



# Propuesta Reglamento Densidades

Score de Riesgo y Plan de Manejo

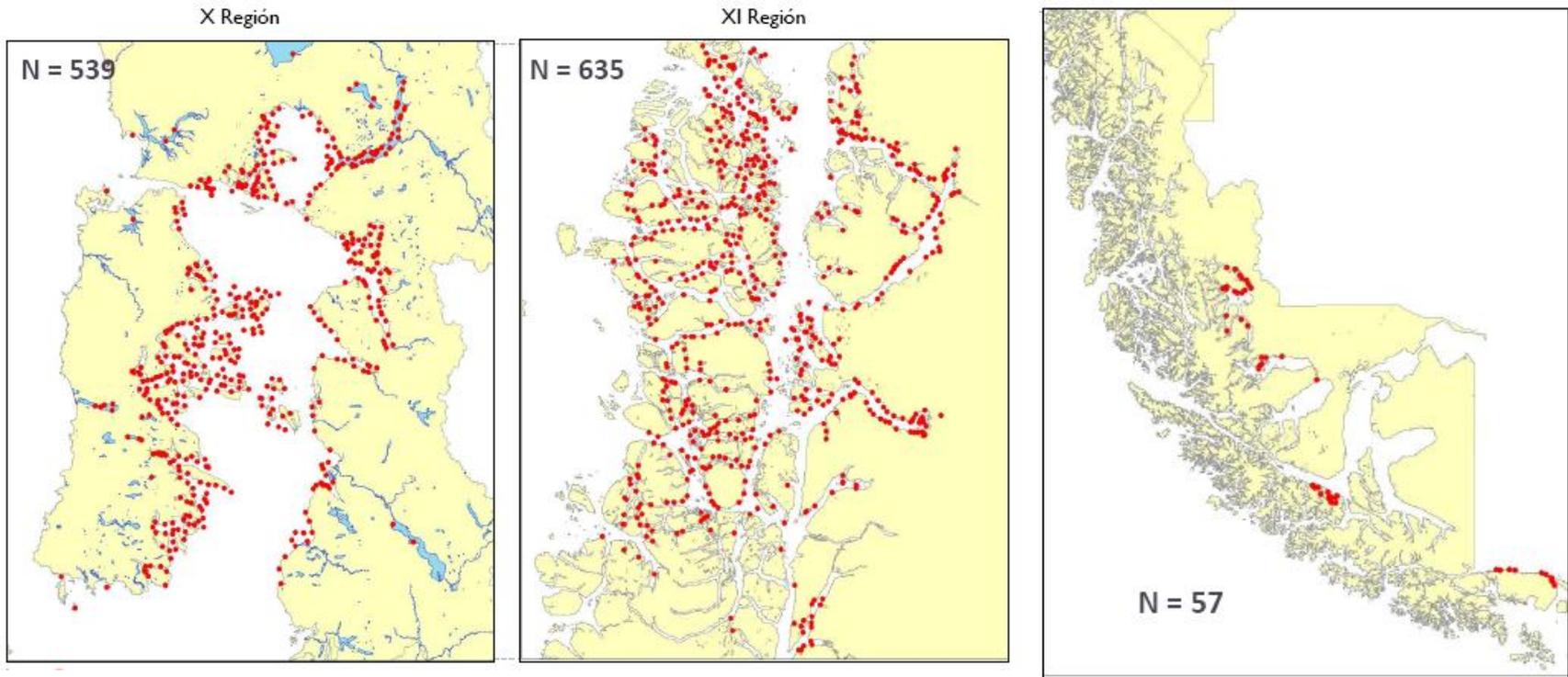


Subsecretaría  
de Pesca y  
Acuicultura

Gobierno de Chile

**Agosto 2012**

# Situación en Chile



**X – XI Región 1224 concesiones – XII 57**

**Sin límite de crecimiento**

**No existe regulación para controlar límite biomasa por barrio**

# Densidades de cultivo en Chile



## Año 2007 (situación previa a la aparición de ISAv)

- Se registraron centros de cultivo de salmón del Atlántico con densidades por sobre los **31 Kg/m<sup>3</sup>**, con el fin de satisfacer la creciente demanda de los mercados internacionales.

## Año 2009 (situación posterior a la aparición de ISAv)

- La autoridad y la industria ya han enfrentado las cuantiosas pérdidas por el ISAv.
- Como medida de bioseguridad, para mitigar la aparición de nuevos brotes, la autoridad fijó densidades de cultivo máximas a cosecha (Res. Ex. N° 1449/2009):
  - Salmón del Atlántico: 17 Kg/m<sup>3</sup>
  - Trucha y Coho: 12Kg/m<sup>3</sup>
  - Chinook: 10 Kg/m<sup>3</sup>
- Se traduce finalmente en un N° de peces máximo a ingresar al inicio de la etapa de engorda.



# Densidades de cultivo en Chile



## Año 2010

- La industria comienza un nuevo desafío de incrementar sus producciones de manera más sustentable y con una regulación sanitaria más estricta.
- Las densidades de cultivo presentaron una tendencia a disminuir, para las tres especies salmonídeas de mayor cultivo en Chile.
- Densidad de cultivo promedio por especie:
  - Salmón del Atlántico: **10 -15 Kg/m<sup>3</sup>**
  - Salmón Coho: **9 - 15 Kg/m<sup>3</sup>**
  - Trucha Arco iris: **8 - 15 Kg/m<sup>3</sup>**



# Comparación con otros países que cultivan salmónidos



## Canadá

- Para el caso del salmón del Atlántico, las densidades de cultivo oscilan entre **14 y 18 Kg/m<sup>3</sup>**, dependiendo del status sanitario de cada centro de cultivo.

## Noruega

- Para el caso del salmón del Atlántico, los centros de cultivo en mar operan con densidades máximas de **25 Kg/m<sup>3</sup>**.
- Se permite una biomasa máxima de 780 toneladas por licencia y en algunos casos, 900 toneladas.
- Lo anterior, está supeditado a la capacidad de carga del sitio de cultivo (O<sub>2</sub>, temperatura y muestreo de sedimento)



# Comparación con otros países que cultivan salmónidos



## Comunidad Europea

- Es un tema para el cual aún no existe una Directiva Comunitaria. No obstante, ya existe un pronunciamiento del grupo de expertos en la materia.
- Este grupo de expertos consideró que la densidad de siembra es un factor importante, ya que sus efectos interactúan con muchos otros factores, como la calidad del agua (O<sub>2</sub> y capacidad de eliminación de desechos).
- Para mantener un estado sanitario favorable, recomendó que 15 Kg/m<sup>3</sup> - 17 Kg/m<sup>3</sup>, son las densidades máximas a utilizar en agua de mar, dependiendo de la especie en cultivo.



# Marco normativo en Chile

- Art. 86 bis de la ley N 20.434 establece que:

*“La Subsecretaría deberá establecer **densidades** de cultivo por **especie o grupo de especies** para las agrupaciones de concesiones....*

*Se considerará como densidad de cultivo la **biomasa de peces** existente por **área utilizada con estructuras de cultivo**, al término de la etapa de engorda.....*

*Se establecerá el **N de ejemplares máximo a ingresar** a las estructuras al inicio de la etapa de engorda....considerando a lo menos la **profundidad útil** de las estructuras, la **mortalidad esperada** y el **peso promedio a cosecha**.....*

*El reglamento establecerá la **fórmula de cálculo**.....”*

# 1. Determinación quiebre sanitario

- El quiebre sanitario de un barrio se determinó a partir del **cruce de densidades (cosecha en un año determinado)** bajo eventos críticos sanitarios, esto se produce cuando el barrio alcanza el número máximo de casos de ISAv durante la serie de datos (2007-2012) y/o la carga de caligus del barrio tiene el máximo peak de adultos caligus sobre 9 durante la serie.
- El año **de quiebre sanitario** se obtuvo entre la máxima densidad de ambos eventos:

*límite densidad de producción barrio j*

*= max densidad de producción [2007,2012] entre densidad año con max N°casos ISAv HPRv y densidad año con max % peak de carga AD sobre 9 barrio j) · (1 ± α %)*

$\alpha$ : ponderador a definir según comportamiento de datos

# 1. Determinación quiebre sanitario

- Se elaboró una ficha para los 61 barrios de la X y XI regiones.
- Se obtuvo las toneladas cosechadas por barrio.
- Los resultados obtenidos del cruce de eventos sanitarios con producción, mostraron una correlación más directa con caligus que con ISAv.
- Es una metodología que permite establecer un límite referencial donde se pueden producir crisis sanitarias.

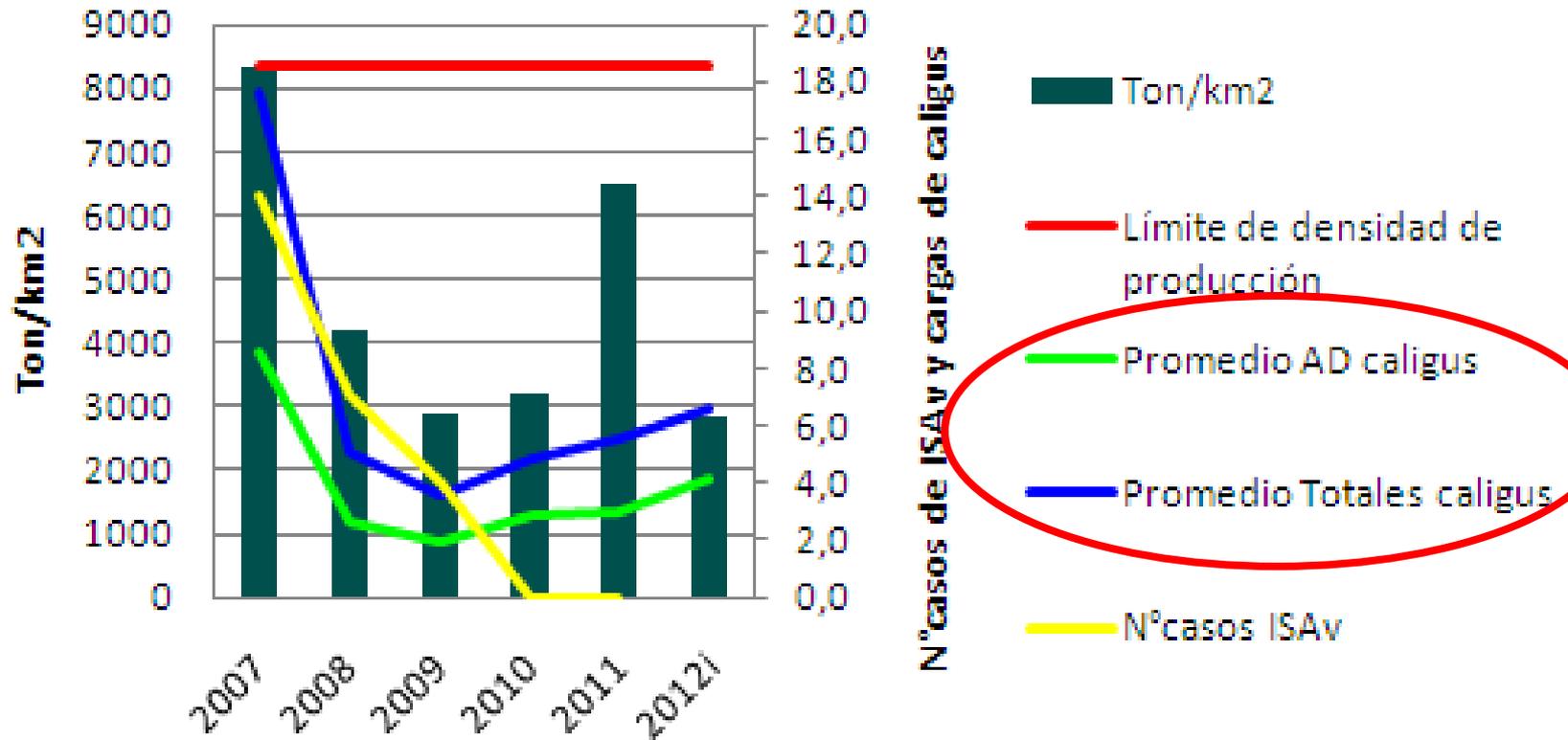
# 1. Determinación quiebre sanitario

	A	B	C	D	E	F	G
1	10A						
2	Barrio 10A						
3		2007	2008	2009	2010	2011	2012i
4	km2	6	6	6	6	6	6
5	Cosecha (kilos)	51.064.415	25.604.364	17.744.347	19.567.481	39.744.092	17.390.446
6	Ton/km2	8341	4182	2898	3196	6492	2841
7	Ton/km2 SALAR	5994	2124	838	86	2481	1163
8	Ton/km2 COHO	1758	1951	1600	1798	2108	811
9	Ton/km2 TRUCHA	589	107	460	1312	1903	866
10	N°casos ISAv	14	7	4	0	0	
11	%peak de carga AD caligus	50%	0%	0%	4%	0%	0%
12	Promedio AD caligus	2,6	2,6	1,9	2,8	2,9	4,2
13	Promedio Totales caligus	17,6	5,1	3,6	4,9	5,5	6,6
14	Límite de densidad de producción	8341	8341	8341	8341	8341	8341
15	N°peces (cosecha)	16.565.381	11.280.010	7.210.370	7.368.698	11.675.141	5.574.653
16	N°peces (centros operativos)	31.000.000	17.000.000	16.000.000	14.000.000	19.000.000	9.000.000
17	N°centros operativos	31	17	16	14	19	9
18	N°centros otorgados	41	41	41	41	41	41
19	N°centros operativos año límite	31					
20	Porcentaje especies						
21	SALAR	72%	51%	29%	3%	38%	41%
22	COHO	21%	47%	55%	56%	32%	29%
23	TRUCHA	7%	3%	16%	41%	29%	30%
24	Mortalidad total barrio					5,8%	17,5%
25	Mortalidad SALAR					1,4%	5,7%
26	Mortalidad COHO					4,4%	5,1%
27	Mortalidad TRUCHA					9,5%	32,5%
28	Mortalidad CHINOOK					0,0%	0,0%
29	Mortalidad país						
30	Mortalidad SALAR	25%	45%	50%	8%	9%	
31	Mortalidad COHO	21%	34%	17%	10%	9%	
32	Mortalidad TRUCHA	24%	29%	30%	17%	17%	
33	Mortalidad CHINOOK	24%	36%	32%	12%	12%	
35	SRS						
36	N°centros - 1 diagnóstico anual					6	
37	N°centros - 2 diagnóstico anual					7	
38	N°centros - 3 diagnóstico anual					2	
39	N°centros - 4 diagnóstico anual					2	
40	N°centros - 5 diagnóstico anual					1	
41	N°centros - 6 diagnóstico anual					-	
42	N°total de centros con SRS					18	
43	%total de centros operativos					95%	
44	Diferencia lim ISAv y lim caligus	0%					

# 1. Determinación quiebre sanitario



## Densidad Barrio 10A



## 2. Determinación límite de densidad

- En una segunda instancia, a partir del quiebre sanitario estimado del barrio, se determinó la densidad de producción, definida como:  cosecha de un periodo / superficie del barrio , esta superficie puede equivaler a la sumatoria de los km2 de las concesiones pertenecientes al barrio o a las correspondientes AAA.

$$\text{Densidad de producción } \textit{barrio } j \textit{ en } t = \frac{\textit{Cosecha}_t \textit{ (Ton)}}{\sum_{i=1}^n (\textit{km2 centros } i \textit{ del barrio } j)}$$

- De esta forma se calculó la densidad por superficie de AAA o área concesionada (ton/Km2).

## 2. Determinación límite de densidad

- Posteriormente, para cada barrio se determinó el número peces de acuerdo a la siguiente fórmula:

**Definición número de peces barrio “j”**

$$N^{\circ} \text{peces barrio } j_{\text{cosecha}} = \frac{(\text{lim densidad de producción barrio } j \cdot \text{km}^2 \text{ barrio } j) \cdot (M_t)}{\sum_{k=1}^n (\% \text{especie } k \text{ en barrio } j \text{ en } t \cdot \text{peso especie } k \text{ en } t)}$$

$M_t$ : factor de mortalidad año definido por la mortalidad el año t. Para 2007-2010 se utilizará la mortalidad país, en tanto para 2011 y 2012 se utilizará la mortalidad por barrio.

t: año definido por el límite de densidad (máxima cantidad de casos ISAv o máxima carga de caligus sobre 9).

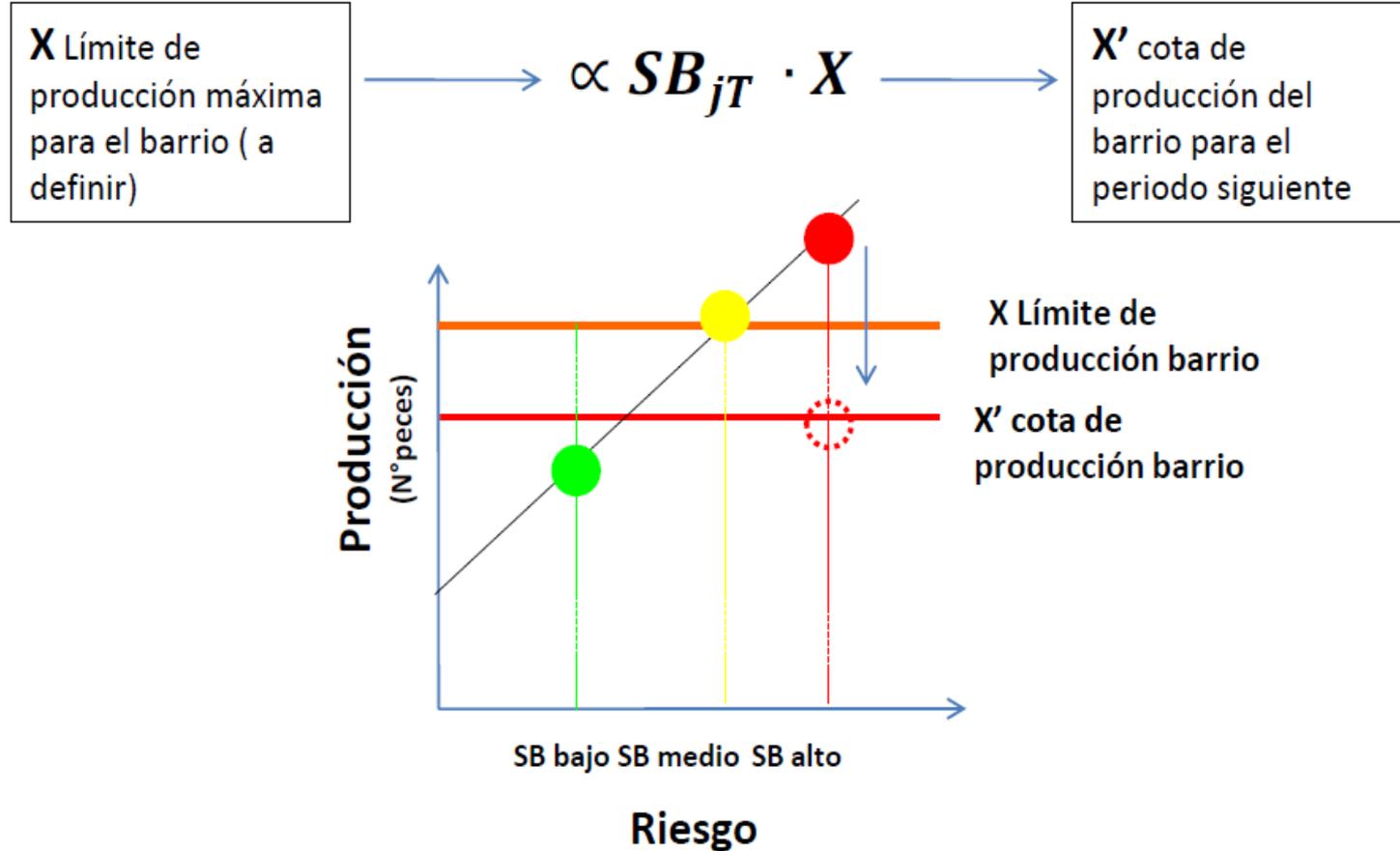
# Escenarios posibles

- Con los datos obtenidos se trabajaron inicialmente dos escenarios:
  - 1.- Se determinó densidad (límite de producción) de acuerdo a AAA.
  - 2.- Se determinó densidad (límite de producción) de acuerdo a superficie concesiones.

Esto implicaba determinar un límite de producción (biomasa total por AGC) que posteriormente se distribuiría entre los centros que iban a operar.

**Esto se ve dificultado por la facultad de la SSP de distribuir una producción determinada**

# Reglamento Densidades



# Tercer Escenario

- En base al artículo 86 bis de la LGPA se determinó la densidad de cultivo utilizada el año del quiebre sanitario de cada barrio.
- Se calculó la densidad por estructura de cultivo (jaula) y especie, expresada en Kg/m<sup>3</sup>.
- La base de cálculo consideró los siguientes parámetros:
  - Dimensiones de jaulas estándar (30 x 30).
  - Número de jaulas por centro estándar (20).
  - Profundidad estándar (15 mt).
  - N peces por centro (1.000.000).
  - Peso promedio ( 3kg y 4.5 kg).

# Densidad por jaula

ACS	Densidad Salar (kg/m3)		Densidad Coho (kg/m3)		Densidad Trucha (kg/m3)	Densidad Chinook (kg/m3)	
	FINAL	Año Corte	FINAL	Año Corte	FINAL Año Corte	FINAL	Año Corte
1							
2		16		10	11		6
3A		17		10	12		
3B		15		14	12		
4							
5							
6		17					
7		17		13	9		
8		17		14	11		
9A		17		11	13		
9B		17		11	10		
9C		17					
10A		17		10	12		
10B		17		9	7		
11		17		12	13		
12A		16		12	14		
12B		14					
12C							
13		17					
14		17					
15		17					
16		16			11		
17A		18			10		
17B		16		8	16		11

Valores en blanco; no hubo quiebre sanitario, no se produjo la especie para el año de corte o no hubo producción en la serie de tiempo.

# Densidad por jaula



ACS	Densidad Salar (kg/m3) FINAL	Densidad Coho (kg/m3) FINAL	Densidad Trucha (kg/m3) FINAL	Densidad Chinook (kg/m3) FINAL
18A	17	11		
18B	18		6	
18C	16	10	13	
18D	16		12	
18E	17			
19A	18		10	
19B	17			
19 C				
20	17			
21A	17		9	
21B				
21C				
22A	17	12		
22B			11	
22C	17	11		
22D	18	9	11	
23A	17	12		
23B	17		9	
23C				

**Valores en blanco; no hubo quiebre sanitario, no se produjo la especie para el año de corte o no hubo producción en la serie de tiempo.**



# Densidad por jaula

ACS	Densidad Salar (kg/m3) FINAL	Densidad Coho (kg/m3) FINAL	Densidad Trucha (kg/m3) FINAL	Densidad Chinook (kg/m3) FINAL
24	17			
25A	17			
25B				
26A	17			
26B	16	11	12	
27	14			
28A	19	10	9	
28B	15	8	12	
28C				
29	17			
30A	17	12	10	
30B	19		10	
31A	17			
31B	17			
32	17	9	12	
33	16		12	
34	16			
35		11		

**Valores en blanco; no hubo quiebre sanitario, no se produjo la especie para el año de corte o no hubo producción en la serie de tiempo.**

# Resumen densidad por jaula

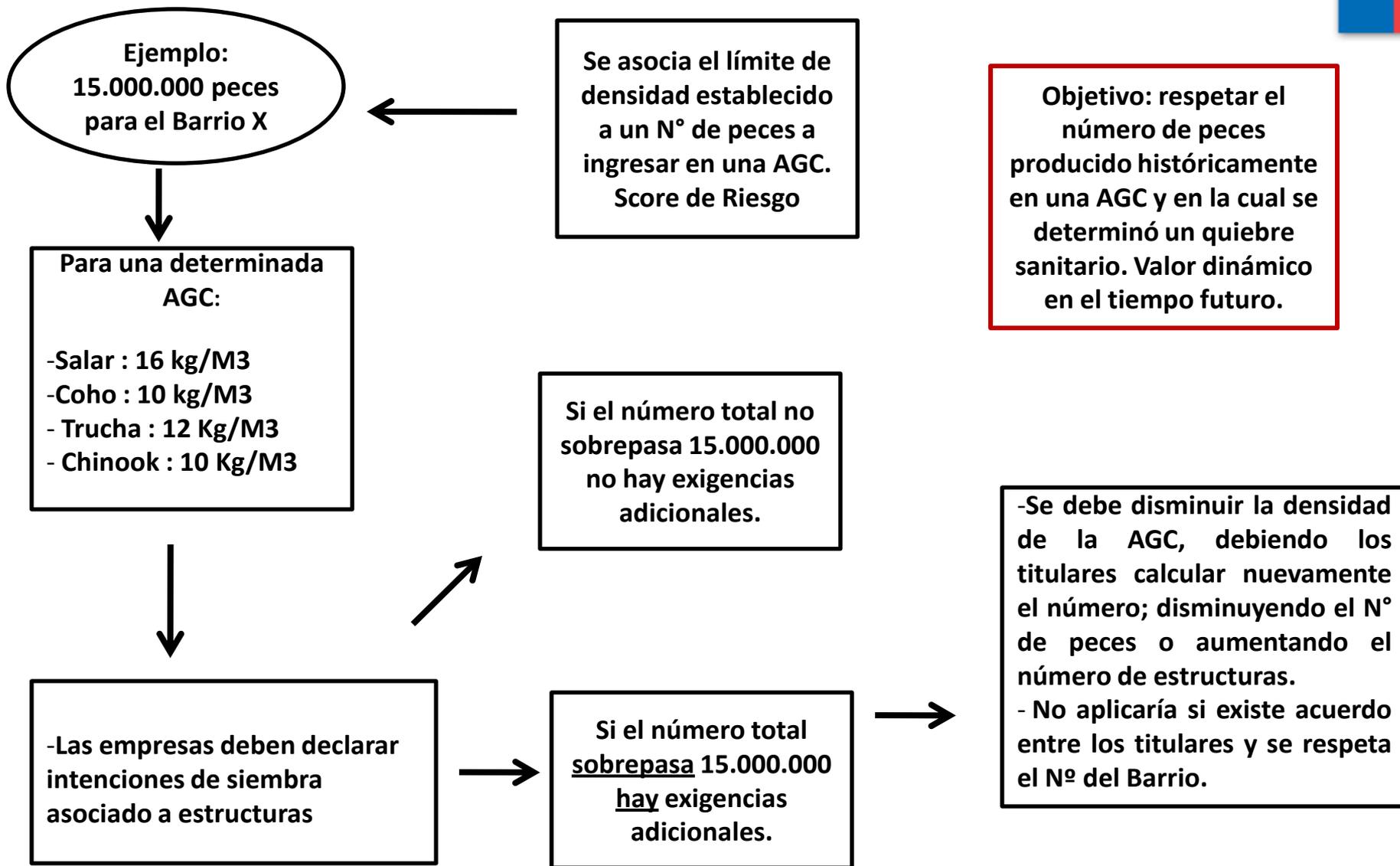
- El rango de los valores de densidad obtenidos correspondieron a los siguientes:

	Densidad Salar (kg/m3) FINAL	Densidad Coho (kg/m3) FINAL	Densidad Trucha (kg/m3) FINAL	Densidad Chinook (kg/m3) FINAL
<b>Mínimo</b>	14	8	6	6
<b>Máximo</b>	19	14	16	11
<b>Promedio</b>	17	11	11	9



# Cómo operará la propuesta ?

# Propuesta para iniciar regulación

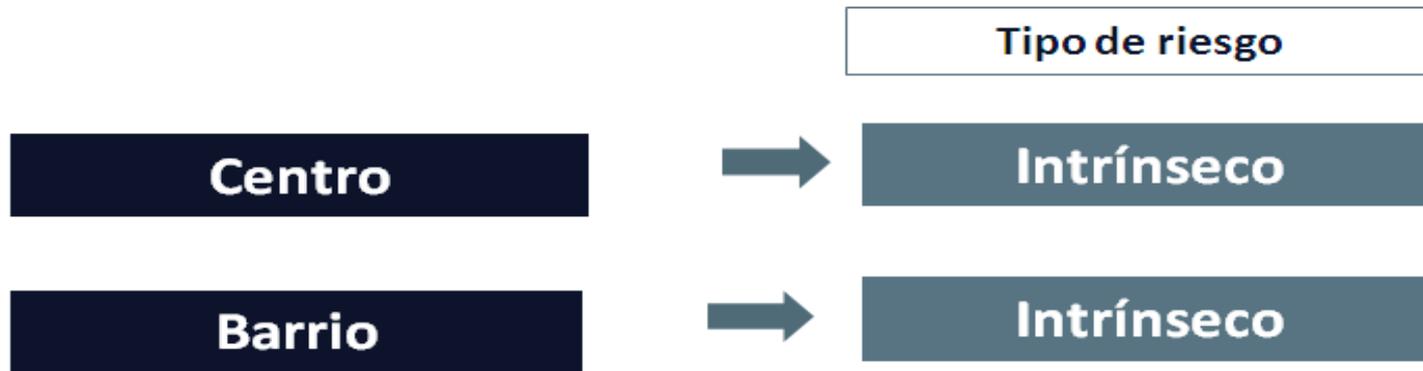


# Propuesta para iniciar regulación

- Barrios con densidades superiores al actual estándar de Sernapesca se aplicará un factor de protección de tal forma de evitar tener densidades similares a la época de crisis.
- Para el caso particular del Salar éste no debiera ser superior a 15 Kg/m<sup>3</sup> con un máximo de 17 Kg/m<sup>3</sup>, asociado sólo a barrios con buena condición sanitaria.
- Los valores de densidades serán sensibilizados con los resultados de un estudio de costos que permitirá contar con bandas de densidades por especie, en función del perfil de la industria, costos de producción y precios. **Lo anterior, en ningún caso debe implicar menoscabo de la condición sanitaria.**

# Propuesta futura

- Se incorpora el score de riesgo de centro y barrio como elemento para las posibles modificaciones en las densidades inicialmente calculadas.



- Requiere mejorar la captura de información que alimentará el score de riesgo (proyectos Subpesca-Sernapesca).

# Propuesta futura

## Score de Riesgo de Centro

$$SC_{iT} = \alpha \cdot \sum_{t=1}^T RC_{it} + \beta \cdot \sum_{m=1}^M \gamma^m \cdot SC_{i,T-m} + \delta \cdot \sum_{t=T}^{2T} SCP_{i,t}$$

Riesgo del centro i en t  
INTRÍNSECO

Riesgo del centro i en t-m  
RIESGO PASADO

Riesgo de la cosecha proyectada centro i para 2T (periodo siguiente)  
RIESGO FUTURO

## Score de Riesgo de Barrio

$$SB_{jT} = \alpha \cdot \sum_{i=1}^I SC_{i,T} + \beta \cdot \sum_{m=1}^M \gamma^m \cdot SB_{j,T-m} + \delta \cdot \sum_{i=1}^I \sum_{t=T}^{2T} SCp_{i,t}$$

Riesgo de los centros del barrio j en t

Riesgo del barrio j en t-m  
RIESGO PASADO

Riesgo de la cosecha proyectada centro i del barrio j para 2T (periodo siguiente)  
RIESGO FUTURO



# Propuesta futura

**Medio Ambiental**

**Sanitario**

**Productivo**



# Propuesta futura

## VARIABLES SCORE DE CENTRO Y BARRIO

<b>Medio Ambiental</b>	INFA (Semáforo)	Semáforo
<b>Sanitario</b>	Mortalidad	% (iingreso peces (sembrados) menos el egreso de peces (cosecha)/ingreso)
	Categorización centro	Semáforo por definir
	Comportamiento de Enfermedades	ISAV distintos de HPR 0 (Nºcasos por nivel >< 30%jaulas)
		Caligus (carga promedio en T)
<b>Productivo</b>	Cosecha Ton/km2	Cosecha efectiva entre descansos T
	Cosecha proyectada Ton/km2	Cosecha proyectada entre descansos 2T

# Propuesta futura



- Dentro de las variables ambientales de incluirán dos evaluaciones adicionales:
  - Condición ambiental del sitio de cultivo (centro).
  - Condición ambiental del barrio (no equivale a la suma de los resultados individuales).
- Basado en condiciones oceanográficas, batimétricas, etc.



## Propuesta futura

- La clasificación de bioseguridad (score de riesgo) se realizará al finalizar un periodo productivo.
- El resultado de esta evaluación se utilizará para determinar el número de peces a sembrar en el periodo productivo siguiente.
- Se dispondrá de un score de riesgo proyectado que se alimentará de datos reales e históricos.



# Propuesta futura

## Score de Riesgo proyectado de centro y barrio

**Alertar al productor en caso de traspasar el límite de producción y score de riesgo alto con el objetivo que tome medidas**

$$SCP_{iT} = \alpha \cdot \sum_{t=1}^T RCP_{it} + \beta \cdot \sum_{m=1}^M \gamma^m \cdot SC_{i,T-m} + \delta \cdot \sum_{t=T}^{2T} SCP_{i,t}$$

Riesgo proyectado del centro i en t  
INTRÍNSECO

Riesgo del centro i en t-m  
RIESGO PASADO

Riesgo de la cosecha proyectada centro i para 2T (periodo siguiente)  
RIESGO FUTURO

$$SBP_{iT} = \alpha \cdot \sum_{i=1}^I SCP_{i,T} + \beta \cdot \sum_{m=1}^M \gamma^m \cdot SB_{i,T-m} + \delta \cdot \sum_{i=1}^I \sum_{t=T}^{2T} SCP_{i,t}$$

Riesgo proyectado de centros i del barrio j en t  
INTRÍNSECO

Riesgo del centro i en t-m  
RIESGO PASADO

Riesgo de la cosecha proyectada centro i para 2T (periodo siguiente)  
RIESGO FUTURO

# Gracias.



Subsecretaría  
de Pesca y  
Acuicultura

Gobierno de Chile