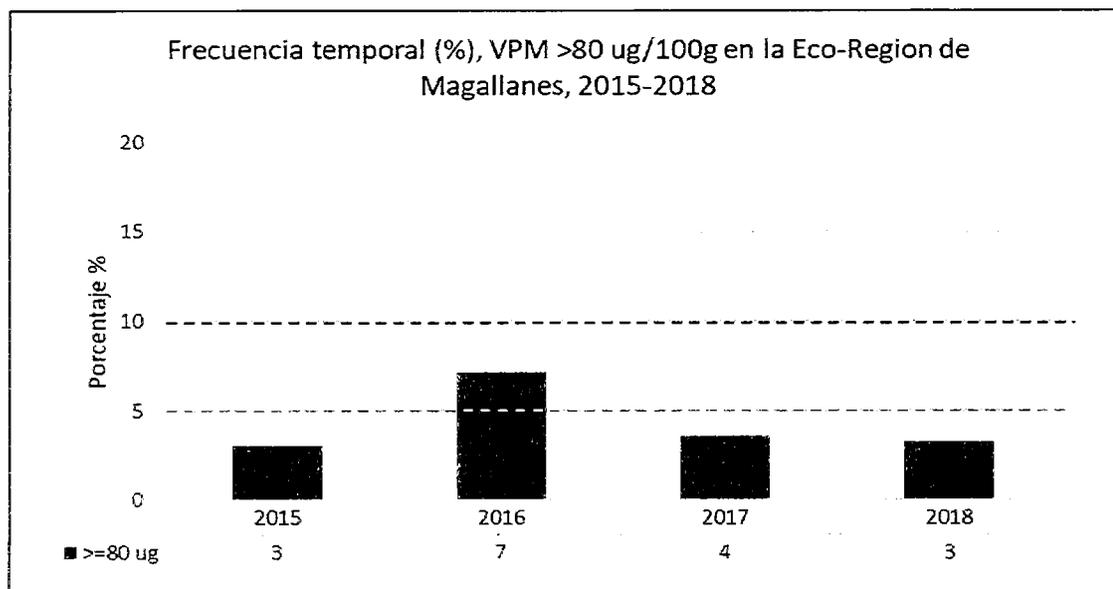


Desde el punto de vista de la toxina se analizó la frecuencia de los niveles de VPM  $\geq 80$  ug/100gr de carne entre enero de 2015 y diciembre de 2018, ya que aún no se encuentra disponible la totalidad de la información de 2019 para esta Eco-Región. En las figuras 18 se observa, que durante el año 2016 hubo un aumento de la frecuencia de VPM, que representa principalmente un evento de toxicidad que afectó la zona norte de la Eco-Región por un largo periodo. Dado que esta situación se presentó solo el 2016, no se cumple con el criterio establecido de dos años para declarar área FAN.

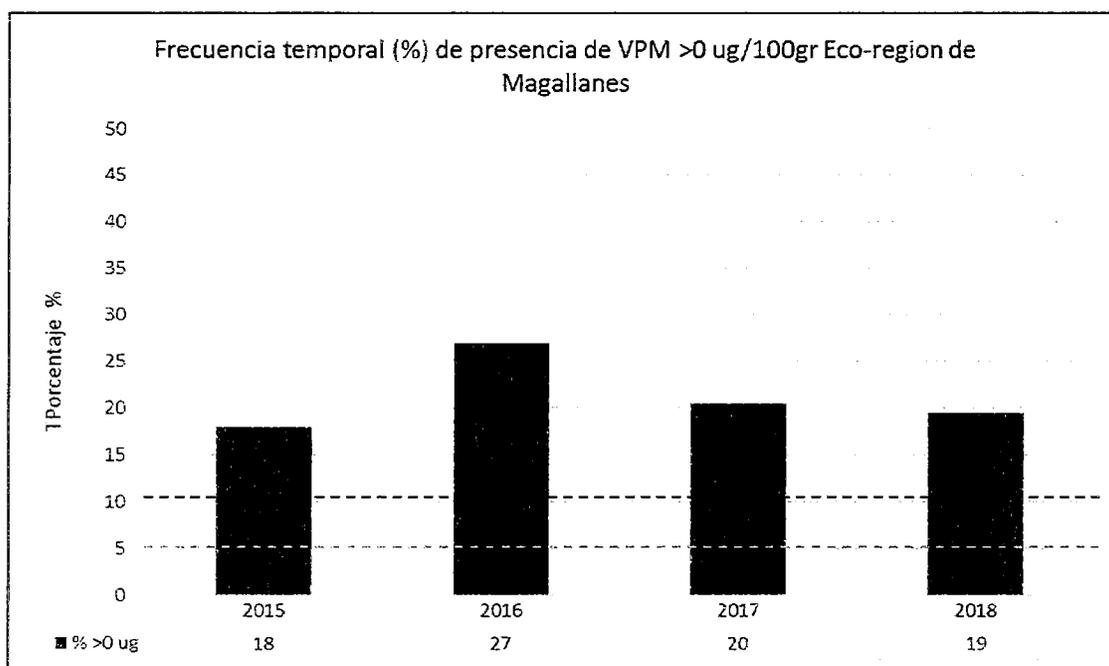
Sin embargo, al observar los datos de VPM, llama la atención dos aspectos, primero que la aparición de toxina no tiene una marcada estacionalidad como en las otras Eco-Regiones, pudiendo iniciarse el fenómeno o alcanzar la máxima concentración en invierno y no durante el periodo estival. El segundo aspecto que llama la atención es el importante número de estaciones que tienen toxicidad, pero por debajo del límite regulatorio de 80 ug/100gr de carne, por lo que se calculó la frecuencia de VPM, considerando también todos los niveles sub-tóxicos (Figura 19), en este caso se observa que en general el 15% o más, según el año, de la Eco-Región presenta VPM.

En consideración, al carácter histórico de los eventos FAN de *Alexandrium catenella* en el sector y a la amplia frecuencia de los niveles bajo el límite regulatorio, que dan cuenta de la producción de toxina por parte de la microalga, se recomienda declarar la Eco-Región de Magallanes como área FAN en riesgo de plaga.

**Figura N°18.** Frecuencia temporal en base en base a los niveles de VPM  $\geq 80$  ug/100gr de la Eco-Región de Magallanes (enero 2015- diciembre 2018).



**Figura N°19.** Frecuencia temporal en base en base a los niveles de VPM >0 ug/100gr de la Eco-Región de Magallanes (enero 2015- diciembre 2018).



## 6 CONCLUSIONES.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente es posible concluir:

- Las Eco-Regiones establecidas mediante la Res. Ex. (Subpesca) N°1128 de 2018, en base a variables oceanográficas, hidrográficas y geográficas, son más adecuadas para abordar la categorización de áreas de riesgo y plaga de la microalga *Alexandrium catenella*, que las regiones administrativas.
- La inclusión en 2018 de los resultados de toxina VPM en organismos centinelas, para establecer el grado de afectación de un área, resultan ser un criterio fundamental para declarar y categorizar un área FAN.
- La Eco-Región de Los Lagos no cumple con los criterios para ser declarada área FAN, en ninguna de sus categorías.
- La Eco-Región de Aysén, sobrepasa ampliamente todos los criterios establecidos y constituye un área FAN en categoría plaga.

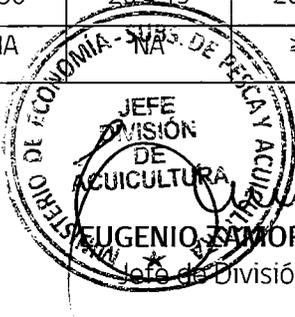
- La Eco-Región de Raúl Marín Balmaceda no cumple con los criterios establecidos, ya que nunca se ha detectado VPM. No obstante, considerando que si presenta altos valores de abundancia relativa y que se encuentra inserta geográficamente en la Eco-Región de Aysén se recomienda mantener su categoría de área FAN en riesgo de plaga.
- La Eco-Región de Magallanes no cumple con los criterios establecidos ni de frecuencia de abundancias relativas de *Alexandrium catenella*, ni de frecuencia de VPM sobre el nivel regulatorio de 80ug/100gr. Sin embargo, presenta una importante cobertura y frecuencia de niveles subtóxicos de VPM y es una zona que ha presentado importantes eventos con anterioridad, por lo que se recomienda mantener su categoría de área FAN en riesgo de plaga.
- Se recomienda renovar el área FAN bajo los mismos términos de la Res. Ex. (Subpesca) N° 1128 de 2018, los cuales se resumen en la tabla 5.
- Para efectos contemplados en el artículo 8° del D. S. (MINECON) N° 345 de 2005, se recomienda mantener los parámetros señalados en el numeral 3 de la Res. Ex. (Subpesca) N° 1128 de 2018, los cuales se señalan en la tabla 6.
- En relación al Programa de vigilancia, detección y control de *Alexandrium catenella*, el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura deberá considerar mantener las medidas del artículo 11, las que corresponden a los literales, d), e), f), h) e i), sin perjuicio de otras que el Servicio considere pertinentes en el ámbito de sus competencias.

Tabla N°5. Categorización de áreas dentro de eventual área de FAN.

Eco-Región	Área de FAN	Área de Plaga	Área de Riesgo de Plaga	No declarada	Límite geográfico. Inicial	Límite geográfico. Final
Zona 1 Eco-Región Los Lagos				X	W 73° 57' 08.2" S 41° 31' 22.9" W 72° 17' 34.6" S 41° 29' 52.8"	W 74° 46' 03.4" S 43° 21' 43.9" W 73° 04' 00.0" S 43° 22' 00.0"
Zona 2 Eco-Región RMB	X		X		W 73° 02' 54.8" S 43° 44' 17.9" W 73° 02' 18.7" S 43° 50' 52.0"	W 72° 49' 29.4" S 43° 43' 16.5"
Zona 3 Eco-Región Aysén	X	X			W 74° 46' 03.4" S 43° 21' 43.9" W 73° 04' 00.0" S 43° 22' 00.0"	W 75° 25' 11.0" S 45° 44' 48.4" W 73° 37' 45.8" S 45° 59' 00.0"
Zona 4 Eco-Región de Magallanes	X		X		W 75° 40' 47.0" S 47° 39' 36.7" W 74° 38' 56.6" S 47° 39' 42.1"	W 71° 09' 27.8" S 55° 44' 03.0" W 66° 18' 17.8" S 55° 26' 17.4"

Tabla N°6. Criterios para la definición de área de FAN, área de plaga y riesgo de plaga de *Alexandrium catenella*.

Categorización	Abundancia Relativa (Frecuencia %)			VPM (Frecuencia - Cobertura) % ≥ 80 µg/100 gr carne
	1	2	≥ 3	
Área de FAN	≥ 50	20 ≤ 49	20 ≤ 49	5 ≤ 9,9
Área de Riesgo	≥ 50	20 ≤ 49	20 ≤ 49	5 ≤ 9,9
Área de Plaga	NA	NA	≥ 50	≥ 10

  
 JEFE  
 DIVISIÓN  
 DE  
 ACUICULTURA  
 EUGENIO ZAMORANO VILLALOBOS  
 Jefe de División de Acuicultura

  
 ABP/PVT/pvt