



GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE PESCA

NOTAS DEL TALLER

“ANÁLISIS DE PARAMETROS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Y LÍMITES DE ACEPTABILIDAD EN EL ÁMBITO DEL REGLAMENTO AMBIENTAL PARA LA ACUICULTURA (RAMA)” DICIEMBRE DE 2008

Antecedentes:

Considerando la experiencia acumulada durante el período de aplicación del Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA) y de su resolución acompañante, tanto en el sector privado como público, ha surgido la necesidad de revisar la pertinencia de los parámetros ambientales, definidos como indicadores de cumplimiento del objetivo ambiental de los centros de cultivo de “operar en condiciones aeróbicas”.

En este contexto, la Subsecretaría de Pesca y la Comisión Asesora Ministerial para la salmonicultura organizaron un Taller los días 09 y 10 de diciembre de 2008, en la ciudad de Santiago, cuyos objetivos fueron compartir el estado del arte en Chile y en el extranjero, revisar los parámetros actualmente utilizados y sus límites de aceptabilidad e identificar otros que pudiesen complementar la evaluación ambiental.

Esta actividad contempló la participación de connotados investigadores de universidades chilenas y centros de investigación, así como la participación de un experto canadiense.

Las presentaciones de los expertos se realizaron el día 09 de diciembre para terminar con una discusión y mesa redonda durante el día 10 de diciembre. Los temas tratados fueron los siguientes:

Presentación / tema	Expositor
Contexto y Objetivos del Taller	Cristián Acevedo SUBPESCA
Estado del arte y experiencia Canadiense	Barry Hargrave Canadá

Presentación / tema	Expositor
Circulación, análisis de corrientes	Mario Cáceres Universidad de Valparaíso
Columna de agua	Nelson Silva Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Análisis de sedimentos	Ramón Ahumada Universidad Católica de la Santísima Concepción
Macroinfauna	Heraldo Contreras IFOP
Determinación de sulfuros en sedimentos (Barry Hargrave)	Barry Hargrave Canadá
El potencial de la oceanografía aplicada a la administración de la acuicultura	Giovanni Daneri CIEP

Del amplio espectro de organizaciones invitadas, participaron las siguientes, con sus respectivos representantes técnicos:

1. Subsecretaría de Pesca
2. Servicio Nacional de Pesca
3. Comisión Nacional del Medio Ambiente
4. Directemar
5. ONG Terram
6. ONG Oceana
7. Instituto de Fomento Pesquero
8. Centro Nacional del Medio Ambiente
9. SalmonChile A.G.
10. Intesal
11. Asipec
12. Asociación de Mitilicultores de Chile
13. Camanchaca S.A.
14. Marine Harvest
15. Australis Mar S.A.
16. Pesquera Los Fiordos
17. Acuinova Chile / Nova Austral
18. Trusal S.A.
19. Consultora CETECSAL S.A.
20. Consultora RAMALAB
21. Consultora Litoral austral S.A.
22. Consultora GEEAA
23. Consultora Plancton Andino

NOTAS DEL TALLER

Martes 09 de Diciembre de 2008

Se inicia la actividad con los saludos protocolares y descripción de la metodología de trabajo. Se presenta al moderador del taller, el Sr. Ricardo Norambuena Cleveland.

- **Presentación: Contexto y Objetivos del Taller:**

El Sr. Cristián Acevedo de SUBPESCA realiza una presentación planteando el contexto y objetivos del Taller. Se establece que el propósito del taller es poder evaluar de una manera científico- técnica la forma en que se analiza y evalúa la condición ambiental de los centros de cultivo.

Señala que la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), establece en los artículos 74^o y 87^o que los centros deben operar de acuerdo a las capacidades de los cuerpos de agua y mantener el equilibrio ecológico de la zona concedida, artículos que fundamentan el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA).

Junto con el RAMA nace la Resolución Acompañante, disposición legal que detalla cómo se deben realizar la toma de muestras, mediciones de los parámetros a considerar y entrega de la información.

El RAMA considera dos aspectos principales: las disposiciones generales de operación y la obligación de operar en condiciones aeróbicas. Los instrumentos de evaluación para dar cumplimiento a estos aspectos son la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) y la Información Ambiental (INFA), este último aplica sólo cuando el centro ya ha comenzado a operar.

Es necesario tender a perfeccionar los instrumentos existentes, en el sentido de establecer los mejores parámetros y sus límites de aceptabilidad, sin buscar cambiar las disposiciones ambientales que existen y la forma de evaluación.

Por otra parte, se busca compartir el estado del arte, analizar y evaluar los parámetros analizados y compartir las experiencias realizadas en Canadá, para llegar a determinar los límites de aceptabilidad de los parámetros que definen la condición ambiental.

- **Presentación: Estado del arte y experiencia Canadiense, Dr. Hargrave.**

Introducción del moderador al Dr. Barry Hargrave: cuenta con gran experiencia bio-oceanográfica; editor de varios libros; estuvo en Chile los años 2006 y 2007. Actualmente sigue presentando publicaciones.

El Sr. Hargrave comienza explicando que su presentación tratará sobre las experiencias de las operaciones de control ambiental en Canadá.

Los criterios para determinar las variables en Canadá son muy similares a las de Chile. Estas deben ser posibles de realizar, no teóricas, prácticas, que no tomen mucho tiempo y dinero.

Los monitoreos realizados indican sectores en la columna de agua con OD < 6 mg/l, valores que podrían afectar a los peces en cultivo.

Aspectos tales como el aprovisionamiento de alimento, mortalidad y biomasa, enfermedades, parásitos, tratamientos terapéuticos, también son importantes de regular, ya que estos ya indicarían problemas ambientales.

Las variables medioambientales en Canadá se controlan una vez al año, entre septiembre y octubre, considerando el análisis de parámetros en sedimentos, biota bentónica, columna de agua, etc.

El expositor menciona los distintos grados de sensibilidad de sectores en Canadá, lo cual se asocia a distintos niveles de riesgo ambiental (ver presentación 1).

Por otra parte explica que se miden variables en sedimentos del programa estándar del gobierno en el trimestre junio, julio y agosto, cuando los centros de cultivo se encuentran sin producción post cosecha.

Los resultados obtenidos en el tiempo de potencial redox y MO (materia orgánica) muestran la estrecha relación de estos parámetros, lo mismo que MO y granulometría.

Cuando la sedimentación de la MO aumenta, restringe el oxígeno disponible del medio, llegando a condiciones de anoxia en la superficie de los sedimentos, permitiendo el desarrollo de la bacteria *Beggiatoa* sp.

Consultas y Observaciones:

- La representante de la ONG Terram consulta si lo explicado en la presentación es también aplicable a cultivos de moluscos

R: sí, es también aplicable, en Canadá se utiliza la misma metodología para el cultivo de mejillones y funciona de la misma manera.

- Mario Cáceres: No vi ninguna variable relacionada con el ambiente físico, como mediciones de corrientes.

R: No, necesitamos saber información como T^o, OD, etc, los estudios de corrientes se realizan una vez que el proyecto es aprobado y se comienza a monitorear. Los estudios de corrientes se utilizan más bien para relacionarlos con el crecimiento de los peces. Se busca la relación entre presencia o ausencia para ver lo que sucede en el fondo, ahí se ve el impacto, que será alta, mediana o baja, pero no se miden las corrientes, esto no forma parte del programa de monitoreo.

Medimos los tamaños de los granos (inicialmente el primer año, ya que no cambia, se busca la relación granulometría-MO), luego sólo la MO, que puede ir variando en el tiempo. Esto para hacer más rápido y simple la evaluación ambiental, las mediciones son MO, OD en el agua, disco secchi, no se mide pH.

- Nelson Silva: Acá en Chile la variable MO puede llevar a error, ya que hemos observado sedimentos de grano grueso con altas concentraciones de MO, también se ha encontrado sedimento fino de origen glacial (arena glacial) con poca MO. Entonces, deberíamos tener un punto de vista distinto ¿Cuál es su opinión?.

R: nosotros también tenemos fuentes locales de MO, el control químico depende también de la minerología de los sedimentos, deben considerarlos, ver el C y MO como uno de los factores de enriquecimiento.

Yo les mostré el concepto de una situación geográfica determinada, donde se tiene esta información con las corrientes. Estoy de acuerdo, Uds. deberían analizar toda la información y recolectar datos para ver las distintas situaciones de los distintos lugares, tratando de hacer un mapa y ver las relaciones locales de cada área.

- Empresa Camanchaca: ¿Cuánto producen los centros de cultivo de peces? y ¿con que frecuencia y en que momento se mide la velocidad de las corrientes?

R: 18 kg por m³, entre 1500 y 3000 de biomasa

Para las mediciones de corrientes se utiliza un ADCP que se coloca a 1 m del fondo, hay consultoras que hacen este trabajo, esta información es para la CPS, el tiempo de la toma de mediciones deberá ser mínimo 28 días de registro para determinar los ciclos de las mareas, aquí en Chile y en Canadá se realiza por 6 días.

- Ramón Ahumada: Centros de cultivo tienen un efecto en términos de cambio muy local, por lo tanto no es lo mismo medir en forma local uno, dos o tres centros, los riesgos que se miden son más bien operativos, para la salmonera, pero no para el medio ambiente.

R: debemos tener una escala que estemos dispuestos a pagar, en Canadá hemos tenido reuniones con los empresarios para definir los monitoreos y la información de sitio, los riesgos se miden del punto de vista de la industria; el monitoreo se enfoca para que el desarrollo sea en un ambiente apto. El gobierno siempre está monitoreando para probar los resultados que son presentados por las empresas, con el fin de juzgar estos monitoreos, no medimos el riesgo. Es una estrategia local, se hace de criadero en criadero.

- Verano pasado se hizo un curso en Chiloé, donde se hicieron mediciones de sulfuro. ¿Los resultados de HS y S, se ajustan nuestros datos a las correlaciones que hace usted?

R: participé en Chiloé, pero no mostraré esa información aquí, hay bastante relación entre las mediciones obtenidas, pero no son iguales. La mayoría de los centros monitoreados eran todos óxicos, cabe hacer notar que en los sitios más impactados no pudimos acercarnos más de 75m de los centros.

- Nelson Silva: También participe del curso, las mediciones no fueron altas, los fangos centrales estarían todos en una condición óxica.
- ONG Terram: Sería sensato decir que el impacto ambiental afectaría la salud de los peces si se está en un ambiente contaminado, sería mejor tener un enfoque más amplio que específico.

R: El impacto lejano de los centros se observaría por los efectos de las corrientes que transportan bacterias, parásitos, etc, se considera unos 10 km de área afectada, más allá de eso no se vería ningún efecto. El transporte del agua pueden ser cientos de kilómetros, es un problema de gestión porque tiene que ver con los riesgos relativos. El impacto bajo los centros es alto, pero esto debería ser una preocupación, ambos son válidos, por un lado lo cerca de los centros van a compartir estos impactos.

11:00 -11:20

Café

- **Presentación: “Aspectos básicos, sugerencias sobre corrientes y circulación”.** Mario Cáceres, Universidad de Valparaíso.

El expositor inicia la presentación indicando definiciones y explicando los conceptos de Circulación Estuarina, Flujo residual, Estratificación y mezcla, entre otros que se detallan en la presentación 2.

La información presentada corresponde a mediciones de 7 años con ADCP remolcado en los proyectos del Crucero Cimar Fiordos, realizados en las regiones australes del país (ver presentación 2)

Posteriormente el expositor realiza un análisis crítico de lo establecido en el RAMA, desde el punto de vista de los estudios de corrientes. AL respecto recomienda mantener el valor de aceptabilidad de $\geq 3\text{cm/s}$ (50% del tiempo de registro) pero para el flujo residual (promedio).

Además recomienda el fondeo de los instrumentos a 5m de profundidad, para obtener datos más precisos. En este sentido, sugiere además ampliar a 15 días de mediciones para abarcar sicigia y cuadratura, con el objeto de conocer la variabilidad de los sitios donde se pretende realizar actividades de cultivo.

Consultas y Observaciones:

- Todas las consultoras entregan los datos brutos de las mediciones de corrientes. La figura del fiordo donde entra por un canal la corriente y luego gira la masa de agua superficial, siendo esta área no apta, hay varias concesiones que fueron otorgadas muchos años atrás en sectores con muy poca dinámica, ¿es posible que estos sectores puedan ser cambiados a otras áreas con mayor dinámica?

R: (SUBPESCA) hoy día no se especifica esto en la norma, que nos permitan hacer esto, si alguien solicita un lugar no apto.

- ONG Terram: En el gráfico con distintas capas de corrientes, ¿esto se repite frecuentemente, en especial donde hay acuicultura? y los instrumentos que hay hoy día ¿logran medir estas capas?

R: Sí, y el instrumento actual (ADCP) es el mismo que señala el RAMA. Se observan estas capas y ahora estamos estudiando un poco mas las capas residuales.

- **Presentación: Columna de agua,** Nelson Silva, PUCV.

Requerimientos RAMA:

Objetivo de medir oxígeno: determinación condiciones de aerobia

Degradación de MO cambia las condiciones de aerobia a anaerobia.

Reacciones que liberan o requieren E^* , la degradación de la MO genera valores negativos de delta G (índice de Gibbs), esto significa que libera E^* .

Si el O_2 baja de $<0,2$ comienza la desnitrificación, ya en valor 0 de O_2 comienza la reducción del sulfato, llegando a la fermentación del metano en casos extremos (no observado en el medio marino).

El O_2 de sedimento ingresa por difusión en las primeras capas.

Objetivo de medir la T y S: permiten verificar el nivel de oxigenación en la columna de agua, la solubilidad disminuye con el aumento de la T y/o de la S.

RAMA indica 7 grupos diferentes de centros de cultivo.
Mediciones en la columna de agua para ver la calidad de los sectores de los centros.
Mediciones bajo las jaulas es prácticamente imposible.

Mediciones realizadas en las aguas interiores chilenas. Nos da una visión más global. Los programas CIMAR-Fiordos abarcarían estos sectores aportando con información de las zonas. Ej. Estero Reloncaví, la parte superficial se ve mas influenciada por los aportes de agua dulce, en la cabeza los valores son cercanos a 1 (mas bajo por la confluencia del agua aquí que enriquecen el sector); más al interior son mayores. En Calbuco se ve una zona bien oxigenada en casi toda la columna de agua, producto del ingreso que hay, sube y baja bastante la marea, permitiendo una mayor ventilación de esta agua, lo mismo se puede observar en Castro-Lemuy.

Fiordo Aysén, efecto del río, T° superficial más frías, en el resto de la columna estaría bien mezclada. La S es menor en superficie y aumenta en profundidad, donde se hace más homogénea. En la cabeza del fiordo se observa un valor bajo de oxígeno.

Puyuhuapi: efecto del río en superficie, se observa una menor T° superficial, aumentando en profundidad y haciéndose más homogénea. Aquí se encuentran los valores más bajos de O₂ a nivel nacional (1 ml/L), por tanto no hay en Chile fiordos anóxicos naturalmente.

- Se continúan analizando otros casos.

Las cabezas de los fiordos son bajas en contenidos de O₂ y las bocas son más altas.

Consultas y Observaciones:

- Ramón Ahumada: ¿Posibilidad de usar otros índices?, por ej: utilización aparente de O₂ y producción aparente de O₂ que podría normalizar lo que es saturación. Además, la estratificación ¿podría ser mejor entendida por la densidad o sigma t mas que por la S y T?

R: para comparar dos cuerpos de agua se deben comparar los % de saturación, por eso se utiliza el % saturación como una variable derivada o el consumo de O₂. En cuanto a la densidad, en estos sectores lejos domina la salinidad.

- Ramón Ahumada: Pero en la zona donde hay glaciares, hay hundimiento de las aguas por la T°.

R: si bien en sectores de glaciares se da tal excepción, en la mayoría de los sectores marítimos predomina la S, siendo este rango de S muy estrecho.

- **Presentación: “Procesos geoquímicos en los sedimentos, bases conceptuales para un reglamento ambiental”.** Ramón Ahumada, UCSC.

El expositor menciona los siguientes temas a tratar en la presentación: Modelos biogeoquímicos, Matrices marinas, Sedimentos marinos, MO y OD, Origen y distribución MO, Cambios condiciones sedimentarias, Proposición de variables, Aspectos analíticos, aplicaciones.

Destaca el concepto de Matrices ambientales como aquellas variables medibles y que permiten evaluar, el análisis de material particulado sedimentable (considerado en el RAMA), y la importancia de tener presente la MOD (materia orgánica disuelta), que es aquella transportable y que generaría la sombra en los centros de cultivo o maricultura. Existen enriquecimientos naturales y antrópicos de los sedimentos. La baja dinámica de esta matriz permite tener información de las condiciones ambientales en el tiempo y los organismos que la habitan pueden ser usados como centinelas.

Se entregan otros conceptos como procesos sedimentarios, procesos oxidativos, registros del crucero CIMAR Fiordos, velocidad de sedimentación de partículas, Nomenclatura para regímenes de bajo OD, evaluaciones ecotoxicológicas, entre otros. (ver presentación 4)

El expositor entrega la siguiente propuesta con el objeto de Mejorar RAMA, en cuanto a valores y tolerancia.

- Propone un porcentaje de MO de 6% como máximo, y en el caso de los fiordos, agruparlos y determinar el 50% del valor registrado.
- pH aumentar el límite a 7,8
- Potencial redox aumentar a +50mv
- OD considerar como mínimo el 50% del valor de saturación a 1 m del fondo.
- Velocidad de la corriente, mínimo 5 cm/s el 50% del tiempo de registro, y considerar que a una profundidad de 3 m el ADCP aún está en nivel de ruido.
- Macrofauna bentónica, definir especies dominantes y determinar índices ecológicos.
- Incorporar estudios ecotoxicológicos, utilizando por ejemplo la fertilización con *Ampellicca araucana*.
- Continuar con los registros visuales.

Consultas y Observaciones:

- Heraldo Contreras, IFOP. El límite de MO del RAMA, no sería mejor que el mayor % este asociada a la arena o grava que al sedimento más fino.

R: puedes tener MO por fuentes antrópicas, alóctonas o por producción primaria, esta MO se puede depositar en diferentes tipos sedimentarios, en arena glacial un 30% depositado demora aprox. dos meses en remineralizar, en otros sedimentos se pueden formar partículas mas grandes de MO que serian mas difíciles de degradar en el corto tiempo.

- Con respecto a la MO ¿no sería mejor definir el origen de la MO, considerando la información de los cruceros CIMAR FIORDOS (CF), que muestras aportes naturales en varios sectores?

R: Los CF se realizaron más bien lejos de la costa, por lo que estos datos no serían efectivamente del todo comparables. Lo importante es el alto valor considerado en el RAMA, en sectores como Concepción, por ej. tienes valores de MO de 10-12%, incluso 15% en San Vicente, que son sectores de varios años de contaminación, por ello se propone reducir el límite de 15%.

El objetivo es prevenir, no basta con cambiarse a una región menos contaminada.

13:30 – 14:30

Almuerzo

- **Presentación: Macroinfauna Bentónica**, Heraldo Contreras, IFOP.

El expositor inicia la presentación con una definición de macrofauna bentónica, destacando que en el RAMA corresponden a aquellos organismos que quedan retenidos en un tamiz de 1000 μm (1mm), pero según definición entregada por el expositor serían aquellos organismos que quedan retenidos en tamices de 500 μM (0,5mm).

Señala además el concepto de Bioperturbación como la actividad de la macrofauna que modifica los primeros centímetros del sedimento. Bajo los centros de cultivos de peces se encontrarían altas abundancias de poliquetos no tubícolas.

Realiza una evaluación crítica de la obtención y análisis de las muestras de macrofauna bentónica. Por ejemplo, indica que el monitoreo con draga es bastante complejo en el sentido de que no siempre se logra colectar la muestra con el primer lanzamiento, además es difícil de manipular al subirla, todo lo cual hace lento este monitoreo en la obtención de 30 muestras exigidas.

Además cuestiona si el número de muestras es suficiente o excesivo dado el tiempo que requiere su análisis y considerando que no se realiza una integración de esta información posteriormente. Sobre esto último, destaca que el diseño de muestreo debe estar en relación directa con el análisis posterior que se quiere hacer, ej.: para un análisis multivariado puede ser excesivo analizar 30 muestras.

Discute también acerca de la finalidad de fijar estaciones Control, ya que éstas no son comparadas con el resto de las estaciones monitoreadas, como tampoco se comparan los resultados de la CPS, por ello es importante determinar los análisis que se deberían hacer para la evaluación de esta matriz biológica.

Al respecto, señala algunas falencias actuales para el análisis de esta información, por ejemplo, de acuerdo al reglamento se requiere determinar al menor nivel taxonómico posible mediante el uso de claves por personal con experiencia, sin embargo en ocasiones no se cuenta con información actualizada o bien ésta no es accesible.

Actualmente, el RAMA tampoco establece el análisis comparativo de la información recopilada. En los análisis comparativos generalmente se utilizan análisis multivariado, curvas ABC, etc. El análisis de curvas ABC, muy utilizado en estudios de ecología bentónica, requiere determinar la biomasa como peso seco libre de cenizas (esto el RAMA no lo considera, indica peso alcohólico), pero esto haría aún más lentos los análisis.

Para caracterizar la macroinfauna, los índices ecológicos medidos como la diversidad no permiten determinar por sí solos la calidad ambiental de un área.

El expositor propone filtrar la información de las INFAs y realizar análisis comunitarios con todos los parámetros analizados. Existen métodos multivariados que permiten la comparación entre las muestras, por ejemplo:

- * Análisis de SIMPROF, indica si hay o no diferencias significativas entre las estaciones.
- * Análisis ANOSIM, evalúa la estructura comunitaria, determinando aquellas que son estadísticamente significativas
- * Análisis de SIMPER, establece los taxa que aportan mayor porcentaje de variabilidad de las muestras analizadas.

Se podrían asociar a estos análisis otras variables como MO y granulometría.

Discusiones, recomendaciones:

- N° y tamaño de las muestras

- poca o nada de integración de la información recopilada
- se requieren índices ecológicos que ayuden en esto
- existe poca información sobre el impacto en las actividades de cultivo

Consultas y Observaciones:

- Luis albornoz: Concuerta con las conclusiones del expositor, indicando además que de estos estudios es rescatable el número de estaciones y los análisis posibles de aplicar a estos datos. Respecto al análisis de curvas ABC, si bien determinar el peso seco libre cenizas implica mayor trabajo, se podría determinar sólo con los poliquetos.
- Giovanni Daneri: Consulta acerca de si hay otras formas para evaluar el estado del fondo marino.

R: se podrían hacer algunos de estos análisis y complementar con otros, pero del punto de vista de regulación y manejo, se opta por aquellos análisis más fáciles y rápidos de evaluar. Se deberían unificar criterios para analizar esta información.

- Se consulta si las muestras colectadas para análisis químico y biológicos ¿son en las mismas estaciones?

R: Sí, se toman en los mismos puntos.

- Comentario: Importante es para el RAMA contar con los ejercicios de intercalibración, pero necesitamos un patrón de comparación.
- ¿Y cómo se identifican aquellas especies que no han sido descritas para Chile?

R: en esos casos, aunque inicialmente sea una identificación errada se puede mantener mientras no se compruebe lo contrario, lo importante es que todos estemos hablando lo mismo.

- Comentario: Las consultoras mantienen muestras guardadas que eventualmente se podrían facilitar para tener mayores referencias.
- Moderador, Ricardo Norambuena: Señala que el expositor ha realizado un análisis crítico de las metodologías y análisis de las comunidades bentónicas submareales; indica además la falta de profesionales que realicen estos trabajos, por lo que se debería pensar en capacitar y/o tener laboratorios de referencia. Este análisis podría ser más integrador con el resto de los análisis.

- **Presentación: Determinación de sulfuros en sedimentos, Dr. Barry Hargrave.**

Entrega paper de Eh-Sulfuro.

“Teoría electroquímica del redox (Eh)”

- Entrega definiciones de Eh y pH, indicando que éstos son recíprocos entre sí. El pH determina la actividad de los protones (concentración de protones) y por tanto las reacciones que dominaran.

La relación Eh-pH determina áreas con ambientes bien mezclados con altas presiones parciales de oxígeno, diferenciándose de áreas donde el oxígeno ha sido reemplazado por otro aceptor de electrones.

- La presencia de hierro en los sedimentos produciría el FeS en los sedimentos.
- Teoría de las mediciones de Sulfuro: las formas unidas al hierro y las formas de sulfuro libres o como ácidos se encontrarían disueltas o en forma de gas (H₂S). Dependiendo del pH se presentarían las formas dominantes de sulfuros.
- El área de impacto en los sedimentos es de 0-2cm de profundidad.
- Se presenta un Grafico Eh vs pH, que se detalla en la presentación 7 (pH sobre 7 muestra condiciones más aceptables ya que se tienen valores positivos de Eh).
- Grafico residual de sulfuro (ver presentación 7), se puede observar muy bajo en superficie para luego aumentar rápidamente en los primeros 5 cm como FeS seguido del H₂S, pero a los 40 m de profundidad vuelven a decaer. A mayor profundidad se observa la presencia de Sulfuro residual.
- Grafico de Eh vs concentraciones de Sulfuros (µM), con los cambios estacionales se observan cambios en las concentraciones de O₂ del área, lo que provoca a su vez el aumento de los valores de Eh. Este tipo de gráficos son comparables en el tiempo para un área determinada.
- La relación Eh-total de Sulfuro libre (S=) provee de una ventaja de escala común para expresar el enriquecimiento orgánico en sedimentos marinos.

Consultas y Observaciones:

- Cetecsal: Conoce algún estudio que relacione el pH - Redox y ¿Por que eliminaron el pH de sus análisis en Canadá?

R: el pH se eliminó por lo difícil de calibrar y manipular el instrumental (capilares muy delicados), en cambio para el redox los sensores son más resistentes. Los resultados obtenidos en Noruega indicaron una clara relación entre Eh-Sulfuro. El expositor señala que las mediciones de redox le dan mayor confianza que el pH.

- Nelson Silva: Comentario: Las mediciones si bien son simples demandan mucho trabajo, hay correr y multicorer que mantiene agua en la superficie. En cuanto al pH, también señala que el electrodo de este instrumental es más delicado.

16:00 – 16:20

Café

- **Presentación: El potencial de la oceanografía aplicada a la administración de la acuicultura**, Giovanni Daneri, CIEP.

El expositor inicia la presentación mencionando generalidades acerca del ciclo de los cultivos y las diferentes huellas de carbono que se producen en todo su camino y procesos. La acuicultura es parte del encadenamiento.

Entrega definición de Desarrollo sustentable. Se asocia a tres tipos de indicadores: económico, ambiental y social, una actividad logra el desarrollo sustentable cuando es exitosa en estos tres aspectos.

Indica que se deberían proponer insumos para determinar la capacidad de carga de las áreas donde se desarrolla la acuicultura, por ej: determinar modelos matemáticos.

Estudios de reducciones de capacidad de carga. Los nutrientes que llegan de la agricultura disminuyen la capacidad de carga del sector.

Con respecto a los estudios de corrientes, actualmente existe un sistema de radares que permite realizar mediciones en los primeros metros de la columna de agua (donde el ADCP tiene problemas) y con un espectro muy amplio.

Principales desafíos: manejo sanitario y manejo ambiental. En la actualidad no existe información que nos permita estar satisfechos con las condiciones ambientales.

Propuesta: buscar legislación de acuerdo a los nuevos desafíos que enfrenta la industria; mantener control sobre las emisiones; importante es la institucionalidad, saber cual es el trabajo a realizar por lo científicos, las consultoras, etc, a veces se resuelven problemas sin tener la información; y transparentar la información.

Consultas y Observaciones:

- CETECAL: Cómo dar urgencia a los análisis, para hacerlos en corto plazo, si la comunidad científica siempre requiere hacer algo más completo.

R: para el caso de la zonificación se ha pedido la opinión de expertos para tomar una decisión, si bien hay datos, estos no fueron tomados pensando en los actuales problemas de la industria.

- Rodrigo Infante: Uno no siempre tiene toda la información que se requiere pero con el tiempo se va mejorando o corrigiendo para tomar decisiones. La integración de la información, contacto con la comunidad científica y los empresarios es muy importante, aunque aun nos falta mucho por hacer.
- ¿Hay en la actualidad alguna forma que trate de consolidar en algo integrado todo esto?

R: En Intesal hay bastantes datos disponibles, por lo que habría que coordinarse para armar un equipo de trabajo a fin de juntar toda esta información

- Nelson Silva: Se habla de la integración de la información, pero esto no basta con tomarla de un paper, se debe trabajar en conjunto.
- Ricardo Norambuena: Realiza los últimos comentarios y aclara que, la regulación es un de los tantos instrumentos que permite que las actividades de acuicultura se desarrollen, pero nadie nos asegura estar libres de que otras situaciones se nos puedan presentar mas adelante.

Miércoles 10 de Diciembre

- Moderador, Ricardo Norambuena: Presenta resumen del Taller, esquema de trabajo para el día, discusiones de los parámetros y límites de aceptabilidad, decisiones para la evaluación de lo parámetros que determinen el estado ambiental.
- Presentación Subsecretaría de Pesca: **“Parámetros ambientales utilizados en el RAMA y sus límites de aceptabilidad”**.

Parámetros actuales: Directos, que por sí solos entregan el estado de anaerobia; Indirectos que se utilizan para información complementaria.

Los parámetros a medir se considerarán de acuerdo a la categoría del centro.

Valores de aceptabilidad de cada parámetro, para el 33% de las estaciones.

Uno de estos parámetros que no se cumplan implica condición de anaerobia del centro.

Preguntas, discusión, recomendaciones. Mesa redonda con expertos nacionales e internacional

Ricardo Norambuena: Se realiza un desglose de cada parámetro discutido en el Taller.

Corrientes:

Con relación a consulta de Mario Cáceres de lo mencionado en el Numeral 23.- A, ii), se explica que corresponde a la magnitud de la profundidad y la característica técnica del equipo.

- Mario Cáceres: estamos hablando del alcance del equipo, podríamos ponerlo en esos términos “el alcance del equipo”; 23.- B, iii) Se propone Medición a 5m
- Alejandro Clement: más flexibilidad, que el fondeo sea a 60m y que la información se pueda filtrar.
- Mario Cáceres: Propone considerar el flujo residual y no mínimo. Señala además que, cercano al fondo hay un 10% de los datos que son ruido, por eso se propone considerar mediciones desde los 5m de profundidad.
- Ricardo Norambuena: consulta qué consecuencias tiene eso del punto de vista del oxígeno, salinidad u otros.
- Mario Cáceres: Indica que esencialmente es por lo difícil de realizar mediciones a esa profundidad, ya que es un sector muy crítico para instalar instrumentos y quienes lo realizan poseen equipos especiales. Tenemos una limitación técnica de los instrumentos, por esto, los valores que se obtienen a 5m son más confiables.
- Ricardo Norambuena: Se puede evaluar desde superficie o desde 5 metros del fondo, podemos quedarnos con estos dos métodos de anclaje.
- Alejandro Clement: Si pueden incorporar un mayor rango de profundidad, en cuanto a correntómetros de mayor alcance de 60 m, a veces conviene fondearlo.
- Pablo Lagos: Aclara que la actual resolución permite el fondeo del ADCP.
- Mario Cáceres: Consulta respecto a qué se entiende por representativo, si corresponde a la entrada, en el punto medio u otro punto del centro.
- Pablo Lagos: Explica que el numeral 23 B, ii) de la resolución, quedó como punto representativo del sector porque las formas de los centros pueden tener varios vértices, que no necesariamente es un cuadrado o rectángulo; es más bien el punto más representativo del sector solicitado.

- Ricardo Norambuena: Propone indicar en dicho numeral “como representativo del área solicitada”.
- Cristian Acevedo: Propone que en vez del término “representativo” se podría indicar como “la mejor área para medir”.
- Lo importante es que en la redacción quede establecido que sea dentro de la concesión.
- Cristian Acevedo: Aclara que así está definido, dentro de la concesión.
- Rodrigo Infante: comenta que el Numeral 23 B ii), debe ser al interior de la concesión, en el punto medio o punto representativo de la concesión, (ya sea el punto medio geométrico o de acuerdo al área que tiene la concesión)
- Ricardo Norambuena: indica que bastaría con señalar en el área solicitada.
- Mario Cáceres: propone señalar como “representativo de las condiciones dominantes del sector”.
- Hilda Castro: Consulta cómo se debería fondear el equipo en el caso de una concesión más antigua, que quedó a 9m de profundidad, ya que de acuerdo a los discutido debería fondearse a 6m aprox., pensando en el blanking, ya que no se podría ubicar a los 9m de profundidad.
- Nelson Silva: comenta que indicar como “representativo de las condiciones dominantes del sector” presupone un conocimiento previo, pero muchas veces lo que se cree no es necesariamente la realidad del sector. Destaca que la idea es que no se generen otras interpretaciones. Respecto a la consulta de Hilda, indica que siempre esta la posibilidad de que exista una alternativa al sistema.
- Ricardo Norambuena: señala que se debe tener claro cuál es el objetivo de esto, ya que normalmente el centro de cultivo esta centrado en la concesión, en el centro de gravedad del sector, ó en el punto medio del área solicitada.
- Mario Cáceres: Respecto del numeral 23 letra A ii), indica que no tiene sentido ya que se sabe el alcance del equipo.
- Pablo Lagos: explica que para las primeras CPS recibidas, los resultados entregados se obtenían de equipos cuyo alcance era de 30m, incluso para sectores con profundidades mayores.
- Ricardo Norambuena: Señala que este punto debe mantenerse y propone al Sr. Mario Cáceres colaborar en la redacción de ésta y además, le propone discutir dudas con relación al numeral 23 B, iii y iv).
- Mario Cáceres: Al respecto indica que, si estas mediciones se realizan sólo para la CPS entonces deberíamos extenderlo a 30 días, para así abarcar las sicigias y cuadraturas. El SHOA, por ejemplo, solicita este tiempo de medición. Propone extender a 30 días de medición, lo que permitiría saber si las forzantes también son las mareas.

- Si bien contar con un mayor número de registros es mejor, debe tenerse en cuenta que en la región sur se corren más riesgos con los equipos, además estamos pesqu岸ando la mínima corriente, en cuadratura.
- Cristian Acevedo: señala que la idea no es sólo medir en cuadratura sino que además poder determinar el residual, con el fin de ver la ventilación del área, y eso se logra midiendo también en sicigias.
- Se plantean consultas sobre si la corriente residual nos permitiría ver además la sedimentación de las partículas.
- Mario Cáceres: explica que considerar también las mediciones en sicigia nos permite conocer el otro extremo de la variabilidad y aclara que, si se no tienen registros de este otro extremo no es posible saber si el sistema se está limpiando. El flujo residual mide el flujo horizontal, por tanto no tiene relación en lo referido a la sedimentación.
- Heraldo Contreras: señala que se debería analizar si el realizar mediciones de 30 días responde a los objetivos planteados, quizás en ciertos sitios basta con 15 días de mediciones, entonces dependería de lo que queremos responder.
- Nelson Silva: Indica que de la información entregada en la presentación del Sr. Mario Cáceres, observamos la condición de tres capas y dos capas de circulación, con variaciones importantes de Salinidad en ciertos sectores. Agrega además que, si bien podemos medir en un día, 4 días, etc., debemos tener en cuenta que las condiciones pueden cambiar fuertemente de un día a otro. Señala estar de acuerdo con lo propuesto por el Sr. Mario Cáceres, pero reconoce también los riesgos que se presentan con los equipos. Finalmente indica que, lo concreto es que 4 días de mediciones es muy poca información como para conocer el comportamiento de las corrientes.
- César Orrego: Señala la importancia de complementar los gastos de elaboración de CPS y de la correntometría necesaria para el fondeo de estructuras de cultivo. Señala que hay pérdida de información que no es utilizada producto de correntometrías de 30 días para los fondeos.
- Ricardo Norambuena: Indica que este es un tema de oportunidad, en el sentido de como asegurar la especificidad técnica y financiera para realizar estos estudios. Coincide con la opinión anterior, señalando que esto tendría que resultar en un cambio reglamentario.
- Se aclara que en las INFAs no se solicitan correntometrías. Por otra parte, de acuerdo a la experiencia por parte de consultoras es determinar si lo correcto es medir los 4 días actuales, o aumentar a 15 o 30 días. Se plantea que si el objetivo es modelar, cuatro días no serían suficientes, pero si el objetivo es conocer tendencias se podría continuar con la metodología existente. Por otra parte se consulta si la información de literatura que existe de los lugares podría ser utilizada.
- Cristian Acevedo: Señala que la información de los Cimar Fiordos (CF) no sirven para caracterizar la concesión porque los datos del CF son mucho más amplios y en lugares de mayor profundidad. La idea original fue para tomar la fotografía del sector pero actualmente se observa que con más datos se puede determinar las

capacidades de un sector, con el objeto de ampliar el conocimiento del sector, especialmente lo referido a la ventilación.

- Ramón Ahumada: Comenta que las mediciones del CF sirven pero son escalas distintas; y que debería ser motivo de manejo del área. En este caso, esta información es para el centro.
- Ricardo Norambuena: Plantea que de acuerdo a lo discutido, existirían tres alternativas propuestas que son:
 - mantener los 4 días
 - Aumentar 15 días para cubrir una sicigia
 - Aumentar 30 días para conocer la ventilación del sistema
- Mario Cáceres: Reconoce que medir por más tiempo es una complicación, pero considerando los 30 días, que igualmente se hace para el trabajo de ingeniería de fondeo del centro de cultivo en la concesión, señala la posibilidad de coordinar con la elaboración de CPS para aprovechar esa misma información. Señala que los canadienses miden 30 días y se caracteriza una vez, ya que al conocer los rangos de variabilidad ya no se necesitaría medir nuevamente.
- Ricardo Norambuena: Propone mantener los 4 días de muestreo, pero en la INFA entregue una correntometría más exigente como la que se le exige para la ingeniería del centro.
- Hilda Castro: consulta por el propósito de entregar la correntometría en la INFA, manifestando que debería ser en la CPS una correntometría más exigente.
- Nelson Silva: Consulta si son 4 días de medición con correntómetro en cuadratura o 24 hrs ADCP. Señala que si bien la ventaja del ADCP es que mide en toda la columna, de igual forma debería medirse en 4 días.
- Cristian Acevedo: Explica que se quiere saber cuál es el mínimo valor de correntometría para medir en un punto.
- Ricardo Norambuena: Plantea consulta a los participantes si con las mediciones actuales se asegura que en este periodo se recoge representativamente la circulación del sector, que permita evaluar si se rechaza o no el centro por las actividades de acuicultura.
- Mario Cáceres: Señala las mediciones con ADCP deberían ser 4 días y no sólo 24 hrs., tal como está establecido en la actualidad. Además plantea que la búsqueda del valor mínimo de correntometría está relacionado con el oxígeno, por eso plantea considerar la sicigia, ya que permite observar la ventilación del sector.
- Se señala que la SUBPESCA podría evaluar la información entregada en las CPS para determinar claramente si es necesario medir más días o no, esencialmente por los riesgos (pérdida de equipos) que implica medir mayor tiempo.
- Nelson Silva: Señala que pasando del Golfo de Penas no son muchos los datos que se tienen. Asegura que hay INFAs que han entregado datos de escasa utilidad y no pueden ser aprovechadas. Insiste que debería medirse 30 días.
- Ramón Ahumada: Reitera que debemos trabajar con la norma, independiente de los costos asociados. La pérdida o no de los equipos no se debe incluir en la

norma. La norma debe ser clara. Piensa que da más seguridad el tener información de una mayor cantidad de días.

- ONG Oceana: Plantea que la idea es cómo mejorar el RAMA, por lo que incluir otras variables como costos no corresponde en este ámbito, señalando que lo importante es aprovechar este momento para ver la mejor forma de realizar la regulación.
- Ricardo Norambuena: Menciona que el umbral actual es de 3cm/s, y que el profesor Mario Cáceres propuso un umbral de 5 cm/s para el flujo residual o promedio.
- Mario Cáceres: Plantea que 3 cm/s es lo básico, y que la idea es saber hacia donde se va a transportar la partícula, lo que indica el flujo residual o promedio, en cambio 3 cm/s es mas bien una dominancia del sector, pueden ser parecidos pero la idea es ver hacia donde va la partícula.
- Nelson Silva: Señala que está de acuerdo con Mario Cáceres, pero que esto se podría ver con 15 días de mediciones.
- Ricardo Norambuena: Plantea que como decisión queda en 3 cm/s para el flujo promedio y se amplía las mediciones con ADCP a 4 días.
- Cesar Orrego: Plantea la posibilidad de realizar mediciones de vientos simultáneos para los 4 días de correntometría.
- Ricardo Norambuena: señala que en función del contexto y objetivos del taller, la relación viento vs olas, puede quedar como una propuesta por ahora.

11:30 – 11:30

Café

Columna de agua: mediciones de T°, S y OD.

Límite de aceptabilidad O₂: 0,7 mg/L ó 0,5 ml/L

- Nelson Silva: Comenta lo mencionado por Barry Hargrave, en cuanto al límite de saturación de peces en cautiverio, y que esa respuesta deberían darla los biólogos. Plantea que en las zonas que ha estudiado esos valores no se dan, quizás en algunas bahías con altas concentraciones de MO podrían encontrarse, pero naturalmente no se encuentran. Lo enérgico del sistema hace que no se presenten condiciones de anoxia naturalment; en la cabeza de los fiordos tienden a disminuir los niveles de O₂ pero no menos de 2 ml/L.
- Ramón Ahumada: Plantea que el límite de aceptabilidad le parece muy bajo, ya que a 0,3 ml/L ya hay daño en los peces, y propone subirlo, ya que estamos hablando de aguas subóxicas y se podría diferenciar de las aguas ecuatoriales subsuperficiales (AESS) que traerían una condición un poco mas baja.
- Matías Gargiulo: Señala que este parámetro no es problema en superficie ya que esto es preocupación para los cultivadores el mantener bien sus peces. Plantea que debemos preocuparnos por el O₂ de fondo.

- Nelson Silva: Señala que efectivamente se refería al O₂ de fondo, pero que esto estaría para toda la columna de agua. Señala que hay unas pocas zonas que tendría bajas en O₂ de 0,3 ml/L, pero no menos.
- Ramón Ahumada: Señala que el problema no son los peces, sino que lo que interesa es mantener las condiciones de O₂ existentes para asegurarnos que las larvas del sector se mantengan en estos rangos aceptables, evitando algún daño fisiológico a las larvas: La materia orgánica disuelta (MOD) no está considerada y esto también consume O₂.
- Hilda Castro: Plantea que debería quedar claro que aquellos fiordos o zonas que están influenciados por la corriente AESS tendrían una condición especial ya que de aumentar este límite quedarían no cumpliendo la Norma.
- Cristian Acevedo: Aclara que se debe considerar la realidad de los sectores para operar, un lugar con muy bajas concentraciones de O₂ no sería posible operar.
- Barry Hargrave: Señala que en Noruega esto se solucionó, ya que los fiordos tienen distintas concentraciones de O₂, los límites se basaron en relación directa a lo que se encontró en el sector, siendo proporcional a cada área, así se evitó el impacto en el sector ya que si se reduce el O₂ a menos del 50%, estaríamos dañando esta fauna. Esto lo plantearon en Noruega como 30% o 50% del peor valor de cada sector aproximadamente, esto es relativo según el sector, no hay un valor absoluto.
- Nelson Silva: También sería de la idea de sectorizar los límites de O₂, como lo señala Barry Hargrave, ya que a áreas de mayor O₂ se le podría dar un rango mayor para reducir los valores de O₂ en el área. Hay suficiente información de los fiordos como para tomar el 50% del peor valor y así fijar un límite para estos sectores.
- César Orrego: Plantea que hay diferentes métodos para medir O₂, Winckler es muy preciso pero en la mayoría de los centros no se utilizan, esto se observa al comparar los valores de las INFAs vs CF. Consulta si existe un método que se pueda proponer para tener valores mas precisos.
- Nelson Silva: Aclara que los puntos de medición del CF no son los mismos donde se ubican los centros. Por otra parte, el sensor debe estar calibrado y simultáneo al momento de medir, ya que las vibraciones pueden ser muy altas (de 2ml/L o más).
- Se plantea que todas las variables se deben integrar, más que fijarse solo en el umbral del O₂.
- Ricardo Norambuena: Está de acuerdo y señala que el O₂ es parte de esa integralidad, pero lo que hay que responder es si el umbral es el más adecuado. Lo ideal sería modelar, pero al no existir modelos hay que mantener o cambiar el umbral de esta variable.
- Heraldo Contreras: Señala que hubiera sido interesante contar con la historia de cómo se llegó a estos límites y cómo se incorporarían estos límites a la zona norte.

- Nelson Silva: Indica que los valores de la columna de agua deberían ser más altos por la demanda de los organismos. Agrega que en la zona norte los niveles de O₂ bajan drásticamente en zonas de surgencias.
- Ramón Ahumada: Señala que podría ser el promedio ponderado del área para determinar el límite, pudiendo ser un 30 o 40% del ponderado, pero 0,5 es muy bajo.
- Nelson Silva: La norma dice O₂ a 1m del fondo, porque nadie va a pensar en 0,7 mg/L en superficie, esto no está claro en la norma. Se debe revisar esto, pensando en los organismos, pero con 0,5 ml/L los organismos en el fondo aún se mantendrían bien.
- Se plantea que los productores son los más interesados en mantener valores altos de O₂ en superficie y columna de agua más superficial, por lo tanto debemos centrarnos en el O₂ del fondo.
- Barry Hragrave: El nivel de O₂ en Canadá nunca se ha dejado de medir, por los peces, pero no hay límites para O₂; los criaderos tienen compresores de aire esto es para la producción de peces, pero el impacto del fondo va a llegar por el agua, la regulación no puede ser de 0,5 porque nunca se va a alcanzar, no se puede imponer algo que no estaba antes, lo importante es mantener niveles como de 2 pero nunca 0,5.
- Se aclara que la discusión del RAMA es en el marco de un ambiente apto para la acuicultura, no solo enfocados para el cultivo de peces.

Análisis de sedimentos:

Se presenta la Tabla de límites propuesta por Ramón Ahumada en su presentación.

- Ramón Ahumada: Comenta que realizó una revisión de todo lo que es Cimarrón, encontrando en general que hay situaciones particulares que llegan a valores de 8% naturalmente de materia orgánica, pero que no consideró la situación bajo las jaulas. Quizás el valor de referencia podría ser 6% de Materia Orgánica.
- Nelson Silva: De los registros de CF: Boca y estero Elefantes 7,56 y 2,56. Golfo Penas, fiordos 2,34, externa 6,71, etc 11,44 valor más alto observado en todos los sectores. Los valores en las orillas donde están los centros deberían ser menores, por lo anterior el límite actual de 15% le parece excesivo.
- Alejandro Clement: Señala que al observar la tabla en su conjunto, le queda la duda de dónde van a estar las estaciones de referencia. Señala que si son en los vértices de menor profundidad, estas no son comparables con las zonas de impacto. Propone discutir este tema.
- Cristian Acevedo: Señala que las estaciones de referencia están de acuerdo a la norma, independiente de que esas no sean las mejores zonas ya que hasta ahora no podríamos salir de la concesión para fijar una estación mejor como referencia.
- Ricardo Norambuena: Recalca que es un tema complejo, y se plantea la pregunta por Heraldo Contreras de para qué sirven las estaciones de referencia entonces.

Se responde que para comparar los propios datos, para ver si están muy lejos de lo obtenido en la referencia.

- Nelson Silva: Insiste en que el rango es muy alto, en Calbuco se registra 2%, por tanto se estaría dando un rango de 13% para aumentar, se debería también sectorizar los límites para cada realidad en particular. Señala que estamos con un límite único que de acuerdo a la información existente es muy alto, indicando que no es posible dar un 15% a Calbuco, porque nunca lo va alcanzar.
- ONG Terram: Consulta si existen valores de referencia para la zona norte, ya que si se definen normas solo para la zona sur y para cultivo de peces, se debería separar las normas para la salmonicultura y otra para el resto de las actividades de acuicultura
- Nelson Silva: Señala que Ramón Ahumada tiene valores de Talcahuano y San Vicente.
- Pablo Lagos: Recuerda que en noviembre de 2008 se publicó el 2º Informe Ambiental de la Acuicultura, disponible en el sitio web de la Subsecretaría, que incorpora información de la zona norte, específicamente de las regiones de Atacama y Coquimbo, donde el promedio de materia orgánica no supera el 3%.
- Cristian Acevedo: Recuerda que el objetivo del taller es discutir estos valores y realizar las modificaciones posteriores necesarias.
- Alejandro Clement: Señala que la MO es un indicador muy posterior de que hay un problema, porque antes se detectarían pH y Eh ya con valores fuera de la norma.
- Nelson Silva: Responde a Clement que si el pH es ácido y el Eh negativo es porque la MO se degrada, es decir, están relacionados directamente.
- Ricardo Norambuena: Manifiesta que existe claridad en que se debería reducir el valor de MO. En cuanto al pH, se propone en tabla de Ramón Ahumada un valor de 7,8.
- Se da una opinión de que el pH no se mida ya que no sería un indicador de condiciones impactadas, en cultivos de salmones.
- Nelson Silva: Explica que si se saca el pH, se debería incorporar el sulfuro, ya que si solo se midiera Eh quedaría un solo diagrama cuando se requieren dos. En uno se tiene Eh y en el otro pH o sulfuro que es equivalente, y que se relacionan directamente con el oxígeno. Señala que un límite para pH de 7,8 es duro, porque tiene información de mediciones en columna en agua con valores de 7,3.
- Barry Hargrave: Agrega que en Noruega el Eh y los umbrales de aceptabilidad no se dan en 7,2 de pH. Hay que tener cuidado en usar valores muy estrechos, operativamente las medidas de pH son más complejas, por eso se optó por la relación Eh-Sulfuro.
- INTESAL: Mencionan datos propios que señalan que el pH es muy estable en el tiempo y no muestra diferencias entre el inicio y posterior actividad del centro.

- Barry Hargrave: Señala que el pH es bastante insensible a mayores profundidades y que pasa también que las mediciones no se realizan exactamente bajo las balsas.
- Matías Gargiulo: Si sugiere que antes que se incorpore el sulfuro en la resolución, se especifique una exigencia mínima para las personas que realicen estas mediciones.
- Ricardo Norambuena: Plantea límite de Eh propuesto por Ahumada $> \text{ó} = 50 \text{ mV}$
- Matías Gargiulo: Menciona que si se realiza la diferenciación entre zonas anóxica, hipóxica u óxica, en esos puntos se deberían definir los límites.
- Hilda Castro: Se manifiesta de acuerdo en subir a 50 mV de Eh.
- Nelson Silva: Sugiere adoptar la norma de Noruega.
- Barry Hargrave: Menciona que los valores de pH menos de 7 están asociados a valores de Eh menores de 0 a -100. Todos los valores sobre cero con valores de pH 7,6, son valores óxicos. El umbral es de 0 mV, pH esta en 7,1 o 7,2, son pendientes de cambio, en noruega es aprox. el pH límite de 7,0, mencionando que lo ideal es adoptar un rango.
- Ricardo Norambuena: Entonces se eliminaría el pH y se incorpora el sulfuro, pero señala que se necesita fijar un umbral para este parámetro.
- Ricardo Norambuena: plantea si hay dudas con respecto a la **Granulometría**.
- Existe la opinión de que no debería incluirse fango como un parámetro de corte. Por otra parte se explica que la distribución del tamaño de grano debe estar correlacionado con la MO, por lo que dos muestras pueden variar por el tamaño grano. Se deja claro que la actividad de acuicultura podría generar cambios en los sedimentos.
- Matías Gargiulo: Propone que la granulometría solo quede para la CPS.
- Se propone lo mismo que el pH, ya que no mostraría ningún cambio respecto del inicio y las actividades en el tiempo del centro.
- Se da otra opinión, que si bien la granulometría no debería ser una variable de corte, si se deben considerar los cambios importantes de la granulometría, ej.: formación de bancos de choros (transformándose en duros), quizás se podría pensar en una frecuencia de dos años para este parámetro. En cambios de estacionalidad pueden arrastrar sedimentos y cambiar la granulometría de un centro, siendo este factor el que afecte a los organismos más que por el efecto de la actividad del centro.
- César Orrego: Menciona que si se elimina la granulometría, entonces también debería sacarse la macroinfauna.
- Alejandro Clement: pregunta para Barry Hargrave ¿Qué tipo de fango tienen en Canadá?, porque al parecer la textura es diferente a la de acá.
- Barry: Responde un 70% es fango, el resto sería similar a Chile.

- Nelson Silva: Aclara la relación entre el material fino y materia orgánica, indicando que no se podría tener material fino y poca materia orgánica; es una variable que da información adicional.
- Ricardo Norambuena: Entonces, se propone mantener este parámetro, cada dos años y sin límites de aceptabilidad.

Parámetro: Sulfuro libre

- ONG Terram: Comenta que de acuerdo a las figuras entregadas por Barry Hargrave, el valor establecido en Canadá lo redujeron a 3500 y bajo 3000 deben solicitar un permiso; por lo que propone mejorar el rango canadiense no aceptando más de 1500 uM en Chile.
- Alejandro Clement: Manifiesta que la realidad canadiense es distinta. Propone usar sulfuro, pero luego de que la SSP determine los niveles de aceptabilidad.
- Cesar Orrego: Señala que durante 8 años se ha medido sulfuro en el POAL, pero que existirían problemas, ya que no se han normalizado las metodologías y límites de sensibilidad de los laboratorios, por lo que ahora sería un parámetro que no aportará ninguna información.
- Nelson Silva: Señala que de la experiencia que tenemos de Barry Hargrave, los métodos de estandarización son muy buenos. La técnica permite trabajar al aire libre.
- Barry Hargrave: Comenta que hay que extraer el sulfuro de estas otras especies que podrían tener valores muy ácidos, las relaciones de Eh y sulfuro se pueden usar cuantitativamente, pero hay zonas con distintas realidades, por ello debería utilizarlo sectorizadamente, se sugiere utilizar como guía los valores de Noruega, no un número fijo sino como valores que están entre óxico e hipóxico, y así comparar con otras regiones.
- Ricardo Norambuena: Comenta que no conociendo la situación en Chile, es difícil fijar un límite de aceptabilidad, lo concreto es que será incorporado este parámetro.

Macroinfauna:

- Heraldo Contreras señala que de acuerdo a su experiencia, la riqueza de fauna que se obtiene en un tamiz de 0,5 es mucho mejor. La fauna estaría asociada a otros parámetros como MO, permitiendo evaluar el comienzo del deterioro ambiental al encontrar especies como Capitellidae. La macrofauna debería estar en línea principal no como complementaria.
- Se consulta ¿Por qué se habla de macroinfauna?; lo más correcto sería como macrofauna. Por otra parte, si se cambia de tamiz no permitiría comparar con la información histórica.
- Heraldo Contreras: Comenta que si bien no podremos comparar, la realidad actual es que tampoco se compara.

- Cesar Orrego: Propone dejar el tamiz de 1mm e incorporar curvas ABC.
- Cristian Acevedo: Comenta que el tema macrofauna es complejo y deberá pasar el tiempo para determinar que los datos entregados sean de buena calidad; por ello ahora están como indicador complementario, y en el futuro se espera mejorar esta información de tal manera que este parámetro permita ser de corte.
- Se da la opinión de consultores respecto del tema curvas ABC, presenta un problema porque se debería hacer peso seco libre de cenizas; señalan que han analizado varias INFAs y se pueden hacer conclusiones mucho más interesantes y correlacionarse bien con los análisis de diversidad. Si se cambia el tamiz esto también entregaría índices de diversidad mucho mas realistas.
- Herald Conteras: Las curvas ABC es una muy buena herramienta para evaluación de las comunidades bentónicas y no veo inconveniente en exigir peso seco libre de cenizas en vez de alcohólico, ya que tendríamos mejores datos.
- Ricardo Norambuena: Se propone entonces dejar como complementario en vez de corte por ahora, porque si no se debería plantear un umbral.
- Alejandro Clement: Plantea tener dudas de que en Chile existan expertos para realizar estos análisis; lo primero sería verificar si existe personal capacitado para esto y que no lo realice gente sin experiencia.
- Ricardo Norambuena: Señala que lo importante es establecer un indicador que nos permita evaluar ambientalmente el centro en el tiempo.
- Barry Hargrave: Manifiesta que estas no son preguntas científicas sino que de valores, no hay una respuesta científica tampoco, hemos estado mucho tiempo tratando de fijar un valor y no hay una visión científica, quizás en las aguas de Chile tengan concentraciones que sean mas sensibles a los organismos, señalando que él no puede decir un valor.

Evaluación

- Ricardo Norambuena: Consulta si para la evaluación se deberán tomar por separados los parámetros o evaluarse de manera integrada.
- César Orrego: Propone hacer un ranking de aquellos parámetros más sensibles al ambiente y de acuerdo a estos definir la evaluación, partiendo por aquellos que son anuales y seleccionar a los más sensibles.
- Nelson Silva: Hay dos proyectos que intentaron buscar una relación, otorgándole distintos pesos a las variables, haciendo una ecuación, pero tampoco hay una visión científica. Se manifiesta partidario de generar una ecuación.
- Alejandro Clement: Señala que también vieron algunas ecuaciones pero existen varios problemas; como comparar con estaciones de referencia, se concluyó que hasta ahora no tenemos un algoritmo que nos permita determinar el paralizar las actividades de un centro.

- Cristian Acevedo: Aclara que hoy día igualmente se están tomando decisiones con los límites de las variables.
- Hilda Castro: Recuerda realizar un curso de capacitación para los analistas de macrofauna bentónica, el que habría sido planteado por la SSP en marzo.
- Ricardo Norambuena: Conclusiones, las presentaciones se entregaran en un CD.

Agradecimientos.

Cierre Taller.

14:00 hrs.

Almuerzo