

16° Reunión Comité Operativo
“Proceso de Revisión DS 90”

Fecha : Martes, 23 de diciembre 2008
Lugar : CONAMA Central, Teatinos N°258, Piso 4, Santiago
Hora : 10:30 a 13:00 hrs

DOCUMENTOS DE REUNIÓN

N°	CONTENIDO
1	Tabla de Reunión
2	Acta de reunión aprobada
3	Antecedentes presentados por el Sr. Jacobo Homsí, respecto a “Establecimiento sanitarios que atiendan a una población menor o igual a 30.000 habitantes”
4	Lista de asistencia



Dirección Ejecutiva
 Departamento de Control de la Contaminación
 Área Control de la Contaminación Hídrica

16ª Reunión Comité Operativo
“Proceso de Revisión DS 90”

Fecha : Martes 23 de diciembre 2008
 Lugar : CONAMA Central
 Teatinos N°258, salón de reuniones, 4° Piso
 Hora : 10:30 a 13:00 hrs

TABLA DE REUNIÓN

HORA	CONTENIDO	RESPONSABLE
10:30	Bienvenida	Mariela Arévalo- CONAMA
10:40	Lectura del acta anterior	Claudia Galleguillos- CONAMA
10:50	Presentación ficha ZPL	DIRECTEMAR
11:20	Entrega de antecedentes “Grupo Temas Marinos”	Claudia Galleguillos- CONAMA
11:40	Cierre final ficha fuente emisora	Mariela Arévalo- CONAMA
12:15	Revisión Borrador 3	Comité Operativo
13:00	Acuerdos y cierre	Mariela Arévalo- CONAMA

ACTA REUNIÓN
16° REUNIÓN COMITÉ OPERATIVO
PROCESO DE REVISIÓN DS 90/00

Tema: COMITÉ OPERATIVO, PROCESO DE REVISIÓN DS 90/00

Fecha: 23 diciembre 2008

Lugar: CONAMA CENTRAL, SALON DE REUNIONES 4° PISO

Horario: 10:30 hrs a las 13:00 hrs.

LISTA DE ASISTENCIA		
NOMBRE	INSTITUCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO
Ricardo Serrano	RRNN CONAMA	rserrano@conama.cl
Alejandra Figueroa	RRNN CONAMA	afigueroa@conama.cl
Nancy Villarroel R.	DIRECTEMAR	nvillarroelr@directemar.cl
Pablo Lagos S.	SUBPESCA	plagos@subpesca.cl
Conrado Rabanal	Jurídica CONAMA	cravanal@conama.cl
Verónica Vergara S.	SISS	vvergara@sis.cl
Nancy Cepeda R.	SISS	ncepeda@sis.cl
Rossana Brantes	COCHILCO	rbrantes@cochilco.cl
Cristian Andaur	SERNAPECA	candaur@sernapesca.cl
Jacobo Homsí A.	Kristal	jhomsí@kristal.cl
Mariela Arevalo	CONAMA	marevalo@conama.cl
Claudia Galleguillos C.	CONAMA	cgalleguillos@conama.cl

INASISTENTES	
INSTITUCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO
ODEPA	taguero@odepa.gob.cl
MINSAL	cripa@minsal.cl
Ministerio de Economía	jladrondequevara@economia.cl
Comisión Nacional de Energía	ccomez@cne.cl
SAG	olga.espinoza@sag.gob.cl
CENMA	pmatus@cenma.cl
EVYSA CONAMA	crivera@conama.cl
DGA	fernando.aguirre@mop.gov.cl
Comisión Nacional de Riego	pparra@riegocnr.gov.cl

TABLA DE LA REUNION:

- Bienvenida
- Lectura de acuerdos del acta reunión 09.12.08
- Presentación ficha ZPL
- Entrega de antecedentes, grupo temas marinos
- Ficha fuente emisora
- Revisión borrador 3
- Acuerdos y cierre

TEMAS TRATADOS

Se da por iniciada la reunión, dando el paso a la Tabla antes mencionada:

1.- Lectura del acta anterior:

- CONAMA: Realiza lectura de los acuerdos estipulados en el acta anterior.

1. CONAMA: Solicitará una reunión con la DIRECTEMAR para llegar a un acuerdo definitivo en la definición de la ZPL.

Se solicitó reunión con DIRECTEMAR, pero no fue necesario reunirse por el tema de ZPL, ya que la DIRECTEMAR hizo llegar la propuesta de ZPL.

2. J. HOMSI- Kristal: Se compromete a enviar el Excel con los resultados del análisis

FECHA PRÓXIMA REUNIÓN COMITÉ OPERATIVO:
MARTES 13 DE ENERO 2008, ENTRE LAS 10:30 A 13:00 HRS

de empresas afectadas por el cambio en la ZPL.

J. HOMSI envió los antecedentes comprometidos, sin embargo, esta información queda obsoleta con la nueva propuesta de ZPL presentada por la DIRECTEMAR.

- 3. CONAMA: Se compromete a reenviar el documento Excel que enviará Homsí al Comité Operativo y solicita comentarios del mismo, antes del 12 diciembre 2008, 12:00 hrs.**

CONAMA Envío estos antecedentes al Comité Operativo y sólo recibió comentarios de la SISS.

- 4. SISS: Se comprometen a enviar antes del 12.12.08, ajustes para el párrafo que alude los By Pass y vertederos de tormenta, el cual debe incluirse en el punto 2 de la norma "Disposiciones Generales".**

SISS envió la siguiente propuesta de redacción (11.12.08): "La presente norma no será aplicable a las descargas de sistemas públicos de evacuación y drenajes de aguas lluvias urbanas; y a las descargas de vertederos de tormenta de sistemas de recolección y de tratamiento de aguas servidas, en los eventos en que se incorpore aguas lluvias que excedan su capacidad máxima de diseño".

- 5. J. HOMSI: Se compromete a trabajar junto a CONAMA en un ajuste del párrafo que hace mención a "los establecimientos de servicios sanitarios, que atiendan una población menor o igual a 30.000 habitantes....", para presentar propuesta en próxima reunión del Comité Operativo a realizarse el día 23.12.08.**

Se presentará propuesta en la presente reunión.

- 6. SISS: Se compromete a evaluar el impacto real del CLR en las empresas sanitarias y presentar los resultados en el mes de enero 2009.**

Pendiente

- 7. CONAMA: Solicitará mayores antecedentes para analizar los valores de DBO5 carbonacea para las tablas 1 a 4 e incluirlos en la ficha correspondiente a este parámetro.**

Se han solicitado algunos antecedentes al respecto, sin embargo, son insuficientes para proponer un nuevo valor.

SISS: Menciona que se debe buscar el valor preciso para la DBO carbonácea.

- 8. CONAMA: Hará llegar antes del 12.12.08 al Comité Operativo, propuesta de "Caudal Disponible para Dilución".**

Se envió por correo electrónico esta propuesta al Comité Operativo. (mail 12.12.08)

- 9. DGA: Se compromete a distribuir al Comité Operativo el Informe final del estudio de estuarios, el cual se estima tener a mediados del año 2009.**

Pendiente.

- 10. DGA: Se compromete a hacer llegar los términos de referencia del estudio de estuarios, antes del 20 de diciembre 2008.**

No se ha realizado. CONAMA Insistirá en el cumplimiento de este compromiso.

- 11. CONAMA: Convocará el Comité Operativo a la reunión del día 06.01.09, donde se presentará la clasificación de los estuarios y se deberá seleccionar los 2 o 3 estuarios donde se aplicará la metodología. También CONAMA se compromete a convocar a los consultores de la Universidad de Chile.**

CONAMA realizará convocatoria al Comité Operativo para reunión del 06.01.09, sin embargo,

la convocatoria a la reunión para la Universidad de Chile, deberá realizarla la DGA, quienes son los mandantes del estudio de estuarios.

2.- Ficha ZPL:

- DIRECTEMAR: Realiza nueva propuesta de la Zona de Protección Litoral, donde menciona que uno de los cambios realizados a la antigua definición de ZPL, es que deja de ser una zona y pasa a ser un ancho de ZPL, ya que la actual fórmula habla de un punto y la actual saca un promedio geométrico que dará como resultado una franja.

La propuesta de ZPL es la siguiente:

Ancho de Zona de Protección Litoral: Corresponde a una distancia determinada por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, que comprende la proyección imaginaria de la línea de costa continental o insular, que se orienta paralela a ésta y alcanza hasta el fondo del cuerpo de agua, medida desde la línea de baja marea de sicigia, a proposición de cualquier interesados, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$A = [(1,28 \times H_b) / m'] \times 1,6$$

En donde:

A: Es el Ancho de la Zona de Protección Litoral.

H_b: Es la altura media de la rompiente de la ola (m).

m': Es el promedio geométrico de tres pendientes de fondo, ubicadas equidistantemente a 10 m entre ellas.

En aquellos casos en que el resultado de "A" sea igual o inferior a 10,24 mts, la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante tendrá la facultad de determinar un valor superior, atendiendo a las propiedades ambientales del cuerpo de agua, tipo de descarga que se pretende instalar y otras características y usos que se vean afectados, entendiéndose que el objetivo de dicha determinación corresponde a la protección del medio ambiente acuático que se incluye dentro de esta distancia."

- CONAMA HIDRICA: Consulta ¿como se obtiene el valor propuesto de 10,24?
- DIRECTEMAR: Responde que al tomar en consideración el H_b y m, el valor más pequeño que se puede obtener es 10,24. Con esta nueva propuesta, menos del 1% de las actuales ZPL se verían afectadas, ya que la distancia que se usará es en base a la proyección del emisario.
- SISS: Manifiesta que, con relación a los emisarios existentes a la fecha, la nueva propuesta es conveniente, si solo quedan 3 emisarios fuera de la ZPL.
- SERNAPESCA: Consulta si con esta nueva propuesta de ZPL ¿se resuelve el problema de los canales?, ya que esto es lo que motiva el cambio de la fórmula vigente actualmente. Asimismo, consulta ¿Se consideró en este análisis de la frecuencia y el promedio de distancia que existe en las actuales ZPL del país?
- HIDRICA CONAMA: Comenta que, revisando el expediente de la norma vigente, existen antecedentes de DIRECTEMAR proponiendo que la ZPL sea una franja de 300 m paralela a la costa, cuyo fundamento técnico se explica en un documento elaborado por

Aquambiente denominado "Resumen de fundamentación técnica para la Zona de Protección Litoral". Este documento explica por que dentro de la franja de 300 m pueden afectar las emisiones de contaminantes.

- RRNN CONAMA: Indica que el valor de 10,24 m es inquietante, ya que el intermareal se vería afectado desde el punto de vista ambiental y no resuelve el problema de las costas.
- HIDRICA CONAMA: Menciona que en la revisión de antecedentes del expediente de la norma vigente, existe un planteamiento y fundamento científico entregado por la Universidad Católica de Valparaíso, donde expresa que las emisiones deben estar bajo los 50 m profundidad, ya que esta profundidad separa agrupaciones de organismos más propios del litoral que de la plataforma marina propiamente tal. En la zona litoral es donde se encuentran los hábitats de reproducción y crecimiento (estados larvales) de los organismos bentónicos y de numerosas especies pelagiales y demersales, que constituyen las pesquerías nacionales.
- SUBPESCA: Indica que el criterio de los 300 m en una bahía no funciona y los 10,24 m sería como una zona de sacrificio más que de protección.
- J HOMSI: Menciona que plantear una ZPL de 10,24 m es muy complicado, ya que a los 11 m estoy fuera de la ZPL.
- HIDRICA CONAMA: Plantea que es un tema complicado el cambio de ZPL para los actuales emisarios, sin embargo, esta es una norma que debe prevenir la contaminación, por lo cual, se solicita a DIRECTEMAR evaluar incorporar los criterios planteados en esta reunión para plantear una nueva propuesta de ZPL que se cumpla con los objetivos de la norma, la cual será aplicable a los nuevos proyectos que se presentes. A los emisarios existentes, se les podrá aplicar el mismo criterio anterior: Gradualidad en la aplicación, lo cual será analizado posteriormente por el Comité.
- SISS: Menciona que parece razonable lo que propone SERNAPESCA de fijar un mínimo y sobre eso aplicar una formula que tome las variables mencionadas. Además, considera importante tomar en cuenta la profundidad de la descarga.
- HIDRICA CONAMA: Se compromete a hacer llegar antecedentes formales a DIRECTEMAR que sean un apoyo para plantear una nueva propuesta de ZPL.
- ACUERDO COMITÉ OPERATIVO: Se llega a consenso que la propuesta de ZPL presentada por DIRECTEMAR, no es la adecuada para el cumplimiento de los objetivos de la norma, por lo cual, se solicita a DIRECTEMAR presentar una nueva propuesta de ZPL considerando las siguientes variables adicionales: Profundidad 50 m para las emisiones; distancia aproximada de 300 m de la costa, considerando la frecuencia y el promedio de las actuales ZPL para fijar un ancho mínimo, sobre el cual se aplicará la fórmula adecuada a cada realidad.

3.- **Antecedentes "Grupo temas marinos"**

- HIDRICA CONAMA: Entrega antecedentes al Comité Operativo de la reunión sostenida el día 16.12.08, con el grupo "Temas Marinos", donde participaron: SERNAPESCA, SUBPESCA, DIRECTEMAR, RRNN CONAMA, EVYSA CONAMA, HIDRICA CONAMA, ASIPES, APOCH y ASIPNOR.

3.1 Coliformes Fecales:

- CONAMA: Plantea que existe la solicitud de bajar los Coliformes Fecales a 43 NMP/100 ml en la Tabla 4 de la norma, para las áreas aptas para la acuicultura y áreas de manejo. Explica que en las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, no se deben

sobrepasar los 43 NMP/100 ml, ya que las regulaciones de los mercados internacionales para la exportación de productos del mar de consumo humano directo crudo, restringen su procedencia (o aguas de origen), cuyo 10% de las muestras del programa anual supere el 43 NMP/100 ml y/o cuya moda anual sea superior a 14 NMP/100 ml y por ende, no las clasifican como área tipo A.

- SISS: Menciona que esta solicitud sólo sería factible de aplicar para las áreas que están actualmente en uso.
- SUBPESCA: Indica que hay que hacer la diferencia entre las áreas aptas para la acuicultura que están bajo decreto y son lugares identificados claramente por su potencial para el desarrollo de esta actividad, por lo tanto, no es cualquier lugar. Por otro lado, las áreas de manejo son solicitadas por las organizaciones de pescadores para su declaratoria.
- ACUERDO COMITÉ OPERATIVO: Se concuerda que esta solicitud hace referencia a la calidad de las aguas, por lo tanto, no es competencia de esta norma abordarla. Se recomienda utilizar otros instrumentos como un posible convenio entre DIRECTEMAR y SUBPESCA para resguardar la calidad de las aguas en estas áreas, al incluir este criterio en el diseño de los emisarios; microzonificación del borde costero, entre otros.

3.2 Cambio de parámetros en la Tabla 5, al 10° año de vigencia de la norma.

- CONAMA: Explica que se ha recibido la inquietud de las empresas pesqueras respecto a la modificación de los parámetros aceites y grasas, sólidos suspendidos y sólidos sedimentables, al 10° año de vigencia de la norma. Ellos solicitan que se mantengan los actuales valores y no se considere el cambio al 10° año, ya que a través de los monitoreos en el tiempo, se ha podido demostrar que la calidad de las aguas han experimentado una notable mejoría. Se expone que en la revisión del expediente de la norma vigente, se encontraron documentos que indican lo siguiente:
 1. Los valores propuestos para estos parámetros, se basan en antecedentes técnicos entregados por la SISS, para el funcionamiento óptimo de los emisarios.
 2. Los valores especificados en la Tabla 5, para el cumplimiento de ellos al 10° año de vigencia, se mantuvieron durante todo el proceso de elaboración y consulta de la norma como los valores que se exigirían desde un principio.
 3. El cambio de estos valores se produce en el Consejo de Ministros, debido a la llegada en bloque de cartas tipo enviadas por los pesqueros de Chile para reconsiderar estos parámetros.
 4. Frente a esto, es DIRECTEMAR quién emite un documento donde explica los motivos de los valores y menciona que pueden flexibilizar la norma siempre y cuando el Comité Operativo apruebe nuevos valores.
 5. SUBPESCA, manifiesta su desacuerdo en modificar estos valores y expone sus fundamentos técnicos al respecto.
- SISS: Menciona que tienen un estudio donde se demuestra que los emisarios no tienen problemas en bajar estos parámetros a los exigidos en el 10° año de vigencia de la norma. Enviarán formalmente este estudio.
- HIDRICA CONAMA: Informa que, respecto a este tema, se le ha solicitado a los privados justificar por que debiera eliminarse los valores del 10° año de vigencia de la norma. Se entregó plazo hasta el mes de marzo para que los privados puedan entregar a CONAMA

estos fundamentos.

- ACUERDO COMITÉ OPERATIVO: Se acuerda realizar un análisis jurídico respecto al tema y esperar los estudios de los privados que entregarán en el mes de marzo 2009.

4.- *Ficha Fuente Emisora:*

4.1 Disposiciones Generales:

- CONAMA: Expone que hay observaciones jurídicas respecto al párrafo enviado por la SISS, "La presente norma no será aplicable a las descargas de sistemas públicos de evacuación y drenajes de aguas lluvias urbanas; y a las descargas de vertederos de tormenta de sistemas de recolección y de tratamiento de aguas servidas, en los eventos en que se incorpore aguas lluvias que excedan su capacidad máxima de diseño".
- JURIDICA CONAMA: Solicita a la SISS un fundamento para sustentar la excepción de este párrafo, ya que se debería dejar abierto las descargas de vertederos de tormenta y no hacer la excepción sólo para los sistemas de recolección y tratamiento de aguas servidas públicas.
- SISS: Entrega los fundamentos para esta excepción, donde menciona que al interior de un establecimiento industrial las aguas lluvias es posible controlarlas. En cambio, los sistemas públicos de recolección de aguas servidas, cuyas instalaciones se emplazan en espacios públicos, no se pueden discontinuar, ya que los alcantarillados funcionan en forma permanente.
- JURIDICA: Menciona que el término "urbano" se debe eliminar, ya que será aplicable tanto en la ámbito urbano y rural.
- ACUERDO COMITÉ OPERATIVO: Se acepta el párrafo propuesto por la SISS en el punto 2 de la norma: "Disposiciones Generales", considerando el fundamento entregado por la SISS. Asimismo, se elimina el término "urbano" del párrafo y para todos los efectos de la norma, será aplicable tanto al sector urbano como rural.

4.2 Artefacto Naval:

- CONAMA: Explica que se sometió a análisis jurídico el párrafo que hace mención a los Artefactos Navales, específicamente con la frase "...lavado de sistemas de cultivo que utilicen sustancias antiincrustantes".
- JURIDICA: Esto es hacer una nueva excepción a la norma y solicita los fundamentos para ello, ya que debiera aplicarse a todos los sistemas de cultivos que califiquen como Fuente Emisora.
- SUBPESCA: Menciona que el Artículo 9 del RAMA realiza la calificación de estos artefactos navales con relación al lavado in-situ.
- SERNAPESCA: Menciona que si se saca la frase "que utilicen sistemas antiincrustantes", todos los artefactos navales que viertan residuos líquidos en el mar, deben acreditar que cumplen con el DS 90 y eso es un costo muy alto para todos los lavados de redes. Propone darle solución a través de dejar estipulado el otorgamiento de facultades a la institución competente, con el fin de comprobar si la actividad debe acreditarse para el DS 90.
- SUBPESCA: Menciona que la acuicultura a pequeña escala puede ser afectada por esta norma.

- DIRECTEMAR: Manifiestan que están de acuerdo que los artefactos navales estén estipulados en la norma y los lavados de redes en general, con y sin antiincrustante, que califican como fuente emisora, deben someterse al DS 90.
- SERNAPESCA: Manifiesta que no es posible excluir a los pequeños empresarios del proceso de caracterizar sus residuos líquidos para comprobar si son o no fuente emisora. Una propuesta es redactarlo de tal forma que se le otorguen facultades a la Autoridad Marítima para hacer el primer filtro.
- SUBPESCA Y SERNAPESCA: Enviarán propuesta para poder excluir a las plataformas flotantes de acuicultura que no contaminan. Plazo 10 de enero 2009.
- ACUERDO COMITÉ OPERATIVO: Se acuerda sacar la excepción del lavado de redes con antiincrustante y dejarlo genérico. Para el análisis de las pequeñas empresas que hacen lavados de redes y utilizan el agua de mar para el sustentar la vida de los organismos hidrobiológicos, se esperará propuesta de SERNAPESCA Y SUBPESCA al respecto, la cual deberá ser entregada el 23 de enero 2009, para ser analizada en reunión del 27 de enero 2009.

4.3 Establecimiento Sanitarios que atiendan a una población menor o igual a 30.000 habitantes

- CONAMA: Menciona que el consultor de Cristal, Sr. Jabobo Homsí, mostrará propuesta para modificación.
- J. HOMSI: Explica que el nuevo concepto de fuente emisora elimina la concentración y deja sólo la carga, por lo tanto este párrafo queda obsoleto. Se realizó un ejercicio con excel y, en lo concreto, como se aplica en la Nch N°414/Of.63, de aguas para fines industriales (Ver antecedentes presentados en Excel). Si se dejara el párrafo actual, podría prestarse para diluir las aguas, por lo tanto, se propone cambiar los datos en este párrafo y en la tabla de FE.
- SISS: Opina que el dejar abierto este párrafo a un porcentaje, puede ser contraproducente. Presenta una nueva redacción para este tema, la cual será enviada por la SISS por correo electrónico.
- J. HOMSI: Propone modificar la concentración de DBO a 300 mg/l, tomando en consideración la observación del ampliado.
- SISS: Menciona que eso significa modificar la tabla de FE completa.
- CONAMA: Consulta si se puede realizar el cambio a la tabla FE y actualizarla??
- SISS: Menciona que para realizar modificación de la tabla FE, primero se debe verificar cual es la dotación más apropiada para aplicar en este caso. Con esto, se estarían reduciendo las cargas para que sea FE, pero este es un tema que debiera estudiarse con más información.
- J HOMSI: Menciona que no le queda claro si todos los parámetros se midieron con bajo el mismo concepto. Se debe analizar la información, alomejor son sólo algunos parámetros los que deben modificarse.
- SISS: Indica que no es un trabajo fácil y se debe trabajar mucho para poder modificarlo con fundamentos claros. Además, sería un trabajo que también afectaría a las otras normas de emisión.
- RRNN CONAMA: Menciona que es muy claro que el cambio de concentración a carga es una decisión tomada y se deben tener claras las consecuencias de tomar ciertas

<p>decisiones con la norma.</p> <ul style="list-style-type: none"> • HIDRICA CONAMA: Plantea analizar este tema hasta lograr consensuar una decisión interna del Comité Operativo y buscar las formas como podemos trabajarlo. • ACUERDO COMITE OPERATIVO: Se reunirá SISS, Homsí y CONAMA para evaluar las factibilidades de llevar a cabo este estudio. •
<p>5.- Revisión Borrador 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SISS: Menciona que se debe buscar el valor preciso para DBO carbonácea en las tablas de emisión.
<p>OTROS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se alcanzó a revisar todo el borrador 3 de la norma, por lo tanto, quedan temas pendientes.
<p>COMPROMISOS ADOPTADOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. SUBPESCA Y SERNAPESCA: Enviarán propuesta para poder excluir a las plataformas flotantes de acuicultura que no contaminan. Plazo 10 de enero 2009. 2. ACUERDO COMITE OPERATIVO: Se reunirá SISS, Homsí y CONAMA para evaluar las factibilidades de llevar a cabo el estudio de cambiar tabla FE. 3. HIDRICA CONAMA: Se compromete a hacer llegar antecedentes formales a DIRECTEMAR que sean un apoyo para plantear una nueva propuesta de ZPL. 4. DIRECTEMAR presentará una nueva propuesta de ZPL considerando las siguientes variables adicionales: Profundidad 50 m para las emisiones; distancia aproximada de 300 m de la costa, considerando la frecuencia y el promedio de las actuales ZPL para fijar un ancho mínimo, sobre el cual se aplicará la fórmula adecuada a cada realidad. 5. SISS: Enviará oficialmente el estudio donde se demuestra que los emisarios no les afectaría bajar los parámetros exigidos en la Tabla 5 para el 10° año de vigencia de la norma. 6. CONAMA: Insistirá con DGA para el envío de los términos de referencia del estudio de estuarios. 7. JURIDICA CONAMA: Realizará análisis jurídico respecto a los parámetros de la Tabla 5 y presentará propuesta en reunión de enero 2009.

- Los establecimientos de servicios sanitarios, que atiendan una población menor o igual a 30.000 habitantes y que reciban descargas de residuos industriales líquidos provenientes de establecimientos industriales, estarán obligados a cumplir la presente norma, reduciendo la concentración de cada contaminante en su descarga final, en la cantidad que resulte de la diferencia entre la concentración del valor establecido en la tabla de Fuente emisora, para cada contaminante y el límite máximo permitido señalado en la tabla que corresponda, siempre que la concentración del valor sea mayor al valor del límite máximo establecido en esta norma

[C1]. Debe revisarse completamente la aplicabilidad de este punto. En estricto rigor, el valor característico de por ejemplo 250 mg/l de DBO₅ es artificial, por cuanto las dotaciones de agua potable a lo largo de todo Chile, excepto en unas pocas zonas, es inferior a 200 l/hab/d, y en el caso de localidades pequeñas incluso inferior a 150 l/hab/d. En estas condiciones, el valor característico de la DBO₅ resulta superior a 300 mg/l y por lo tanto, el permitir una descarga mayor en el efluente asumiendo que la DBO₅ característica es de 250 mg/l sólo constituye un beneficio para la empresa. Podría darse incluso el caso en que el valor característico de las aguas servidas de una localidad sea mayor a 300 mg/l DBO₅ y en ese caso la descarga de Riles permitiría “diluir” las aguas servidas

Mientras no se corrija el 609, no se puede cambiar esto. Asimismo, hay empresas que ya se han acogido a este artículo. Comité Operativo 09.12.08. Se debe revisar la redacción del 414.

- **Los establecimientos de servicios sanitarios, que atiendan una población menor o igual a 30.000 habitantes y que reciban descargas de residuos industriales líquidos provenientes de establecimientos industriales, estarán obligados a cumplir la presente norma, reduciendo la concentración de cada contaminante en su descarga final, en la cantidad que resulte de la diferencia entre un 95 % de la concentración del contaminante de entrada y el límite máximo permitido señalado en la tabla que corresponda, siempre que la concentración del valor sea mayor al valor del límite máximo establecido en esta norma.**

Punto	Periodo Muestreo		DBO (mg/l)	Conc Caract	Cal Efluente	Remoc Req	Calidad Efl
Afluente Laguna Cabildo	24-09-2006	25-09-2006	269	250	35	215	54
Afluente Laguna Cabildo	16-10-2006	17-10-2006	332	250	35	215	117
Afluente Laguna Cabildo	09-11-2006	10-11-2006	277	250	35	215	62
Afluente Laguna Cabildo	06-12-2006	07-12-2006	298	250	35	215	83
Afluente Laguna Cabildo	21-12-2006	22-12-2006	269	250	35	215	54
Afluente Laguna Cabildo	08-01-2007	09-01-2007	226	250	35	215	11
Afluente Laguna Cabildo	07-02-2007	08-02-2007	299	250	35	215	84
PROM			281	250	35	215	66
PROM PONDERADO			No hay Caudal				No hay Caudal
			281			215	66

66

Punto	Periodo Muestreo		DBO (mg/l)	Conc Caract	Cal Efluente	Remoc Req	Calidad Efl
Afluente Laguna Casablanca	21-09-2006	22-09-2006	211	250	35	215	-4
Afluente Laguna Casablanca	17-10-2006	18-10-2006	204	250	35	215	-11
Afluente Laguna Casablanca	10-11-2006	11-11-2006	413	250	35	215	198
Afluente Laguna Casablanca	01-12-2006	02-12-2006	291	250	35	215	76
Afluente Laguna Casablanca	12-12-2006	13-12-2006	358	250	35	215	143
Afluente Laguna Casablanca	26-12-2006	27-12-2006	250	250	35	215	35
Afluente Laguna Casablanca	29-12-2006	30-12-2006	382	250	35	215	167
Afluente Laguna Casablanca	09-01-2007	10-01-2007	330	250	35	215	115
Afluente Laguna Casablanca	08-02-2007	09-02-2007	464	250	35	215	249
PROM			355	250	35	215	140
PROM PONDERADO			No hay Caudal				No hay Caudal
			323				
			300			215	35

140

Punto	Periodo Muestreo		DBO (mg/l)	Conc Caract	Cal Efluente	Remoc Req	Calidad Efl
Afluente Laguna Placilla	21-09-2006	22-09-2006	140	250	35	215	-75
Afluente Laguna Placilla	17-10-2006	18-10-2006	117	250	35	215	-98
Afluente Laguna Placilla	10-11-2006	11-11-2006	133	250	35	215	-82
Afluente Laguna Placilla	01-12-2006	02-12-2006	236	250	35	215	21
Afluente Laguna Placilla	26-12-2006	27-12-2006	211	250	35	215	-4
Afluente Laguna Placilla	09-01-2007	10-01-2007	222	250	35	215	7
Afluente Laguna Placilla	22-01-2007	23-01-2007	292	250	35	215	77
Afluente Laguna Placilla	29-01-2007	30-01-2007	274	250	35	215	59
Afluente Laguna Placilla	08-02-2007	09-02-2007	261	250	35	215	46
PROM			257	250	35	215	42
PROM PONDERADO			No hay Caudal				No hay Caudal
			210			215	0

42

Punto	Periodo Muestreo		DBO (mg/l)	Conc Caract	Cal Efluente	Remoc Req	Calidad Efl
Afluente Laguna Puchuncavi	23-09-2006	24-09-2006	285	250	35	215	70
Afluente Laguna Puchuncavi	12-10-2006	13-10-2006	439	250	35	215	224
Afluente Laguna Puchuncavi	08-11-2006	09-11-2006	352	250	35	215	137
Afluente Laguna Puchuncavi	05-12-2006	06-12-2006	369	250	35	215	154
Afluente Laguna Puchuncavi	27-12-2006	28-12-2006	331	250	35	215	116
Afluente Laguna Puchuncavi	04-01-2007	05-01-2007	219	250	35	215	4
Afluente Laguna Puchuncavi	17-01-2007	18-01-2007	312	250	35	215	97
Afluente Laguna Puchuncavi	24-01-2007	25-01-2007	301	250	35	215	86
Afluente Laguna Puchuncavi	06-02-2007	07-02-2007	472	250	35	215	257
Afluente Laguna Puchuncavi	14-02-2007	15-02-2007					
PROM			342	250	35	215	127
PROM PONDERADO			No hay Caudal				No hay Caudal
			342				
			300			215	35

127

Punto	Período Muestreo							
Afluente Laguna Putaendo	23-09-2006	24-09-2006	200	250	35	215		-15
Afluente Laguna Putaendo	12-10-2006	13-10-2006	209	250	35	215		-6
Afluente Laguna Putaendo	08-11-2006	09-11-2006	255	250	35	215		40
Afluente Laguna Putaendo	05-12-2006	06-12-2006	351	250	35	215		136
Afluente Laguna Putaendo	04-01-2007	05-01-2007	202	250	35	215		-13
	06-02-2007	07-02-2007	463	250	35	215		248
	PROM		356	250	35	215		141
	PROM PONDERADO		No hay Caudal					No hay Caudal
			280			215		

141

Punto	Período Muestreo							
Afluente Laguna San Esteban	22-09-2006	23-09-2006	201	250	35	215		-14
Afluente Laguna San Esteban	11-10-2006	12-10-2006	17	250	35	215		-198
Afluente Laguna San Esteban	07-11-2006	08-11-2006	243	250	35	215		28
Afluente Laguna San Esteban	04-12-2006	05-12-2006	187	250	35	215		-28
	03-01-2007	04-01-2007	202	250	35	215		-13
	PROM		243	250	35	215		28
	PROM PONDERADO		No hay Caudal					No hay Caudal
			170			215		

28

Punto	Período Muestreo							
Afluente Laguna Santa María	05-02-2007	06-02-2007	300	250	35	215		85
Afluente Laguna Santa María	22-09-2006	23-09-2006	396	250	35	215		181
Afluente Laguna Santa María	11-10-2006	12-10-2006	233	250	35	215		18
Afluente Laguna Santa María	07-11-2006	08-11-2006	283	250	35	215		68
Afluente Laguna Santa María	04-12-2006	05-12-2006	426	250	35	215		211
	03-01-2007	04-01-2007	281	250	35	215		66
	PROM		320	250	35	215		105
	PROM PONDERADO		No hay Caudal					No hay Caudal
			320			215		
			300			215		85

105

	DBO (mg/l)	Conc Caract	Cal Efluente	Remoc Req	Calidad Efl
	211	285	35	250	-39
	204	285	35	250	-46
	413	285	35	250	163
	291	285	35	250	41
	358	285	35	250	108
	250	285	35	250	0
	382	285	35	250	132
	330	285	35	250	80
	464	285	35	250	214
PROM	355	285	35	250	105
	300	285	35	250	73
	300	285	35	250	50
	300	200	35	165	135
	300	250	35	215	85
	300	270	35	235	65
	300	285	35	250	50
	300	300	35	265	35
	300	335	35	300	0

	Dot (l/hab/d)	Ci (mg/l)		
	125	400	350	109
	150	333	292	131
	155	323	283	135
	175	286	263	146
	175	286	250	153
	175	286	245	156
	175	286	219	175
	175	286	175	219
	300	167	146	263

	DBO (mg/l)	Conc Caract	Cal Efluente	Remoc Req	Calidad Efl
	269	266	35	231	38
	325	266	35	231	94
	277	266	35	231	46
	294	266	35	231	63
	269	266	35	231	38
	226	266	35	231	-5
	299	266	35	231	68
PROM	280	266	35	231	49
	280	266	35	231	49
	280	200	35	165	115
	280	250	35	215	65
	280	270	35	235	45
	280	285	35	250	30
	280	280	35	245	45
	280	300	35	265	16
	280	316	35	281	0

	DBO (mg/l)	Conc Caract	Cal Efluente	Remoc Req	Calidad Efl
	269	238	35	203	66
	250	238	35	203	47
	257	238	35	203	54
	255	238	35	203	52
	255	238	35	203	52
	226	238	35	203	23
	240	238	35	203	37
PROM	250	238	35	203	48
	250	238	35	203	48
	250	200	35	165	83
	250	225	35	190	60
	250	238	35	203	48
	250	250	35	215	35
	250	285	35	250	0

	140	190	35	155	-15
	117	190	35	155	-38
	133	190	35	155	-22
	220	190	35	155	65
	211	190	35	155	56
	222	190	35	155	67
	260	190	35	155	105

001959

	256	190	35	155	101
	245	190	35	155	90
PROM	241	190	35	155	86
	200	190	35	155	45
	200	190	35	155	5
	200	200	35	155	35
	200	245	35	210	0

001960

DBOaf (mg/l)	95% DBOaf (mg/l)	Cal Efluente (mg/l)	Remoc Req	Calidad Efl (mg/l)
300	285	35	250	50
280	266	35	23	49
250	238	35	208	48
200	190	35	55	45



GOBIERNO DE CHILE

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN EJECUTIVA
DEPTO CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN
ÁREA CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA

LISTA DE ASISTENCIA: REUNIÓN COMITÉ OPERATIVO. PROCESO DE REVISIÓN DS 90

Fecha: MARTES 23 DE DICIEMBRE 2008

Hora inicio: 10:30 hrs

Lugar: SALÓN CONAMA, PISO 4

Hora Fin: 13:00 hrs

N°	Nombre	Institución	Teléfono/Fax	e. mail	Firma
1	Nancy Villaseca R	DIRECCIÓN EJECUTIVA	2 208328	nwillasec@directemar.cl	
2	PABLO LATORRES S.	SURFESCA	32-2502765	PLATORRES@SURFESCA.CL	
3	CONRADO RAUVAPE	CONAMA	08-4187793 90022288	cravaul@conama.cl	
4	Alejandra Figueroa	CONAMA	2405654	afigueroa@conama.cl	
5	Marcy Cepeda R	SISS	3824191	mcepede@sis.cl	
6	RICHARDO SERRANO	CONAMA RRNN	241025	rserrano@conama.cl	
7	CRISTIAN ANDAVAL	SEWAPECA.	32-2819279	CANDAVAL@SEWAPESA.CL	
8	JACOBO FONSI A	KESTAR	7320209	JHONSI@KESTAR.CL	
9	Venerius Vergara S.	SISS	3824107	VVergara@sis.cl	

001964

N°	Nombre	Institución	Teléfono/Fax	e. mail	Firma
10	Rossema Brontes	Cochilco	3328251	rbrontes@cochilco.cl	<i>Rbrontes</i>
11	Mariele Quévral	Conama		mariele@conama.cl	
12	Claudia Gollejillos	CONAMA	2405706	cgollejillos@conama.cl	<i>CG</i>
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					



Santiago, 23 de diciembre de 2008

GAES-026/08

Señor
Alvaro Sapag R.
Director Ejecutivo
Comisión Nacional del Medio Ambiente
Presente

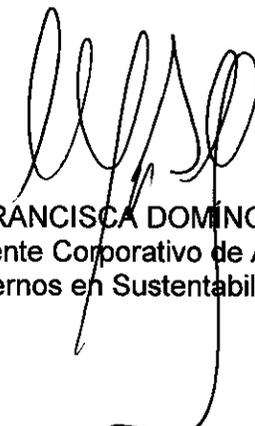
Ref.: Acompaña antecedentes para revisión del
D.S. N° 90/00.

Estimado señor Sapag:

En el contexto del proceso de revisión de la Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales, contenido en el D.S. N° 90/00 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, adjunto encontrará un documento que contiene antecedentes, análisis y propuestas de esta Corporación para la regulación de las denominadas "aguas de contacto mineras" (aguas mina y drenaje de depósitos de lastre).

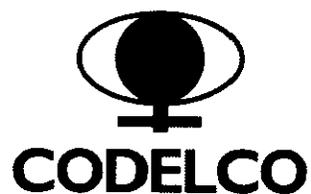
Quedamos a su disposición para cualquier requerimiento de información adicional.

Saluda atentamente a Ud.,



M. FRANCISCA DOMÍNGUEZ M.
Gerente Corporativo de Asuntos
Externos en Sustentabilidad (I)

Inc. Documento.



**ANTECEDENTES SOBRE LAS AGUAS DE CONTACTO
MINERAS Y SU POSIBLE REGULACIÓN EN EL DECRETO
SUPREMO N°90/00**

Antecedentes, Análisis y Propuesta

Diciembre de 2008

ÍNDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO.....	3
2. LAS AGUAS DE CONTACTO	5
2.1. Definición y alcances.....	5
2.2. Origen de las aguas de contacto mineras. El proceso de lixiviación.....	6
2.3. Ejemplos de Aguas de Contacto en Condiciones Naturales.....	8
2.4. Aguas de Contacto en el Sector Minero	9
2.5. Las Aguas de Contacto en Divisiones Andina y El Teniente.....	10
2.5.1. <i>Antecedentes Generales</i>	10
2.5.2. <i>División Andina. La cuenca del Río Blanco</i>	10
2.5.3. <i>División El Teniente. Quebrada Teniente</i>	20
3. TECNOLOGÍAS DE ABATIMIENTO.....	24
3.1. Soluciones Preventivas	24
3.2. Soluciones Correctivas.....	27
3.3. Limitantes de las soluciones.....	28
3.3.1. <i>Excedencias de escorrentía</i>	28
3.3.2. <i>Excedencia del Sulfato en aguas tratadas (neutralizadas con cal)</i>	28
3.3.3. <i>Restricciones derivadas de la propiedad de los derechos de agua</i>	31
3.3.4. <i>Costos de las Soluciones</i>	31
4. NORMATIVA INTERNACIONAL.....	32
5. DECRETO SUPREMO N°90/00 COMO MARCO NORMATIVO.....	33
6. PROPOSICIÓN DE MODIFICACIÓN DEL D.S. N°90/00.	35
7. CONCLUSIONES.....	36
8. ANEXOS	37

1. RESUMEN EJECUTIVO.

Este documento contiene los antecedentes técnicos que a juicio de CODELCO, justifican que se señale expresamente en el texto del D.S. N° 90/00 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que las denominadas "aguas de contacto mineras" no se encuentran reguladas por dicha norma de emisión.

Los antecedentes que se desarrollarán permiten constatar que la mencionada norma de emisión no es una regulación adecuada para las aguas de contacto, ya que no considera el origen de estas aguas, la variabilidad de caudal y la limitante técnica para el abatimiento de los sulfatos.

En efecto, el origen de las aguas de contacto obedece a condiciones naturales del proceso de lixiviación de las rocas, que responden a patrones climáticos y a las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas locales. Las faenas mineras, al intervenir las cuencas naturales, aceleran el proceso de lixiviación natural al exponer mayor superficie de contacto a las aguas de escurrimiento, provocando un aumento en el volumen de las aguas ácidas.

Por otra parte, los caudales asociados a la generación de aguas de contacto mineras presentan una alta variabilidad, generándose peaks en períodos específicos del año producto de eventos hidrológicos, que hacen imposible manejarlas en su totalidad para su neutralización.

Sin perjuicio de lo anterior, Codelco ha desarrollado una serie de estudios técnicos tendientes a buscar soluciones para el abatimiento de los sulfatos presentes en las aguas de contacto. La conclusión de estos estudios, es que a la fecha no existe una alternativa técnica viable que permita manejar los caudales o volúmenes asociados a faenas mineras en la alta cordillera.

Por estas razones, se considera necesario introducir un inciso segundo al artículo 2° del D.S. N° 90/00, que declare expresamente que las aguas de contacto están fuera del ámbito de aplicación de esta norma de emisión y, por ende, excluidas del cumplimiento de dicha regulación. Ello, sin perjuicio de su sometimiento a una normativa específica que pueda dictarse para el manejo y control de las aguas de contacto mineras.

Con este objeto, primero se realizará una exposición detallada del origen de las aguas de contacto, sus características y estado actual, con énfasis en la situación que se presenta en las Divisiones Andina y El Teniente de esta Corporación.

A continuación se expondrán las alternativas de tratamiento existentes, sus limitaciones y costos asociados. Además se realizará una breve exposición de la forma en que otros países regulan las aguas de contacto.

En cuarto lugar se expondrá la relación de las aguas de contacto con el D.S. N° 90/00.

Finalmente, se realiza una propuesta de modificación al D.S. N° 90/00 en el sentido de declarar expresamente en esta norma, que las aguas de contacto mineras están excluidas del ámbito de aplicación de este decreto.

2. LAS AGUAS DE CONTACTO

2.1. *Definición y alcances*

Las aguas de contacto corresponden a aquellas escorrentías y flujos superficiales y/o subterráneos de origen natural, que entran en contacto con materiales que pueden lixiviarse o ser arrastrados, afectando su calidad.

En el caso de la minería, este contacto se produce en instalaciones tales como depósitos de estéril, depósitos de relaves, labores mineras subterráneas, rajos abiertos, cráteres, etc., que por su emplazamiento y envergadura, inevitablemente están expuestas a entrar en contacto con aguas lluvia, deshielos, escorrentías y afloramiento de napas, entre otros fenómenos hidrológicos.

Derivado de este contacto, las aguas sufren un cambio químico, que ha hecho que las aguas de contacto "mineras" sean también denominadas **drenajes ácidos** o **aguas ácidas**, ya que normalmente tienen pH bajo y una carga importante de metales. Dependiendo de las características geoquímicas de la roca, la acidificación del agua es provocada por los sulfuros presentes, lo que incide en el contenido de metales y sales.

Las aguas de contacto mineras son, en consecuencia, aguas de origen natural que inevitablemente entran en contacto con las instalaciones mineras.

Por tener un origen natural, este fenómeno se encuentra presente en todas las regiones mineras del mundo, como Estados Unidos, Canadá, Sudáfrica, España, Brasil y Australia. En todas ellas, la gestión y control de estas aguas es uno de los temas más relevantes de la gestión ambiental, no sólo durante la operación de las faenas sino que fundamentalmente en la etapa de cierre.

La actividad minera en Chile no escapa a esta realidad internacional. Es así como las operaciones mineras cordilleranas desde la III Región al sur, enfrentan dificultades con el manejo de las aguas de contacto, lo que comenzó a tomar relevancia durante la década de los 90.

De lo anterior se desprende que las aguas de contacto mineras corresponden a un fenómeno equivalente al proceso natural de lixiviación, que depende de las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas locales y que presenta, en general, variaciones estacionales e interanuales significativas. No existe, por lo tanto, una fuente emisora propiamente tal, que corresponda a un establecimiento de descarga de residuos generados a través de una obra de descarga (por ejemplo una tubería), sino una escorrentía que pasa a través de rocas y materiales naturales que son lixiviados. Esta escorrentía se caracteriza por su importante variabilidad del caudal en el tiempo.

2.2. Origen de las aguas de contacto mineras. El proceso de lixiviación

Como se señaló, las aguas de contacto mineras son de origen natural y cambian su composición química al entrar en contacto con zonas mineralizadas y producirse el proceso de *lixiviación*.

La lixiviación es el proceso por el cual los constituyentes solubles de un material son disueltos y separados de los materiales insolubles, por la percolación de un fluido.

Para el caso de las aguas de contacto mineras, el proceso se puede resumir en forma simple como una disolución de minerales y formación de otros en la medida que las condiciones de equilibrio químico varían.

Este proceso puede ocurrir en forma natural en el medio ambiente, sin intervención del hombre, cuando existen zonas de alta concentración de minerales o de acumulación de materia orgánica, entre otros. La lixiviación natural es un proceso químico de disolución y arrastre en el agua de escorrentía superficial y subterránea de algún o algunos componentes de la roca, suelo o restos orgánicos.

Los minerales que generan las aguas de contacto son los llamados "sulfuros". En su estado natural, las zonas que presentan altos contenidos de estos sulfuros están en equilibrio, aportando cantidades más o menos uniformes de minerales al agua cada año, aún cuando dependan de la escorrentía. Estas zonas con altos contenidos de minerales sulfurados son denominadas "anomalías geoquímicas". Cabe señalar que en cualquier yacimiento pueden existir, en mayor o menor proporción, minerales oxidados (dependiendo de la edad del cuerpo mineralizado). Estos óxidos también pueden lixivarse en forma natural, e incluso disolverse a una velocidad mayor debido al efecto de las aguas acidificadas.

En la geología chilena, algunos de los minerales primarios presentes en dichas anomalías geoquímicas que son lixiviables se presentan en el cuadro siguiente, con su nombre y composición química:

Cuadro N° 2.2.1: Ejemplos de Minerales Sulfurados

Metal Contenido	Nombre Mineral	Composición Química
Cobre	Calcosina	Cu_2S
Cobre	Covelina	CuS
Cobre Arsénico	Enargita	Cu_3AsS_4
Cobre Hierro	Calcopirita	CuFeS_2
Hierro	Pirita	FeS_2
Hierro Arsénico	Arsenopirita	FeAsS
Mercurio	Cinabrio	HgS
Molibdeno	Molibdenita	MoS_2
Plomo	Galena	PbS
Cinc	Esfalerita	ZnS
Manganeso	Albandita	MnS

Al disolverse, todos estos minerales generan la primera etapa de las aguas de contacto. La expresión genérica que representa cualitativamente la formación de éstas aguas corresponde a la siguiente:



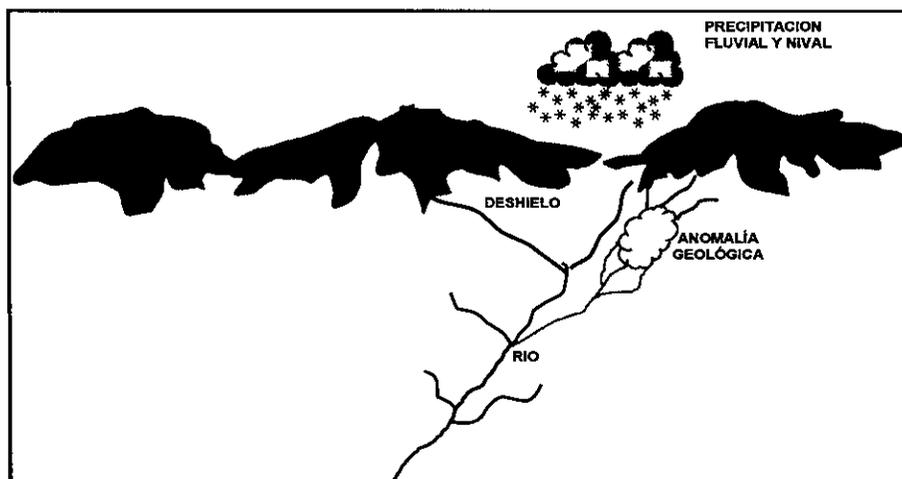
Este proceso de disolución es normalmente activado y acelerado por bacterias, como las del tipo *Thiobacillus ferrooxidans*. Por otra parte, también se advierten procesos contrarios donde complejos mineralizados, como los aluminio silicatos, disminuyen la acidez existente en las aguas. Los metales sólo se mantienen en solución con un pH ácido, por lo que al subir el pH, éstos precipitan. La segunda etapa de este proceso corresponde, por lo tanto, a la formación de minerales secundarios al aumentar el pH, como los sulfatos, carbonatos, hidróxidos, etc.

El fenómeno de lixiviación natural es un proceso que presenta un comportamiento variable, dependiendo básicamente de las condiciones climáticas del área, y cuyo impacto en un curso de agua no se observa en un solo punto de descarga, sino que es aportado en forma difusa por la escorrentía natural, desde una zona de alteración.

Así, la característica química del agua que escurre en cada cuenca hidrográfica da cuenta de esta lixiviación, por cuanto todos los depósitos minerales, así como todas las rocas, son naturalmente lixiviados. En resumen, cada curso de agua cuenta con contenidos naturales distintos, característicos a la geoquímica de la cuenca hidrográfica que ella presenta.

Al tratarse de un fenómeno de origen natural, se encuentra determinado por los patrones climáticos y las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas locales, presentando, en la mayoría de los casos, una significativa variación estacional e interanual de caudal.

Figura N° 2.2.1: Esquema Lixiviación Natural



Como se observa en la figura anterior, tanto los deshielos como el agua lluvia al infiltrarse y escurrir naturalmente, “disuelven” parte de la roca, que en caso de ser una “anomalía geoquímica”, tendrá exceso de algunos componentes.

Resulta entonces evidente, que la generación de aguas de contacto dependerá del régimen hídrico presente en la zona. Si éste es predominantemente nival, el arrastre de las aguas de contacto tendrá un máximo caudal durante los periodos de deshielo. Si por el contrario, es pluvial, tendrá un máximo durante los meses de máxima pluviosidad.

Por la misma razón, en años con altas precipitaciones el manejo o control de la escorrentía natural resulta difícil, dados los grandes volúmenes de agua que se generan en cortos periodos de tiempo.

2.3. Ejemplos de Aguas de Contacto en Condiciones Naturales

Como se ha mencionado anteriormente, el fenómeno natural de lixiviación por aguas superficiales o subterráneas tiene origen en las características geoquímicas de la corteza terrestre y sus concentraciones anómalas naturales.

Es así como, por ejemplo, en la Segunda Región del país, el arsénico que es característico en las rocas de una etapa geológica de volcanismo, genera anomalías en los recursos hídricos de la zona, tanto superficiales como subterráneos (p. ej. río Loa).¹

En la zona central de Chile, producto del mismo sistema que formó los grandes pórfidos de cobre, se produce lixiviación natural que genera valores anómalos de parámetros tales como pH, Cobre y Sulfato, en una serie de cursos de agua naturales.²

Un ejemplo es el Estero Yerba Loca, parte de la red de drenaje de la sub cuenca Mapocho Alto perteneciente a la Cuenca del Maipo (Región Metropolitana), donde se registra en forma natural, sin ninguna alteración antrópica, una concentración de cobre anormalmente alta, lo que se puede corroborar con las mediciones efectuadas en la estación de calidad de agua “Estero Yerba Loca antes junta San Francisco”.^{3 4} Es más o menos evidente que esta condición natural no está sometida al D.S. N° 90/00, pero si se la calificara como descarga de residuos, no podría cumplir dicha norma.

¹ Dirección General de Aguas (DGA). 2004. Cuenca Río Loa: Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad. Preparada por CADE IDEPE Consultores en Ingeniería. Santiago, Chile.

² Dirección General de Aguas (DGA). 2004. Cuenca Río Maipo: Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad. Preparada por CADE IDEPE Consultores en Ingeniería. Santiago, Chile.

³ Ver Cuadro 2.5.1.

⁴ CODELCO División Andina. 2007. Informe Técnico: Contaminación de Cursos de Agua Asociados a Procesos Naturales. Preparado por IAL Ambiental Ltda. Santiago, Chile.

El ejemplo anterior permite constatar que las aguas de contacto se dan naturalmente bajo distintas condiciones ambientales y que si se les aplicara la norma de emisión para descargas (D.S. N° 90/00), se superarían los parámetros establecidos en ella.

2.4. Aguas de Contacto en el Sector Minero

Existen faenas mineras emplazadas en zonas que forman parte de una red de drenaje perteneciente a una subcuenca o cuenca, y que por lo tanto se encuentran en contacto permanente con los cauces por donde fluyen las escorrentías naturales. La actividad minera, al remover parte de los yacimientos y cambiar la topografía, altera el sistema natural acelerando el proceso de lixiviación natural.

Esta alteración se debe a:

- a) **Modificación de la morfología de escurrimiento:** Los caminos, excavaciones y depositación de material en superficie afecta los cursos de agua y por lo tanto su equilibrio hidrológico (caudal y forma de escurrimiento superficial y subterráneo).
- b) **Exposición de mayor área a la lixiviación:** La actividad industrial aumenta la superficie de contacto naturalmente expuesta a la lixiviación natural, acelerando el proceso (p. ej. minería a rajo abierto, botaderos de estériles, inestabilidades geomecánicas que dejan superficies "expuestas" de material sulfurado lixiviable, entre otras).

En este contexto, tanto las minas de hundimiento (como El Teniente y Andina), como los rajos abiertos y sus depósitos de lastre (Andina), generan una exposición de mayor área de roca al aire y agua.

Los cráteres de hundimiento favorecen la formación de aguas de contacto al encausar el agua nieve por el material quebrado hacia los niveles de extracción de la mina ubicados más abajo. A su vez, la exposición de la roca fresca con los rajos abiertos puede generar un aumento en el volumen de las aguas de contacto en el largo plazo, si es que no son adecuadamente manejadas. Finalmente, los depósitos de lastre y la roca de baja ley de mineral también pueden incrementar el ritmo de lixiviación por exposición de mayor área de roca generadora.

Como se desprende de lo anterior, las aguas de contacto mineras siguen el mismo ciclo y características que las provenientes de la lixiviación natural: no son generadas en un lugar puntual (generación difusa), generan aguas ácidas, y su volumen varía con la escorrentía natural, que provee el flujo necesario para la movilización de los metales y minerales disueltos.

Es, por lo tanto, relevante que desde el punto de vista normativo se reconozca y declare la condición natural de la lixiviación, tanto para establecer las condiciones basales, como para regular el control de las fuentes de lixiviación natural generadas por la actividad minera.

Cabe señalar que el fenómeno de generación aguas de contacto se presenta en un gran porcentaje de las instalaciones mineras existentes en el país (56%)⁵, las cuales se emplazan en zonas con ocurrencia relativamente frecuente de precipitaciones pluviales y/o nivales, por lo que están expuestas a recibir escorrentías. Es así como los proyectos que presentan el potencial del fenómeno de generación de aguas ácidas corresponden a la gran mayoría de las operaciones cordilleranas desde la III Región al sur.

Asimismo, dicho fenómeno se presenta en diversas regiones mineras en el mundo, tales como Perú (distrito de Morococha, Brocal, Cerro Pasco, etc.), España (Río Tinto), Estados Unidos y Canadá, entre otros.

2.5. Las Aguas de Contacto en Divisiones Andina y El Teniente

2.5.1. Antecedentes Generales

Como se ha dicho, dado que las aguas de contacto tienen un origen natural, su generación se encuentra fuertemente determinada por las condiciones hidrológicas de las cuencas en las que se encuentran las operaciones de que se trate.

En los apartados siguientes se presentará el comportamiento de las precipitaciones sólidas y líquidas y su efecto sobre la escorrentía de las cuencas en que operan las Divisiones El Teniente y Andina. Esto será relevante para mostrar que, al estar el fenómeno de aguas de contacto ligado a la escorrentía natural, el control de los caudales variables presenta un gran reto técnico y económico.

Las Divisiones Andina y El Teniente operan en cuencas en que el régimen de escorrentía tiene una alimentación nival. Esto significa que los caudales y precipitaciones son variables en el tiempo, generándose eventos significativos desde el punto de vista de precipitaciones sólidas en el periodo invernal, y un aumento de los caudales en los cauces en el periodo estival por efecto de los deshielos, de al menos siete veces respecto al promedio anual.

Es importante destacar que la magnitud de esta condición natural es frecuentemente impredecible y que presenta flujos variables que dependen de la ocurrencia e intensidad de los eventos ya señalados, lo que genera dificultades no menores para el manejo de las aguas de contacto.

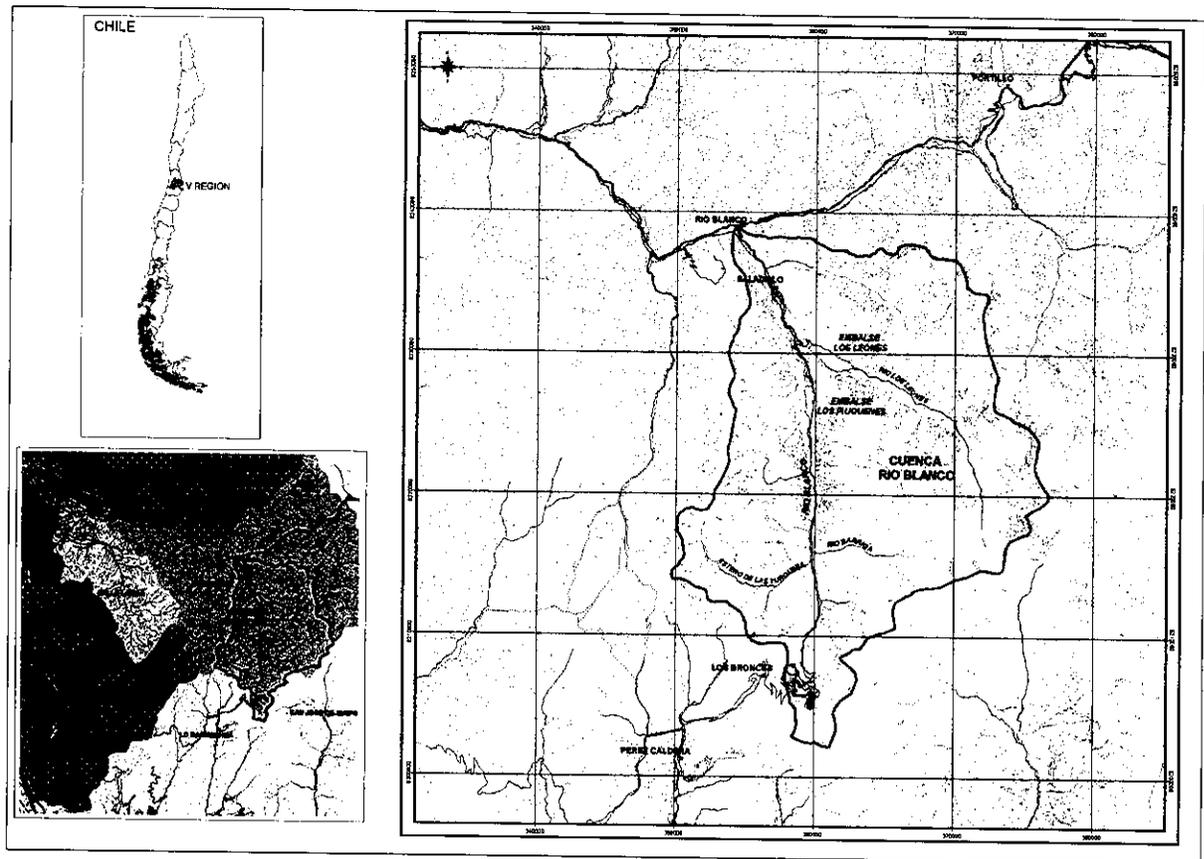
2.5.2. División Andina. La cuenca del Río Blanco.

Un ejemplo de aguas de contacto derivadas de procesos mineros, es el de la cuenca del Río Blanco, en la cordillera de la V Región, donde se ubican las operaciones mineras de la División Andina de Codelco.

⁵ Hidrología en Faenas Mineras y Decreto Supremo N° 90, Consejo Minero de Chile A.G. y Sociedad Nacional de Minería, 2008.

En la figura siguiente se presenta la ubicación general de la cuenca del río Blanco.

Figura N° 2.5.1: Ubicación General, Cuenca Río Blanco



- **Características Químicas**

Esta cuenca es muy similar en sus características geológicas a la del estero Yerba Loca, al que anteriormente se hizo referencia. Esta similitud queda ejemplificada en los cuadros que se insertan a continuación, donde se presentan los valores promedio de las series temporales para las estaciones de Yerba Loca y Río Blanco:

Cuadro N° 2.5.1: Promedios Series Temporales del Estero Yerba Loca y Río Blanco

Nombre de la Estación	pH	Sulfatos (mg/l)	Cobre Total (mg/l)	Hierro Total (mg/l)
Estero Yerba Loca Antes junta San Francisco (cuena sin intervención)	6,1	171	2,6	2,1
Río Blanco Después de Junta Los Leones	7,3	203	5,5	7

Fuente: Codelco DAND, 2007⁶

- (i) La estación de río Blanco: *Antes junta Los Leones* pertenece a la red de monitoreo de DAND, el tamaño muestral de las variables medidas corresponde a 185, distribuidas entre los años 1993 y 2004.
- (ii) La estación de Yerba Loca: *Después de Junta San Francisco* pertenece a la DGA y posee un tamaño de muestral de análisis de 13 muestras distribuidas entre los años 1986 y 2005.

Cuadro N°2.5.2: Promedios Estacionales del Estero Yerba Loca y Río Blanco

Estación	pH		Sulfatos (mg/l)		Cobre Total (mg/l)		Hierro Disuelto (mg/l)		Hierro Total (mg/l)	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Verano	4,5	6,7	220,7	155	4,2	6,3	-	0,48	2,4	6,62
Otoño	5,9	7,5	225,3	209	3,5	2,7	-	0,1	0,4	12,7
Invierno	7,3	7,9	71,1	218	0,5	1,8	-	0,1	0,8	3
Primavera	6,9	7,2	149,8	185	2,1	10,5	-	0,1	5,5	2,3

A: Estero Yerba Loca
B: Río Blanco después Junta Los Leones

Fuente: Codelco DAND, 2007⁷

- (i) La estación de río Blanco: *Antes junta Los Leones* pertenece a la red de monitoreo de DAND, el tamaño muestral de las variables medidas corresponde a 185, distribuidas entre los años 1993 y 2004.
- (ii) La estación de Yerba Loca: *Después de Junta San Francisco* pertenece a la DGA y posee un tamaño de muestral de análisis de 13 muestras distribuidas entre los años 1986 y 2005.

Como se puede observar, ambas estaciones muestran comportamientos similares en los parámetros de Sulfatos y pH, y de diferencias poco significativas entre Cobre y Hierro Total, a pesar que la primera se encuentra bajo condiciones naturales, en

⁶ CODELCO División Andina. 2007. Informe Técnico: Contaminación de Cursos de Agua Asociados a Procesos Naturales. Preparado por IAL Ambiental Ltda. Santiago, Chile.

⁷ CODELCO División Andina. 2007. Informe Técnico: Contaminación de Cursos de Agua Asociados a Procesos Naturales. Preparado por IAL Ambiental Ltda. Santiago, Chile.

contraste con la segunda que refleja una intervención en la cuenca del Río Blanco por las labores mineras de la División Andina.

A mayor abundamiento, registros históricos previos a la minería, fechados en 1963⁸ y basados en muestras puntuales obtenidas en la parte superior de la cuenca, ya presentan altas concentraciones de Cobre.

Cuadro N° 2.5.3: Promedios Anuales de Río Blanco y Muestras Puntuales de Río Blanco de 1963

Nombre de la Estación	pH	Cobre Total (mg/l)
Muestra N° 1 (Río Blanco – 1963)	4,9	4,32
Muestra N° 2 (Río Blanco – 1963)	4,46	0,063
Muestra N° 3 (Río Blanco – 1963)	5,16	2,93

Fuente: Informe Contaminación de Cursos de Agua Asociados a Procesos Naturales. IAL Ambiental Ltda, 2007⁹

La información presentada anteriormente demuestra que las aguas de contacto se producen en forma natural en los yacimientos minerales de la cordillera central, mediante la lixiviación natural.

En consecuencia, el tipo y grado de dicha alteración, depende básicamente de las características geoquímicas del material, así como del régimen hidrológico, lo que resulta muy relevante para definir adecuadamente el contenido natural de los sectores donde la minería lleva muchos años de actividad.

- **Régimen Hidrológico**

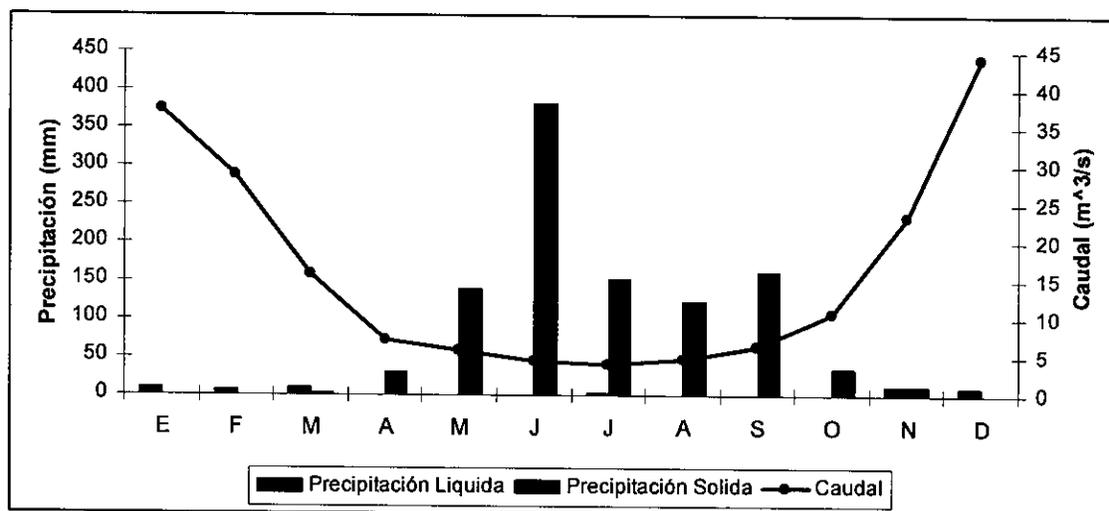
Para la observación de los procesos que ocurren en División Andina se utilizaron los antecedentes de la estación meteorológica *Lagunillas*, ubicada en el sector alto de la cuenca río Blanco a una cota de 2.765 m.s.n.m, registrando entre otros parámetros, los niveles de agua caída (sólida y líquida). Los antecedentes de caudales medios del sistema de río Blanco fueron recogidos de la estación fluviométrica *río Blanco en río Blanco*, perteneciente a la DGA.

⁸ El 25 de Abril 1963 se realizó un muestreo hidroquímico de aguas superficiales de los ríos Juncal, Aconcagua y Río Blanco, registrándose concentraciones de cobre y pH. Las muestras fueron certificadas ante notario de la Ciudad de Los Andes. Las muestras de agua fueron certificadas en la notaría de la Ciudad de Los Andes ubicada en la calle Santa Rosa N° 213, y certificadas por el Notario y Conservador de los Andes Javier Arellano Celis.

⁹ CODELCO División Andina. 2007. Informe Técnico: Contaminación de Cursos de Agua Asociados a Procesos Naturales. Preparado por IAL Ambiental Ltda. Santiago, Chile.

Ambas estaciones fueron escogidas para su representación, ya que se localizan geográficamente próximas entre sí, por tanto presentan una correlación intrínseca dada su proximidad.

Figura N° 2.5.2: Caudales Medios (m^3/s) y Precipitaciones (mm), División Andina



Fuente: DAND, 2007¹⁰

- (i) La estación Fluvimétrica de *río Blanco en río Blanco* pertenece a la DGA, y posee una data de caudales medios mensuales entre 1913 a 1999.
- (ii) La estación meteorológica *Lagunillas*, posee una data de amplia precipitaciones, con registros diarios de precipitación caída entre 1959 y 1999.

La figura anterior muestra el comportamiento del sistema hídrico del río Blanco, en donde se advierte mayor caudal en los meses de verano (diciembre o enero), con valores que superan los $35 m^3/s$. Las precipitaciones sólidas equivalentes en agua caída, sobrepasan a las líquidas, registrando el máximo en invierno, específicamente en el mes de julio con 381 mm. Estas condiciones hacen que la cuenca posea una alimentación de tipo nival, ya que la nieve caída hace su aporte a la escorrentía en época de deshielo (verano).

Ahora bien y como se deduce de la información anterior, los cursos de agua originados por deshielos presentan caudales altamente variables, generándose máximos en periodos específicos del año, en días o incluso horas puntuales, producto de las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas del área de estudio, presentando en general variaciones estacionales e interanuales significativas.

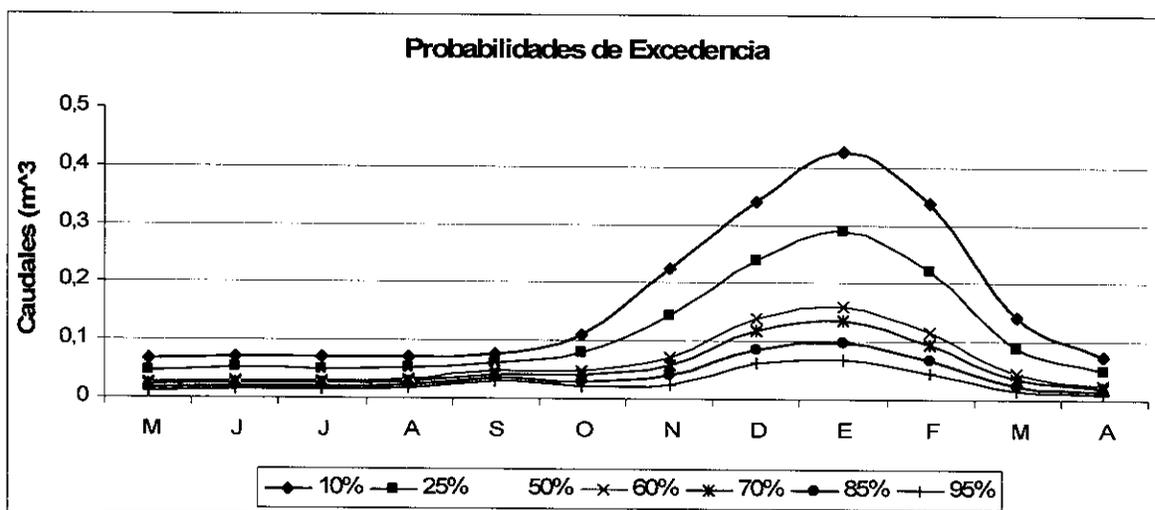
¹⁰ CODELCO División Andina (DAND). 2007. Base de datos: Registros Meteorológicos y Fluvimétricos.

Estos eventos son difíciles de predecir y complejos de controlar, por lo que en periodos de máximo deshielo se prevén excedencias (mensuales, diarias y horarias) en las capacidades instaladas de conducción, tratamiento y acumulación de aguas.

Precisamente, un parámetro que da cuenta de la variabilidad del caudal de aguas de drenaje, corresponde a la probabilidad de excedencia. En la figura siguiente se muestran las curvas de variación estacional (promedios mensuales), donde la probabilidad de excedencia, a modo de ejemplo, fue calculada para este caso, con los antecedentes de la estación de control botadero en río Blanco, ubicada a una altitud de 3.590 m.s.n.m., sección alta de la cuenca (estación que dejó de operar en el año 2001). La información con la que se generó fue tomada con la data recolectada desde el año 1991 al 2000.

Los valores obtenidos para un año seco (probabilidad de excedencia del 95%) corresponden a 0,067 m³/s reportado en el mes de enero; mientras en un año lluvioso (probabilidad de excedencia del 10%) se advierte un valor máximo de 0,425 m³/s en el mes de enero.

Figura N° 2.5.3: Probabilidad de Excedencia, Sección Alta de Río Blanco



Fuente: DAND, 2007¹¹

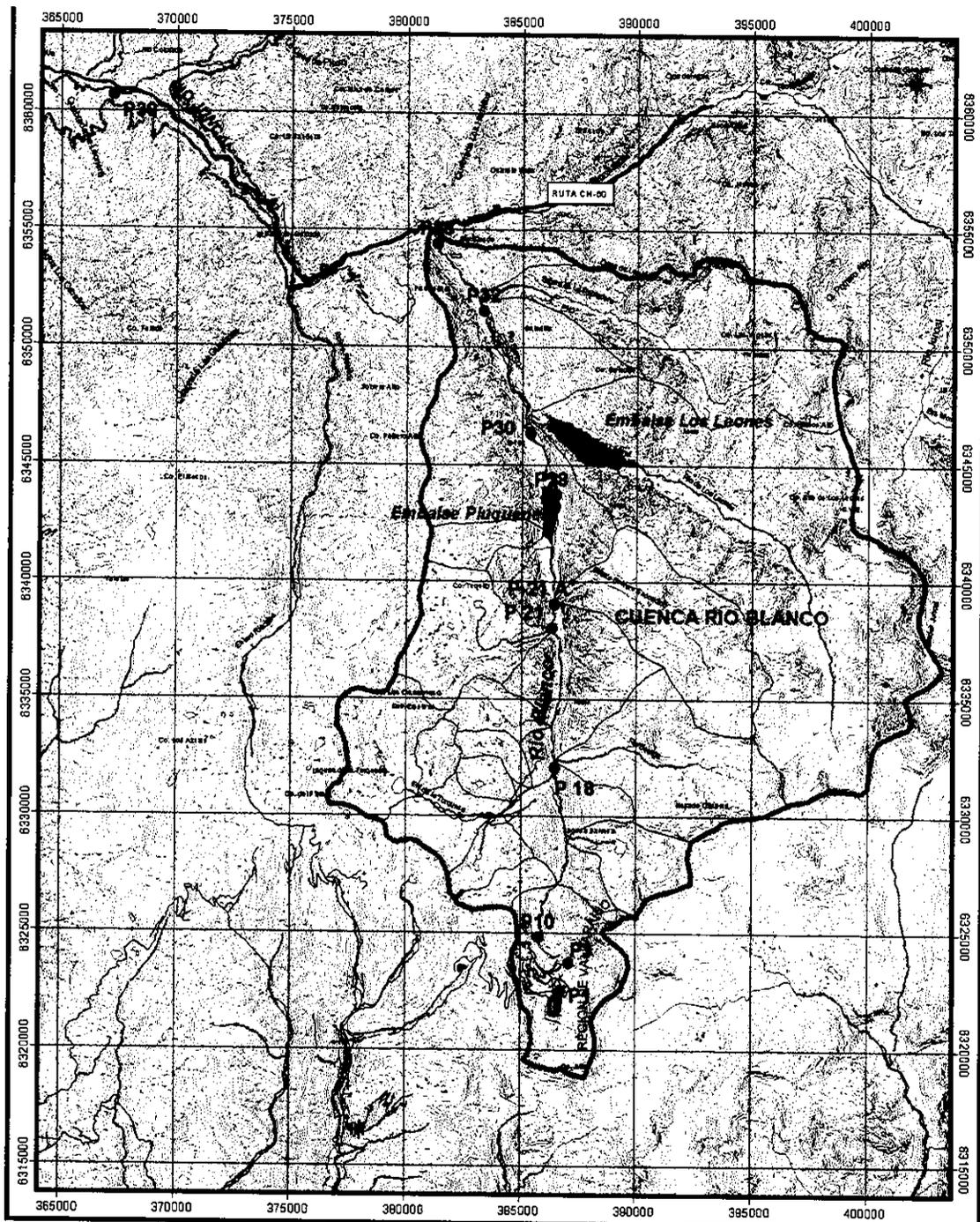
- (i) Esta estación fluviométrica corresponde a un punto de control Botadero Alto Blanco ubicada, en la sección alta de la cuenca Río Blanco a una altitud de 3.598 m.n.s.m.

Al respecto, cabe señalar que durante los periodos de excedencia, es decir, de aumento de la escorrentía, hay también una condición que mitiga en gran medida el potencial impacto de la descarga de aguas ácidas a los cursos de agua, correspondiente a la dilución sobre el recurso, haciendo que el efecto sobre la calidad de la cuenca sea menor.

¹¹ CODELCO División Andina (DAND). 2007. Base de datos: Registros Meteorológicos y Fluviométricos.

La evolución de las concentraciones de Sulfatos a lo largo de la cuenca río Blanco, se presenta en las siguientes figuras. Estas muestran el comportamiento de dicho parámetro a lo largo de la cuenca y la correlación del sulfato con el caudal de río Blanco. Cabe señalar que los puntos de monitoreo empleados corresponden a un programa de monitoreo hidroquímico realizado por DAND entre los años 2006 y 2007, cuyos puntos de control son:

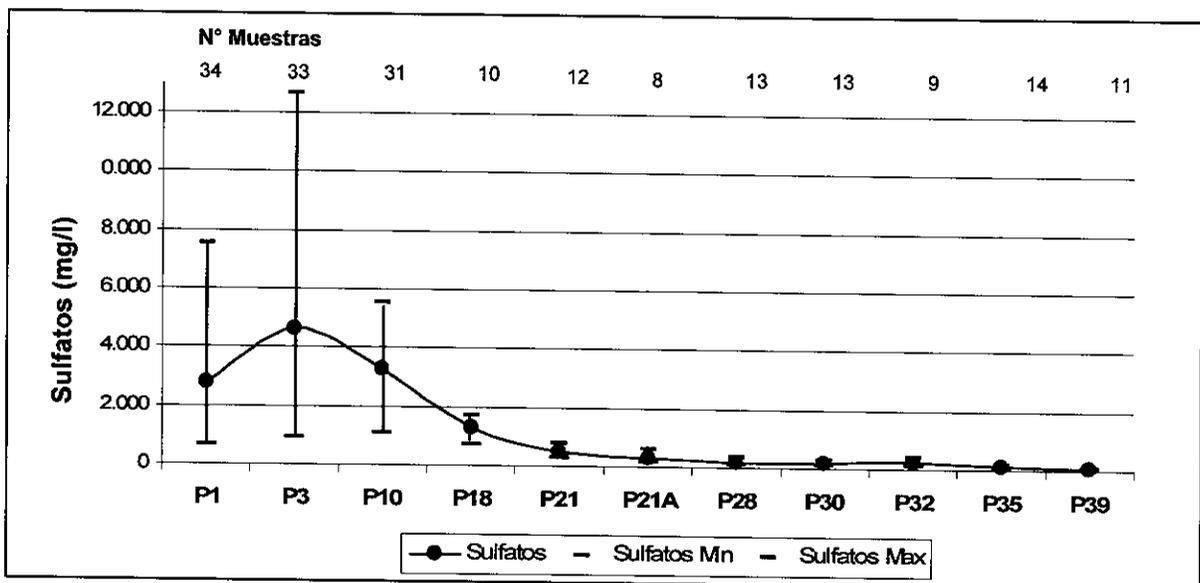
Figura N° 2.5.4: Ubicación Puntos de Muestreo Aguas Superficiales, Cuenca Río Blanco, División Andina



- P 1: Bocatoma 3940
- P 3: La Marcela
- P 10: Río Blanco en Nivel 11
- P 18: Blanco antes junta Castro
- P 21: Aguas junta estero Flores con río Blanco
- P-21A: Río Blanco después de Potrero Escondido
- P 28: Río Blanco Km. 14
- P 30: Km. 12 antes de HASA
- P 32: Río Blanco antes de Villa Saladillo
- P 35: Estación Blanco en Río Blanco (DGA)
- P 39: Río Aconcagua, después de descarga Hidroeléctrica Chacabuquito

En el siguiente gráfico se puede observar, para el período de primavera, cómo aumenta la concentración de sulfatos (llegando a un máximo de 12.000 mg/lit aprox.) en la parte alta de la cuenca del río Blanco, mientras que a medida que se avanza aguas abajo, dicha concentración se ve influenciada directamente por los deshielos, produciéndose una dilución natural y llegando a valores de aproximadamente 200 mg/lit de sulfato.

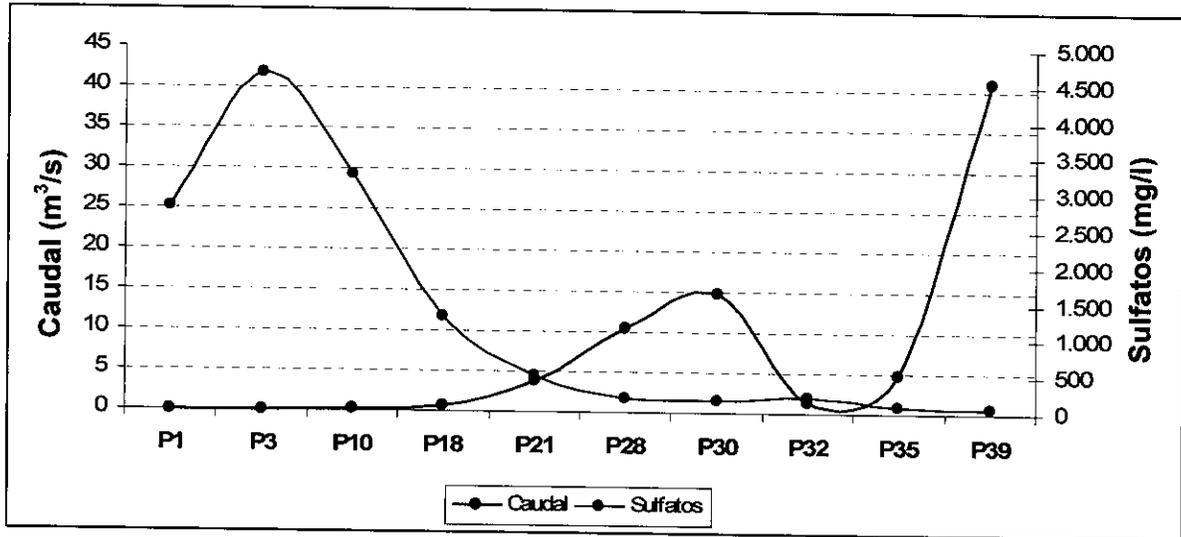
Figura N° 2.5.5: Comportamiento del Sulfato, Río Blanco



De este modo, existe una relación inversa entre los caudales y el comportamiento de las concentraciones de sulfato y niveles de pH sobre el río Blanco, situación explicada por la dilución de las concentraciones a lo largo de la cuenca.

En el siguiente gráfico se puede correlacionar la dependencia de la concentración de sulfatos en el río Blanco, comparado con el caudal disponible a lo largo del río Blanco (ejemplificación para el período noviembre del 2006).

Figura N° 2.5.6: Caudal v/s Sulfato, Río Blanco



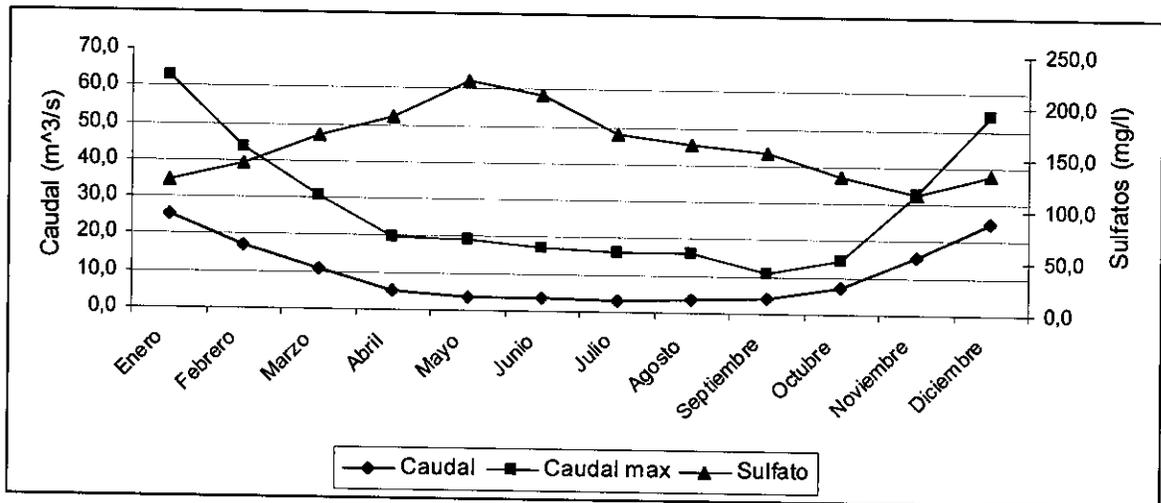
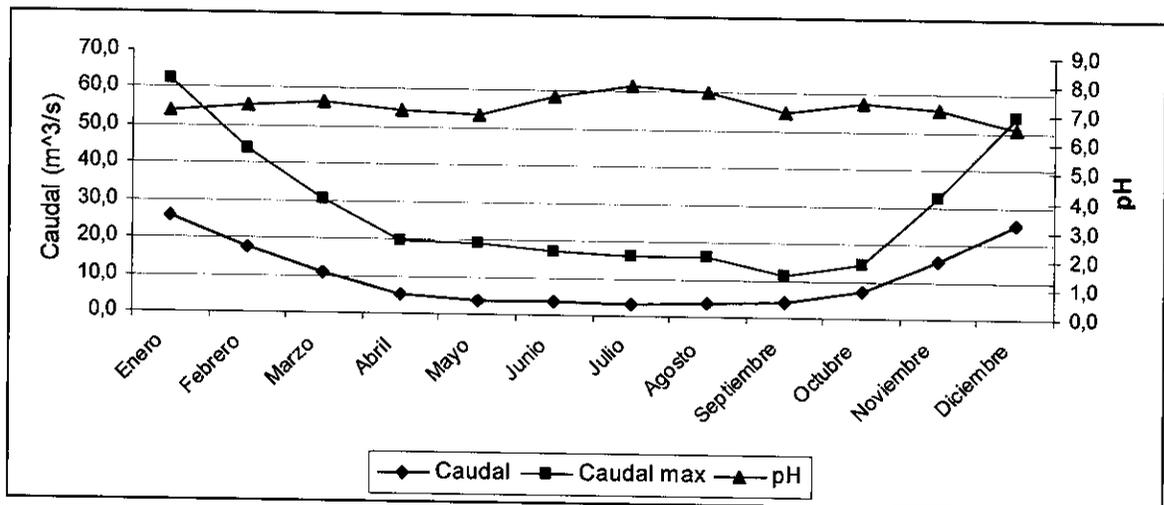
Fuente: DAND, 2007¹²

Al observar el comportamiento de las concentraciones de sulfatos a través de la cuenca, se advierte el descenso progresivo de los valores reportados en el área. En la sección alta de la cuenca se estiman valores que superan los 1.000 mg/l, sin embargo, a medida que se desciende por la cuenca, los valores descienden por debajo de 500 mg/l, particularmente en el punto P - 21. En la sección baja de la cuenca, en la confluencia con el río Juncal, los valores se reportan por debajo de los 250 mg/l.

Respecto a la variación de las concentraciones asociada al caudal estimado sobre el sistema hídrico, se advierte una relación inversamente proporcional, ya que ante el aumento del caudal se presenta una disminución de las concentraciones de sulfatos, y el comportamiento contrario al disminuir el caudal.

Complementando la información de caudales entregada por los gráficos anteriores, las figuras siguientes presentan una comparación entre la estación fluviométrica río Blanco en río Blanco, ubicada geográficamente en la salida de la cuenca (1.420 m.s.n.m.), y la estación hidroquímica río Blanco después Puente Los Militares.

¹² CODELCO División Andina (DAND). 2007. Base de datos: Registros Meteorológicos y Fluviométricos.

Figura N° 2.5.7: Caudal versus Concentración de Sulfatos, río Blanco
Fuente: DAND, 2007¹³
Figura N° 2.5.8: Caudal versus Nivel de pH, río Blanco
Fuente: DAND, 2007¹⁵

De las figuras anteriores se observa que existe una relación inversa entre los caudales y el comportamiento de las concentraciones de sulfato y niveles de pH sobre el río Blanco. En efecto, en el periodo estival las concentraciones de Sulfatos tienden a disminuir significativamente mientras que el pH lo hace de manera más

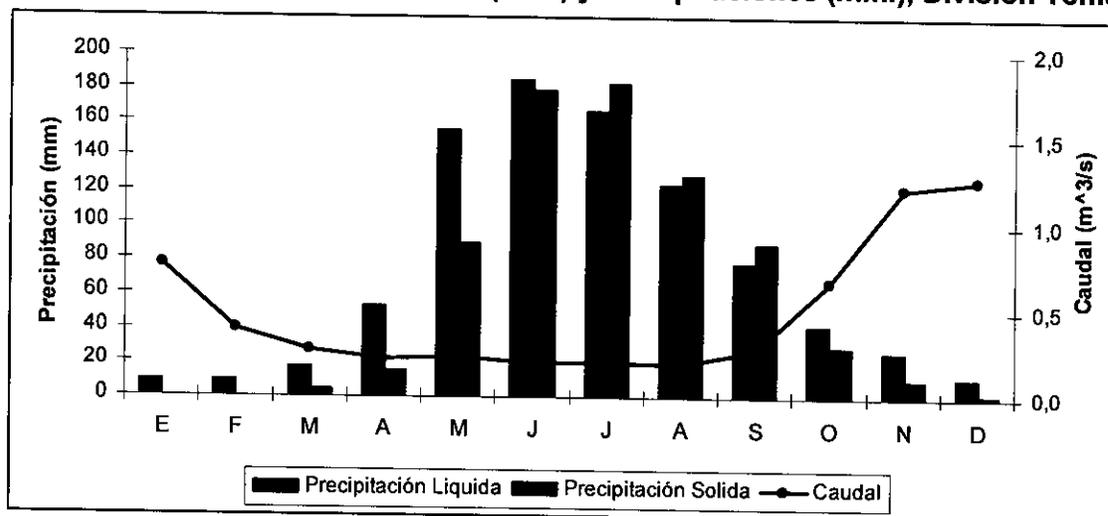
¹³ CODELCO División Andina (DAND). 2007. Base de datos: Registros Meteorológicos y Fluvimétricos.

¹⁴ CODELCO División Andina (DAND). 2007. Base de datos: Registros Meteorológicos y Fluvimétricos.

¹⁵ CODELCO División Andina (DAND). 2007. Base de datos: Registros Meteorológicos y Fluvimétricos.

En la figura siguiente se presentan los niveles de precipitaciones líquidas y sólidas del sector de Coya.

Figura N° 2.5.11: Caudales medios (m^3/s) y Precipitaciones (mm.), División Teniente



Fuente: Teniente, 2007¹⁶

- (i) Esta estación meteorológica Sewell, pertenece a la red de monitoreo de Teniente y posee una extensión estadística con promedios mensuales de precipitación y temperaturas entre 1912 y 2005.

De la figura anterior, se observa que el agua caída tiene su máximo en los meses de otoño e invierno (Junio, Julio y Agosto), registrándose en julio un promedio de 183,1 mm. de precipitación líquida. En términos generales, el 87% de las precipitaciones caídas durante el año se distribuyen entre los meses de abril a septiembre, el restante 13% lo hace entre octubre y marzo. Por otra parte, los máximos de caudales se producen en los meses de verano, destacando el mes de diciembre con valores que superan los $12 m^3/s$, mostrando que esta cuenca posee una alimentación predominantemente nival.

Al igual que en el caso de la División Andina, por encontrarse en una cuenca de carácter nival, la quebrada Teniente presenta caudales variables. En consecuencia, los máximos se generan en periodos específicos del año, producto de las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas del área de estudio, presentando en general variaciones estacionales e interanuales, mensuales, diarias y horarias significativas.

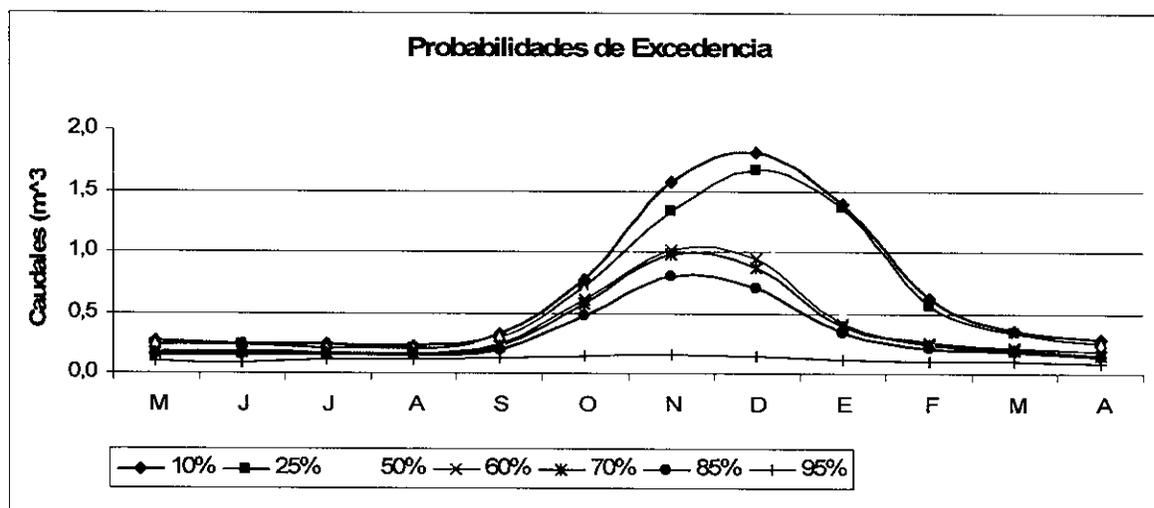
A raíz de estos eventos extremos y difíciles de predecir, en los periodos de máximo deshielo se exceden las capacidades instaladas de tratamiento y acumulación de

¹⁶ CODELCO División Teniente. 2007. Base de datos: Registros Meteorológicos y Fluvimétricos.

aguas posibles de implementar en la actualidad, de acuerdo a los criterios de diseño, costo, tecnología y espacio disponible.

Las probabilidades de excedencia que se grafican en la figura siguiente fueron calculadas a partir de los registros de la estación fluviométrica río Coya antes de río Teniente.

Figura N° 2.5.12: Probabilidades de Excedencia, Río Coya



Fuente: Teniente, 2007¹⁷

- (i) El cálculo de las probabilidades de excedencia se realizó sobre la base de la estadística de caudales medio mensuales de la estación fluviométrica río Coya antes de río Teniente (l/s) entre los años 1956 y 1981.

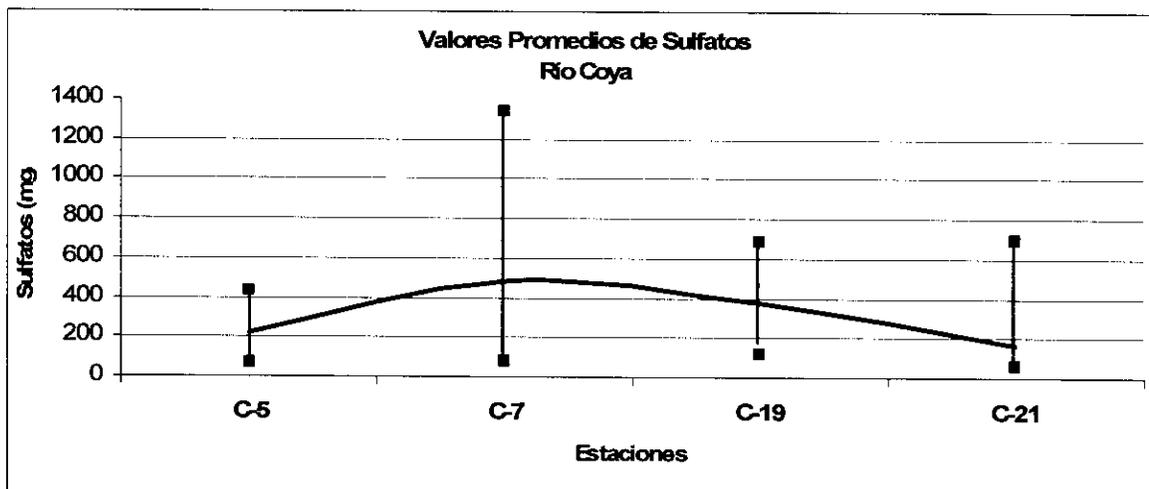
Los valores obtenidos para un año seco (probabilidad de excedencia del 95%) arrojan un valor mínimo en los meses de marzo, abril y mayo del orden de 0,09 m³/s, mientras que el máximo se produce en noviembre con 0.156 m³/s. Para el año más lluvioso (probabilidad de excedencia del 10%) el máximo de caudal se reporta en diciembre registrando 1,8 m³/s.

En lo que respecta al efecto de dilución en períodos de excedencia, en el caso de División Teniente se puede señalar que en el recorrido por la cuenca del río Coya las concentraciones de los parámetros relevantes (Sulfatos, Cobre y pH), aumentan sus concentraciones para llegar a un máximo de 1.500 mg/l en el caso del Sulfato, en la sección media del río Coya, como resultado de la actividad minera de la División Teniente, para luego decaer a valores de 200 mg/l producto de la dilución.

A modo de ejemplo, en la figura siguiente se puede observar la variación de las concentraciones de sulfato en el río Coya:

¹⁷ CODELCO División Teniente. 2007. Base de datos: Registros Meteorológicos y Fluviométricos.

Figura N° 2.5.13: Comportamiento del Sulfatos, río Coya



Fuente: División Teniente, 2007¹⁹

3. TECNOLOGÍAS DE ABATIMIENTO.

Las alternativas para la gestión de las aguas de contacto, han sido agrupadas para efectos de este documento, en dos grupos:

- Soluciones de carácter preventivo
- Soluciones correctivas

3.1. Soluciones Preventivas

Dentro de las soluciones para el problema de las aguas de contacto mineras, las más evidentes y eficientes desde el punto de vista económico, corresponden a las soluciones preventivas. Éstas consisten en el manejo de la hidrología de la cuenca, de modo de minimizar el contacto entre el agua y el material expuesto, para evitar la lixiviación.

¹⁸ CODELCO División Teniente. 2007. Base de datos: Registros Meteorológicos y Fluviométricos.

¹⁹ CODELCO División Teniente. 2007. Base de datos: Registros Meteorológicos y Fluviométricos.

Las medidas consisten en manejo de aguas de escurrimiento mediante canales de desvío, manejo de la nieve sobre el material, separación de material generador de aguas de contacto de material no generador para reducción del área de infiltración, impermeabilización de superficies, etc.

Estas medidas generan una reducción en los costos de la solución correctiva, al minimizar el volumen de aguas de contacto. Sin embargo, las medidas preventivas no aseguran la no generación de aguas de contacto, ya que por muy eficiente que sea su implementación, inevitablemente existirán ciertos volúmenes de agua que entrarán en contacto con los minerales generando aguas de contacto (por ejemplo: precipitaciones directas sobre el cráter de una mina subterránea).

En los puntos siguientes se explican algunas de éstas medidas preventivas, que son aplicadas con éxito en la industria:

3.1.1. Manejo de aguas (intercepción de aguas no contaminadas)

Las obras fundamentales son canales, piques y túneles de desvío para evitar el contacto entre el agua de escorrentía natural y la zona de anomalía geoquímica (mina, depósitos de estéril, cráter de hundimiento, etc.), de modo que no se generen y arrastren las aguas de contacto.

La intercepción de las aguas no contaminadas que provienen de las laderas adenañas a los depósitos de estéril, rajos, cráteres o mina subterránea, permite una reducción de los escurrimientos de agua, disminuyendo el caudal de aguas de contacto, lo que a su vez reduce los costos totales de las soluciones correctivas posibles.

El porcentaje de agua a interceptar se determina a partir de un análisis técnico, ambiental y económico, que indica cual es la capacidad total que deben poseer las obras de intercepción.

En el caso de Codelco, la incorporación de este tipo de obras se ha evaluado tanto para División Andina como División El Teniente. Es así como en Andina se consideran intercepciones de alta montaña, drenes y cañerías de desviación en los depósitos de lastre Este y Norte, mientras que para El Teniente se ha implementado la intercepción y by pass del caudal en Quebrada Teniente, con perforaciones y túneles bajo la quebrada.

3.1.2. Separación de materiales.

No todos los materiales movidos por una explotación a rajo abierto tienen contenidos de minerales generadores de aguas de contacto.

Por ello, la segregación de materiales generadores de aguas de contacto de los materiales con potencial neutralizador, permite "encapsular" la roca generadora, de modo que el agua de infiltración por las laderas y base de la cuenca no esté en

contacto con la roca generadora. Esto puede hacerse depositando la roca neutralizante en la base del depósito y/o en estratos intermedios, de modo que los flujos superficiales no pasen por roca generadora.

El manejo de la infiltración en la superficie, combinado con una segregación y construcción adecuada, puede permitir un manejo que mantenga la roca generadora con mínima humedad.

3.1.3. Impermeabilización de la superficie de los depósitos de estéril para evitar la infiltración del agua de escorrentía.

Esta medida tiene por objeto evitar la infiltración del agua de escorrentía, en forma tal que no entre en contacto con el material generador, mediante la impermeabilización de la superficie sobre la que se coloca el depósito, a través de componentes geosintéticos, evitando así el aporte de agua innecesaria al sistema.

La viabilidad de este tipo solución es muy limitada para una situación de operación de una faena, debido al constante e inevitable movimiento de maquinarias y la consecuente imposibilidad de mantener la integridad de la carpeta. Adicionalmente a su compleja implementación, este sistema requiere que la superficie a ser cubierta sea previamente trabajada para asegurar un drenaje y estabilidad adecuada en el largo plazo, lo que tampoco resulta viable en un depósito de estéril en crecimiento.

Por las razones señaladas, esta solución no es posible de implementar durante la operación del botadero, utilizándose preferentemente como medida de cierre.

3.1.4. Manejo de nieve sobre depósitos de lastre

Mediante esta técnica se procura disminuir la infiltración de agua a los depósitos de lastre, con la consecuente disminución de aguas ácidas generadas. Considera la preparación de la superficie de parte de los depósitos antes del invierno, con pendiente hacia las zanjas de desvío de agua clara y compactación para minimizar la infiltración.

Con ello puede llegar a manejarse un porcentaje importante de la superficie plana de los depósitos (no es aplicable a los taludes), encausando el agua de deshielo en la primavera hacia los canales de contorno. La estimación del rendimiento de ésta solución es del 50% del agua de deshielo.

Para este propósito se requiere implementar un "plan invierno", donde se deja sólo una parte del botadero disponible para depositación durante el invierno. La superficie restante queda preparada con pendiente adecuada y superficie semi impermeable para que en la primavera el agua escurra hacia los canales de contorno. De este modo, la superficie preparada puede recibir la nieve removida del sector activo.

Por otra parte, la remoción de la nieve sobre los depósitos con maquinaria (cargador camión / buldózer o barre nieve) es una alternativa para evitar su infiltración, sin

embargo, tiene el inconveniente que normalmente no existen puntos adecuados para su disposición aguas abajo. Una alternativa es combinar la remoción con el sistema de manejo de nieve, removiendo hacia la superficie impermeabilizada preparada en el verano.

Esta opción requiere de una serie de condiciones para su implementación, principalmente contar con un lugar de disposición de la nieve aguas abajo de la generación de aguas de contacto, permisos ambientales y maquinaria apropiada.

3.2. Soluciones Correctivas.

Las soluciones de tipo correctivo consisten básicamente en tratar químicamente el agua luego del contacto, para abatir (precipitar) los metales solubilizados y neutralizar el pH ácido. Esta solución se combina con mecanismos de recirculación de las aguas tratadas a procesos productivos, disminuyendo al máximo las cantidades a descargar en cuerpos de agua.

El tratamiento de aguas puede ser pasivo o activo, pero respecto de las aguas de contacto, consiste primordialmente en la agregación de un neutralizante para subir el pH y abatir los metales pesados por precipitación.

El proceso más utilizado en la minería mundial es neutralización con cal (CaO o $\text{Ca}(\text{OH})_2$), cuya expresión en términos conceptuales es la siguiente:

Metales en solución + sulfato en solución + cal = hidróxidos metálicos (sólido precipitado) + yeso (pulpa) + sulfato en solución

Los metales y el yeso pueden separarse por precipitación en un decantador, sin embargo, este proceso no permite abatir el sulfato más allá del nivel de saturación del yeso (2000 ppm. aprox.), subsistiendo en una medida importante en la solución.

Así se constata, por ejemplo, con la experiencia de las plantas de neutralización con cal existentes en Canadá, que descargan el efluente (alto en sulfato) directamente a ríos y mar sin otro tratamiento.

Las soluciones en estudio hasta ahora planteadas para División Andina y División El Teniente, comprenden las de tipo preventivo y correctivo.

Así, se han considerado entre otras, el manejo de las cuencas para minimizar el volumen de infiltración hacia los depósitos o mina subterránea, con túneles y canales de desvío; la neutralización con cal y uso de parte del agua en el proceso de flotación; y la regulación de parte de las excedencias para amortiguar las escorrentías máximas.

3.3. Limitantes de las soluciones.

Como se ha mencionado anteriormente, los obstáculos más relevantes para el tratamiento de las aguas de contacto son los volúmenes en periodos de máxima escorrentía (deshielos) y la calidad del efluente después de la neutralización, por sus contenidos de sulfato.

3.3.1. Excedencias de escorrentía.

Corresponden a los años de mayor pluviosidad, en los periodos de máximo deshielo. En estos periodos no es posible tratar el 100% de la escorrentía que recibe las aguas de contacto, pues se exceden las capacidades instaladas de tratamiento y acumulación de aguas posibles de implementar en la actualidad de acuerdo a los criterios de diseño, costo, tecnología y espacios disponibles.

Sin embargo, durante este periodo existe una condición que mitiga en gran medida el potencial impacto de la descarga de aguas ácidas a los cursos de agua, correspondiente al efecto de dilución, que responde a la presencia de grandes cantidades de agua en toda la cuenca, que hacen que el efecto de las aguas de contacto sobre la calidad del agua sea imperceptible.

3.3.2. Excedencia del Sulfato en aguas tratadas (neutralizadas con cal).

En el caso de aguas de contacto mineras, un cambio de pH con cal precipita los metales, lo que en un curso natural también sucede por efecto de la dilución.

El efecto químico de la precipitación de los metales con cal es la generación de yeso (sólido) y de un efluente con valores de sulfatos superiores a 2000 ppm, nivel correspondiente al límite de saturación del yeso. Este efecto configura, por tanto, una condicionante de carácter químico que impide la reducción de las concentraciones de sulfato en el efluente, a valores inferiores a 2000 ppm.

- Factibilidad de las soluciones de abatimiento.

Codelco ha desarrollado una serie de estudios técnicos tendientes a buscar soluciones para abatir los sulfatos. Hasta ahora, el resultado de todos ellos es que no existe una tecnología industrial probada y económicamente viable para reducir los niveles de sulfatos bajo 2000 ppm en este tipo de efluentes, considerando los volúmenes de aguas de contacto involucradas.

A modo de ejemplo, algunas tecnologías analizadas han sido las siguientes:

a. Biotecnología.

Se estudió el uso de bacterias anaeróbicas reductoras de sulfato con la empresa Holandesa Paques, debido a su experiencia en esta materia. Actualmente se están desarrollando pruebas pilotos para lograr abatimientos

de metales y sulfatos en valores cercanos a la normativa de emisión (2000 mg/l).

b. Intercambio Iónico.

Los estudios más recientes corresponden a las versiones denominadas "IX Gypsum" y "Sulf-IXTM", que han sido desarrolladas en Sudáfrica por la empresa Morgan Water & Waste. Tampoco fue posible justificar un pilotaje, debido a problemas como riesgos de posibles obstrucciones en el sistema por la sobresaturación de la solución y cristalización, y problemas con la regeneración de las resinas.

c. Osmosis Inversa.

En estudios recientes se evaluaron estas tecnologías de membranas mediante pilotaje (para el caso de División El Teniente), con una empresa española, representada en Chile por Ecosystem. El manejo de una solución saturada resultó en reiteradas obstrucciones del sistema de membranas, lo que hizo inviable el sistema.

d. Electroquímica.

Por varios años se realizaron pruebas en sistemas pequeños de laboratorio con una tecnología desarrollada con el especialista búlgaro Dr. Vladko Panayotov. En la última fase se experimentó con un sistema piloto en continuo.

Esta tecnología fue descartada por su falta de factibilidad técnica (obstrucción de membranas, materiales de baja duración) y por costos extremadamente altos (costo actualizado de MUS\$ 640, incluye costos de inversión y operación a 20 años).

e. Evaporación y Cristalización.

Fue evaluada mediante la empresa Ecosystem y no resultó justificable llegar a una fase piloto. Los consumos energéticos serían enormes y se proyecta un alto costo actualizado de MUS\$ 380 (incluye costos de inversión y operación a 20 años).

f. Sales de Bario sin Regeneración.

En este caso se avanzó hasta la fase de ejecución de una prueba industrial, cuyo objetivo fue comprobar la factibilidad de reducir sulfato desde 2.200 hasta 2000 ppm. Su factibilidad resultó ser muy baja, debido al elevado consumo de BaCl_2 (2.2 ton de BaCl_2 por ton de SO_4) por una parte, y por la otra, por el aporte de ión cloruro y el incremento de conductividad.

Igualmente, para lograr 1000 ppm de SO_4 en este tipo de efluentes la factibilidad resultó ser nula, tanto por el importante deterioro de otros parámetros, como por los costos proyectados. El costo actualizado es de MUS\$ 201, incluye costos de inversión y operación a 20 años.

Cabe señalar que para el caso de División Andina, también se ha evaluado la posibilidad de implementar una planta de tratamiento HDS (High Density Sludge), que mediante el ajuste de pH es capaz de disminuir la concentración de iones metálicos y sulfatos a un nivel cercano a 2000 ppm.

Como conclusión de estos estudios, se puede afirmar que a la fecha no existe una opción técnica que permita tratar las aguas de contacto en forma tal que reduzca las concentraciones de sulfato a niveles inferiores a 2000 ppm, considerando los volúmenes involucrados.

- ***Ausencia de experiencias internacionales.***

Además de los resultados de los estudios mencionados, existen pocos antecedentes internacionales sobre el abatimiento de sulfatos en aguas de contacto mineras, principalmente debido a la ausencia de normativa que fije límites de emisión aplicables a estos efluentes, lo que a su vez responde, en parte, a la evidencia científica sobre la inocuidad de este anión dentro de ciertos rangos.

En efecto, el sulfato no está regulado en países mineros como Canadá, EEUU y Sudáfrica.

De otro lado, el sulfato es considerado por los organismos competentes en materia de agua potable y salud como uno de los aniones menos tóxicos. Concentraciones inferiores a 1000 mg/L son fisiológicamente inofensivas para la mayoría de la población. Concentraciones de sulfato en agua potable entre 1000 y 2000 mg/L pueden causar efectos laxantes sobre la población humana. No hay antecedentes, internacionales o nacionales, que sugieran que la población afectada considere que el efecto laxante del agua de consumo sea un problema de salud (EPA, 1999).

En la agricultura, son sólo algunos tipos de sulfatos los que presentan efectos negativos por incremento de la salinidad, que se mide por su conductividad eléctrica. A estas cifras de conductividad eléctrica, debiera restarse el aporte del sulfato de calcio, pues este no causa efectos negativos sobre el suelo ni sobre la mayoría de los cultivos y está documentado que posee una serie de beneficios en la agricultura: es un excelente fertilizante, mejora y remedia suelos con alta concentración de sodio y magnesio, mejora la estructura del suelo, reemplaza sales dañinas, mejora la infiltración del agua de riego, aumenta la eficiencia en el uso del agua, reduce la erosión, el drenaje superficial, la compactación del suelo y neutraliza la acidez del suelo subsuperficial.

Además de la baja toxicidad del sulfato, hay otra consideración que explica la ausencia de regulación para efluentes de aguas de contacto tratadas. Se trata del

bajo efecto o impacto que estos efluentes tienen en los cursos de agua receptores, por la dilución que naturalmente ocurre a consecuencia de los grandes caudales que se presentan en los períodos de mayores descargas.

Así, por ejemplo, tanto en el Río Aconcagua como el Río Cachapoal, un efluente del tratamiento alcalino de aguas de contacto, con contenidos de sulfato del orden de 2000 ppm, no sobrepasaría la norma de calidad para riego (Nch 1333) en los puntos de control antes de la primera toma para riego. De esta forma el impacto sobre terceros por concentración de sulfatos en el agua es nulo.

3.3.3. Restricciones derivadas de la propiedad de los derechos de agua.

Además de la inexistencia de sistemas probados y viables para el abatimiento de sulfato en aguas de contacto a niveles inferiores a 2000 ppm, de la ausencia de experiencias internacionales, de la inocuidad del impacto real de la descarga de este tipo de efluente en los cursos receptores y de los enormes costos ambientales asociados a eventuales procesos para abatimiento del sulfato a niveles inferiores en grandes volúmenes de agua, existe otra restricción a considerar en el diseño de cualquier solución para este tema. Se trata de la necesidad de contar con derechos de aprovechamiento de las aguas que amparen el uso o consumo que se requiere para su tratamiento.

En efecto, las aguas de contacto, por ser parte de la red de drenaje de una cuenca, pueden ser objeto de derechos de aprovechamiento, tanto por la propia empresa minera como por otros usuarios aguas abajo, de acuerdo a las disposiciones del Código de Aguas.

Conforme lo anterior, para la intervención de las aguas de contacto y su tratamiento, en estricto rigor se requiere tener derechos de aprovechamiento, consuntivos o no consuntivos, constituidos sobre ellas, los que no siempre estarán disponibles en los volúmenes suficientes para captar todas las aguas de contacto que se generen en épocas de deshielo y excedencias. Esto es especialmente relevante en aquellas cuencas que han sido declaradas agotadas y en las que los derechos pertenecen a otros usuarios.

3.3.4. Costos de las Soluciones.

Se ha estimado preliminarmente, que la suma de las medidas de carácter preventivo y correctivo que se tendrían que desarrollar para disminuir las concentraciones de sulfatos a niveles del orden de 2.000 ppm en las aguas de contacto de la Corporación, es en términos globales de MUS\$ 190,7 en el caso de la División Andina y de MUS\$218 en el caso de la División El Teniente.

Cabe señalar que aún cuando se implementen las inversiones anteriores, subsistirán las barreras técnicas que impiden abatir el sulfato a niveles inferiores a 2000 ppm mencionadas más arriba, y que se refieren al control de los volúmenes de crecidas

durante las escorrentías máximas en los años de altas precipitaciones y al contenido de sulfato en las aguas tratadas.

4. **NORMATIVA INTERNACIONAL.**

A partir de la información obtenida de la experiencia internacional, se ha observado que en general la normativa de otros países mineros no considera directamente la regulación de descargas, sino que exige el cumplimiento de normas de calidad en los cursos de agua, considerando la dilución del cuerpo receptor.

Los índices de calidad para Canadá y Nueva Zelanda son 300 y 400 mg/l de sulfato respectivamente. Para Sudáfrica existen normas distintas según el uso.

En países como EEUU y los integrantes de la Unión Europea, no se regulan los sulfatos ni desde el punto de vista de las descargas, ni desde el punto de vista de la calidad.

Los parámetros de calidad de agua del cuerpo receptor a cumplir en los distintos países analizados se resumen en la Tabla siguiente, cuyo detalle se puede revisar en el Anexo N°1):

Cuadro N° 8: Límites Norma de Descarga de Sulfatos

País	Norma de Descarga (Sulfato)	Norma de Calidad Sulfato (mg/l)
Unión Europea	No	--
Canadá	No	300
EEUU	No	--
México	Para Metales Pesados	400
Nueva Zelanda	No	400

Fuente: Elaboración Propia

Es relevante destacar que en todos estos países, la estrategia normativa define una norma de calidad para distintos usos, que debe ser cumplida considerando la capacidad de dilución del cuerpo receptor. Asimismo, se puede observar que el sulfato (norma de calidad) está regulado en valores superiores a los considerados en la normativa nacional para riego (250 mg/l).

5. DECRETO SUPREMO N°90/00 COMO MARCO NORMATIVO.

El D.S. N° 90/00 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, contiene una norma de emisión cuyo objetivo es prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos²⁰ que se descargan por una fuente emisora²¹ a un cuerpo de agua receptor²².

A la fecha, la autoridad encargada de la fiscalización de esta norma (Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS) ha señalado que las aguas de contacto mineras constituyen residuos industriales líquidos. En efecto, la SISS invocando sus facultades interpretativas, ha declarado que las aguas de contacto provenientes de la actividad minera, están sujetas al cumplimiento del D.S. N° 90/00, y constituyen residuos líquidos susceptibles de control, fiscalización y eventual sanción.²³

Sin embargo, la misma Superintendencia ha relativizado esta calificación ante una consulta oficial de la Dirección Ejecutiva de CONAMA, en el sentido de considerar que no quedarán afectas al cumplimiento del D.S. N° 90 aquellas descargas provenientes de las denominadas "aguas de contacto" (aguas minas, drenajes ácidos, etc.) que sean de carácter esporádico y que no generen un impacto significativo en la calidad de los cursos receptores, situación que se deberá analizar caso a caso y que deberá ser acreditada por el titular del proyecto respectivo.²⁴

La misma SISS ha declarado que el criterio interpretativo de incluir las aguas de contacto mineras en el ámbito de aplicación del D.S. N° 90/00 no es compartido por el sector minero, el que lo está impugnando con argumentaciones que dejan en evidencia que hay una problemática no suficientemente resuelta por esta norma de emisión, que hace necesario su consideración en los estudios que actualmente se llevan a cabo respecto de ella.²⁵

Los antecedentes anteriores son expresión de que la regulación contenida en el DS. N° 90 no es adecuada ni pertinente a las aguas de contacto. Ello, porque las aguas

²⁰ Residuo líquido: Son aquellas aguas que se descargan desde una fuente emisora a un cuerpo receptor (artículo 3.10 del D.S. N° 90/00).

²¹ Fuente Emisora: Es el establecimiento que descarga residuos líquidos a uno o más cuerpo de agua receptores, como resultado de su proceso, actividad o servicio, con una carga contaminante media diaria o de valor característico superior en uno o más de los parámetros indicados en la tabla establecida en el artículo 3.7. del D.S. N°90.

²² Cuerpo de agua receptor o cuerpo receptor: Es el curso o volumen de agua natural o artificial, marino o continental superficial, que recibe la descarga de residuos líquidos. No se comprenden en esta definición los cuerpos de agua artificiales que contengan, almacenen o traten relaves y/o aguas lluvias o desechos líquidos provenientes de un proceso industrial o minero (artículo 3.4 D.S. N° 90/00).

²³ ORD. N° 1248/06 del 19.06.06 de la SISS.

²⁴ Oficio N° 1833, de 02.06.08, de la Superintendencia de Servicios Sanitarios

²⁵ Ibidem

de contacto no corresponden a “residuos líquidos” en los términos que se definen en el citado decreto, ya que como se ha explicado en los acápite precedentes, las aguas de contacto no se generan en procesos o actividades, sino que tienen un origen natural.

Asimismo, la norma no considera las condiciones extremas producidas por accidentes, deshielos o eventos naturales excepcionales que modifican las escorrentías naturales, entre otras causas, condiciones que son características de las aguas de contacto.

Por lo anterior, la aplicación del DS. N° 90/00 a las aguas de contacto mineras, además de no ser pertinente, genera serios problemas a la minería, porque implica cumplir con una norma pensada para un proceso industrial, con una descarga puntual, y no para aguas de contacto generadas en un proceso natural (lixiviación natural), que drenan siguiendo un patrón no establecido y por ello, espacialmente difuso, con grandes variaciones en su flujo y en los contenidos de elementos disueltos.

Atendida la naturaleza del problema, las soluciones normales aplicadas a las industrias que generan un efluente industrial de descarga puntual, no resultan aplicables ni suficientes para las aguas de contacto, por las siguientes razones principales:

- Los volúmenes a tratar no son controlados, sino que dependen de la hidrología e hidrogeología local (variaciones de escorrentía estacional y anual), con lo que el tamaño de las plantas de tratamiento debe definirse para una probabilidad de excedencia, tal como el diseño antisísmico, de puentes o puertos.
- Las aguas de contacto son de origen natural, con modificaciones en los cursos de agua por alteraciones derivadas de la actividad minera, por lo que los contenidos también son variables dependiendo del proceso de lixiviación natural, y que si bien puede modelarse, sólo permite una estimación de su contenido.

Por otra parte, es importante considerar que la citada normativa no considera el tema de los derechos para el tratamiento de las aguas de contacto y, como se señaló anteriormente, la disponibilidad de derechos de agua consuntivos para la minería, es limitada.

Finalmente, de perseverar este criterio interpretativo, el problema futuro para la minería se agravará debido al incremento en los volúmenes de depósitos de lastre, para el caso de una explotación a Rajo Abierto o el aumento en el área de subsidencia y volumen de roca en el cráter para el caso de una explotación subterránea.

6. PROPOSICIÓN DE MODIFICACIÓN DEL D.S. N°90/00.

Atendidas las razones antes expuestas y para evitar que esta materia quede regulada por meras interpretaciones, se estima necesario que el D.S. N° 90/00 declare expresamente que sus disposiciones no son aplicables a las aguas de contacto mineras.

Al efecto y en consonancia con lo antes expuesto por el Consejo Minero A.G. y la Sociedad Nacional de Minería, SONAMI, mediante carta de 8 de mayo de 2008 incorporada en el expediente de la norma, se propone incorporar en el artículo 2° del D.S. N° 90/00, un inciso segundo del siguiente tenor:

“La presente norma no será aplicable a las denominadas “aguas de contacto”. Para estos efectos, “aguas de contacto” son aquellas aguas superficiales y subterráneas de origen natural que, siendo ajenas al proceso productivo, entran en contacto con instalaciones de faenas mineras debido a su natural escurrimiento superficial, a su alumbramiento en las labores subterráneas y excavaciones en general, o a su precipitación directa sobre dichas instalaciones. A modo ejemplar, sin que la enumeración sea taxativa, dentro del término aguas de contacto se comprenden: los drenajes de depósitos de lastre y estériles; las aguas subterráneas interceptadas por una labor minera -rajo, túneles, galerías, etc.- que afloran en paredes, piso y/o techo; y las aguas de crecida que ingresan a los depósitos de relaves eludiendo las obras de intercepción y desvío de aguas lluvia. Las aguas de contacto serán reguladas por las disposiciones legales y reglamentarias que les fueren aplicables.”

Al respecto y como también ha sido señalado por el Consejo Minero A.G. y SONAMI, se debe recordar que las aguas de contacto mineras han sido abordadas por los proyectos mineros sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, evaluándose en los respectivos estudios o declaraciones de impacto ambiental, el impacto ambiental asociado a su descarga, y proponiéndose medidas de mitigación y control que han sido aprobadas por las autoridades.

Esta evaluación del impacto asociado a la descarga de aguas de contacto mineras, a diferencia de la aplicación forzada de la norma de emisión contenida en el DS. N° 90/00, considera las particularidades del área en la que se encuentra inserta la faena minera de que se trate, tanto en hidrología como en geología, asegurando de esa manera la adecuada protección del medio ambiente.

7. CONCLUSIONES.

- 7.1** El origen de las aguas de contacto mineras obedece a condiciones naturales del proceso de lixiviación de las rocas, que responde a patrones climáticos y a las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas locales.
- 7.2** Las faenas mineras, al intervenir las cuencas naturales, aceleran el proceso de lixiviación natural porque exponen mayor superficie de contacto a las aguas de escurrimiento, provocando un aumento en el volumen de las aguas de contacto.
- 7.3** Los caudales asociados a la generación de aguas de contacto mineras presentan una alta variabilidad, generándose máximos en períodos específicos del año, incluso días y horas específicos, producto de eventos hidrológicos e hidrogeológicos que dificultan el manejo del caudal para su neutralización.
- 7.4** No obstante, Codelco ha efectuado una serie de estudios técnicos tendientes a buscar soluciones para el abatimiento de los sulfatos, presentes en las aguas de contacto. A la fecha no existe una alternativa técnica y económicamente viable en el mundo.
- 7.5** El cuerpo normativo D.S. N° 90/00 no es una regulación adecuada para las aguas de contacto, ya que no considera su origen natural, su descarga difusa, la variabilidad de caudal, la limitante técnica para el abatimiento de los sulfatos y la necesidad de derechos de agua prácticamente de toda la cuenca aportante, en desmedro de otros usuarios de derechos constituidos.
- 7.6** Se considera necesario introducir un inciso segundo al artículo 2 del D.S. N° 90/00, que declare expresamente que las aguas de contacto están excluidas del ámbito de aplicación de dicha regulación, sin perjuicio que su regulación sea abordada en una legislación adecuada al fenómeno, que considere la experiencia internacional y el avance de la tecnología en esta materia.

ANEXO 1

ANTECEDENTES Y NORMATIVA INTERNACIONAL

RESUMEN EJECUTIVO

A partir de la información obtenida de la experiencia internacional sobre la normativa y alternativas de tratamiento de sulfato, en descargas industriales, se ha observado en la literatura que en general la normativa no considera la regulación de descargas directamente, sino el cumplimiento de la norma de calidad de los cursos de agua.

Los índices de calidad para Canadá y Nueva Zelanda son 300 y 400 mg/l de sulfato respectivamente. Para Sud Africa existen normas distintas según el uso.

En países como EE.UU y la comunidad europea no regulan el sulfato desde el punto de vista de la calidad.

Por otra parte, la experiencia internacional respecto de tecnologías de abatimiento de sulfato, indica que si bien existen alternativas técnicas, desde el punto de vista económico no son factibles de implementar para riles mineros de gran caudal.

La mayoría de las tecnologías descritas a nivel internacional no han logrado justificar aun aplicaciones industriales en gran escala. Especialmente no son aplicables para el caso particular de soluciones saturadas en CaSO_4

1. ANÁLISIS DE LA NORMATIVA INTERNACIONAL

1.1. PARÁMETROS DE CALIDAD COMUNIDAD EUROPEA

Para el ámbito de la protección de la calidad del agua el Parlamento Europeo y el Consejo para la Unión Europea, ha establecido una serie de Directivas tendientes a establecer un marco normativo para la regulación de dicho elemento.

Al respecto, destaca la Directiva 2000/60/CE, la cual tiene por objeto, establecer un marco para la protección de las aguas superficiales continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas que:

- a) prevenga todo deterioro adicional y proteja y mejore el estado de los ecosistemas acuáticos y, con respecto a sus necesidades de agua, de los ecosistemas terrestres y humedales directamente dependientes de los ecosistemas acuáticos.
- b) promueva un uso sostenible del agua basado en la protección a largo plazo de los recursos hídricos disponibles.
- c) tenga por objeto una mayor protección y mejora del medio acuático, entre otras formas mediante medidas específicas de reducción progresiva de los vertidos, las emisiones y las pérdidas de sustancias prioritarias, y mediante la interrupción o la supresión gradual de los vertidos, las emisiones y las pérdidas de sustancias peligrosas prioritarias.
- d) garantice la reducción progresiva de la contaminación del agua subterránea y evite nuevas contaminaciones, y
- e) contribuya a paliar los efectos de las inundaciones y sequías

En esta directiva, los estados miembros de la Unión se obligan a definir las hoyas hidrográficas, y dentro de estas a identificar zonas protegidas y las aguas destinadas a la captación para el agua potable, a establecer programas de seguimiento de estado del agua, elaborar planes hidrológicos por cuenca, etc.

Por otra parte, existe la Directiva 98/83/CE, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano, la cual tiene por objeto proteger la salud de las personas de los efectos adversos derivados de cualquier tipo de contaminación de las aguas destinadas al consumo humano garantizando su salubridad y limpieza. Los parámetros a cumplir se presentan en el Cuadro Parte 2 Parámetros Químicos.

También existe la Directiva 91/271/CEE, sobre la recogida, el tratamiento y el vertido de aguas residuales urbanas y el vertido y tratamiento de aguas residuales procedentes de determinados sectores industriales, los parámetros de cumplimiento se presentan en el Cuadro 2.2. Requisitos por los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas.

Cuadro 1.1: Parámetros Químicos, Parte B

Parámetros	Valor Parámetro	Unidad	Notas
Acrilamida	0,10	µg/l	Nota 1
Antimonio	5,00	µg/l	
Arsénico	10	µg/l	
Benceno	1,0	µg/l	
Benzo(a)pireno	0,01	µg/l	
Boro	1,00	mg/l	
Bromato	10,00	µg/l	Nota 2
Cadmio	5,00	µg/l	
Cromo	50,00	µg/l	Nota 3
Cobre	2,0	mg/l	Nota 3
Cianuro	50,00	µg/l	
1,2-dicloroetano	3,0	µg/l	
Epiclorhidrina	0,10	µg/l	Nota 1
Fluoruro	1,50	mg/l	
Plomo	10,00	µg/l	Notas 3 y 4
Mercurio	1,00	µg/l	
Níquel	20,00	µg/l	Nota 3
Nitrato	50,00	mg/l	Nota 5
Nitrito	0,50	mg/l	Nota 5
Plaguicidas	0,10	µg/l	Notas 6 y 7
Total Plaguicidas	0,50	µg/l	Notas 6 y 8
Hidrocarburos policíclicos aromáticos	0,10	µg/l	Suma de concentraciones de compuestos especificados; Nota 9
Selenio	10,00	µg/l	
Tetracloroetano y tricloroetano	10,00	µg/l	Suma de concentraciones de parámetros específicos
Total trihalomeratos	100,00	µg/l	Suma de concentraciones de compuestos especificados; Nota 10
Cloruro de Vinilo	0,50	µg/l	Nota 1

Nota 1: El valor del parámetro se refiere a la concentración monomérica residual en el agua, calculada con arreglo a las características de la migración máxima del polímero correspondiente en contacto con el agua.

Nota 2: Cuando sea posible sin que afecte a la desinfección, los Estados miembros deberán procurar obtener un valor más bajo. Para las aguas a que se refieren las letras a), b) y d) del apartado 1 del artículo 6, el valor se cumplirá, a lo sumo, a los diez años naturales de la fecha de entrada en vigor de la presente Directiva. Para el período comprendido entre el quinto y el décimo año a partir de la entrada en vigor de la presente Directiva, el valor paramétrico de bromato será de 25 µg/l.

Nota 3: El valor se aplica a una muestra de agua destinada al consumo humano, obtenida por un método adecuado de muestreo (1) en el grifo y recogida de modo que sea representativa de un valor medio semanal ingerido por los consumidores. Cuando proceda, los métodos de muestreo y control deberán efectuarse de una forma armonizada, que se establecerá con arreglo al apartado 4 del artículo 7. Los Estados miembros tendrán en cuenta la presencia de valores punta que puedan provocar efectos adversos en la salud humana.

Nota 4: Para las aguas a que se refieren las letras a), b) y d) del apartado 1 del artículo 6, el valor se cumplirá, a lo sumo, a los quince años naturales de la fecha de entrada en vigor de la presente Directiva. Para el período comprendido entre el quinto y el decimoquinto año a partir de la entrada en vigor de la presente Directiva, el valor del parámetro plomo será de 25 µg/l. Los Estados miembros velarán por que se adopten

todas las disposiciones apropiadas a fin de reducir cuanto sea posible la concentración de plomo en las aguas destinadas al consumo humano durante el plazo necesario para cumplir el valor de este parámetro. Al poner en práctica las medidas necesarias para cumplir este valor, los Estados miembros darán progresivamente prioridad a las zonas con máximas concentraciones de plomo en las aguas destinadas al consumo humano.

Nota 5: Los Estados miembros velarán por que a la salida de las instalaciones de tratamiento de aguas se respete la cifra de 0,10 mg/l para los nitritos y se cumpla la condición de que $[\text{nitrato}]/50 + [\text{nitrito}]/3 \# 1$, donde los corchetes significan concentraciones en mg/l para el nitrato (NO₃) y para el nitrito (NO₂).

Nota 6: Por «plaguicidas» se entiende:

- insecticidas orgánicos,
- herbicidas orgánicos,
- fungicidas orgánicos,
- nematocidas orgánicos,
- acaricidas orgánicos,
- alguicidas orgánicos,
- rodenticidas orgánicos,
- molusquicidas orgánicos,
- productos relacionados (entre otros, reguladores de crecimiento) y sus pertinentes metabolitos y
- productos de degradación y reacción.

Sólo es preciso controlar aquellos plaguicidas que sea probable que estén presentes en un suministro dado.

Nota 7: El valor paramétrico se aplica a cada uno de los plaguicidas. En el caso de la aldrina, la dieldrina, el heptacloro y el heptacloropóxido, el valor paramétrico es de 0,030 µg/l.

Nota 8: Por «total plaguicidas» se entiende la suma de todos los plaguicidas detectados y cuantificados en el procedimiento de control.

Nota 9: Los compuestos especificados son:

- benzo(b)fluoranteno
- benzo(k)fluoranteno
- benzo(ghi)perileno
- indeno(1,2,3-cd)pireno

Nota 10: Cuando sea posible sin que afecte a la desinfección, los Estados miembros deberán procurar obtener un valor más bajo. Los compuestos especificados son: cloroformo, bromoformo, dibromoclorometano, bromodichlorometano. Para las aguas a que refieren las letras a), b) y d) del apartado 1 del artículo 6, el valor se cumplirá, a lo sumo, a los diez años naturales de la fecha de entrada en vigor de la presente Directiva. Para el período comprendido entre el quinto y el décimo año a partir de la entrada en vigor de la presente Directiva, el valor paramétrico de THM totales será de 150 µg/l.

Cuadro 1.2: Requisitos por los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción (1)	Método de medida de referencia
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO 5 a 20 °C) sin nitrificación (2)	25 mg/l O ²	70-90 40 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4	Muestra homogeneizada, sin filtrar ni descansar. Determinación del oxígeno disuelto y después de 5 días de incubación a 20 °C ± 1 °C, en completa oscuridad. Aplicación de un inhibidor de la nitrificación.
Demanda química de oxígeno (DQO)	125 mg/l O ²	75	Muestra homogeneizada, sin filtrar ni decantar. Dicromato potásico.
Total de sólidos en suspensión	35 mg/l (3) 35 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4	90 (3) 90 de conformidad con el apartado 4 (más de	- Filtración de una muestra representativa a través de una membrana de filtración de 0,45 micras. Secado a 105 °C

	(más de 10.000 e-h)	10.000 e-h)	y pesaje.
	60 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4 (de 2.000 a 10.000 e-h)	70 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4 (de 2.000 a 10.000 e-h)	- Centrifugación de una muestra representativa (durante 5 minutos como mínimo, con una aceleración media de 2.800 a 3.200 g.), secado a 105 °C y pesaje.

Fuente: Directiva 91/271/CEE

(1) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.

(2) Este parámetro puede sustituirse por otro: carbono orgánico total (COT) o demanda total de oxígeno (DTO), si puede establecerse una correlación entre DBO 5 y el parámetro sustitutivo.

(3) Este requisito es optativo

En relación con los cuadros presentados anteriormente, se observa que el parámetro sulfato, no ha sido considerado para la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.

1.2. PARÁMETROS DE CALIDAD ESTADOS UNIDOS

Bajo la Water Quality Act, los objetivos de calidad de aguas deben ser establecidos por los estados para todos los cuerpos de agua, basándose en los requisitos asociados a los usos designados como prioritarios, condiciones locales, etc. Los requisitos de calidad que deben cumplir con las emisiones establecidas a nivel federal por la EPA, y se basan en las limitaciones de la tecnología de tratamiento asociadas a determinadas fuentes específicas.

La EPA ha generado criterios de calidad del agua para más de un centenar de contaminantes tóxicos prioritarios, recomendando niveles ambientales y guías para el establecimiento de objetivos de calidad que permitan alcanzar las metas de la Water Quality Act.

A modo de ejemplo, en el cuadro siguiente se presentan estándares del reglamento nacional primario de agua potable:

Cuadro 1.3: Estándares del Reglamento Nacional Primario de Agua Potable

Contaminante	MNMC ¹ (mg/l) ⁴	NMC ² o TT ³ (mg/l) ⁴	Posibles efectos sobre la salud por exposición que supere el NMC	Fuentes de contaminación comunes en agua potable
Químicos Inorgánicos				
Antimonio	0.006	0.006	Aumento de colesterol en sangre; descenso de azúcar en sangre (aumento de colesterolhemia; hipoglucemia).	Efluentes de refineries de petróleo; retardadores de fuego; cerámicas; productos electrónicos; soldaduras.
Arsénico	ninguno ⁵	0.05	Lesiones en la piel; trastornos circulatorios; alto riesgo de cáncer.	Erosión de depósitos naturales; agua de escorrentía de huertos; aguas con residuos de fabricación de vidrio y productos electrónicos.
Asbestos (fibras >10)	7 millones	7 MFL	Alto riesgo de desarrollar pólipos intestinales benignos.	Deterioro de cemento amiantado

Contaminante	MNMC ¹ (mg/l) ⁴	NMC ² o TT ³ (mg/l) ⁴	Posibles efectos sobre la salud por exposición que supere el NMC	Fuentes de contaminación comunes en agua potable
micrómetros)	de fibras por litro (MFL)			(fibrocemento) en cañerías principales de agua; erosión de depósitos naturales.
Bario	2	2	Aumento de presión arterial.	Aguas con residuos de perforaciones; efluentes de refinерías de metales; erosión de depósitos naturales.
Berilio	0.004	0.004	Lesiones intestinales.	Efluentes de refinерías de metales y fábricas que emplean carbón; efluentes de industrias eléctricas, aeroespaciales y de defensa.
Cadmio	0.005	0.005	Lesiones renales.	Corrosión de tubos galvanizados; erosión de depósitos naturales; efluentes de refinерías de metales; líquidos de escorrentía de baterías usadas y de pinturas.
Cromo (total)	0.1	0.1	Dermatitis alérgica.	Efluentes de fábricas de acero y papel; erosión de depósitos naturales.
Cobre	1.3	Nivel de acción=1.3; TT ⁶	Exposición a corto plazo: molestias gastrointestinales. Exposición a largo plazo: lesiones hepáticas o renales. Aquellos con enfermedad de Wilson deben consultar a su médico si la cantidad de cobre en el agua superara el nivel de acción.	Corrosión de cañerías en el hogar; erosión de depósitos naturales; percolado de conservantes de madera.
Cianuro (como cianuro libre)	0.2	0.2	Lesiones en sistema nervioso o problemas de tiroides	Efluentes de fábricas de acero y metales; efluentes de fábricas de plásticos y fertilizantes
Flúor	4.0	4.0	Enfermedades óseas (dolor y fragilidad ósea) Los niños podrían sufrir de dientes manchados	Aditivo para agua para tener dientes fuertes; erosión de depósitos naturales; efluentes de fábricas de fertilizantes y de aluminio.
Plomo	cero	Nivel de acción=0.015; TT ⁶	Bebés y niños: retardo en desarrollo físico o mental; los niños podrían sufrir leve déficit de atención y de capacidad de aprendizaje. Adultos: trastornos renales; hipertensión	Corrosión de cañerías en el hogar; erosión de depósitos naturales.
Mercurio (Inorgánico)	0.002	0.002	Lesiones renales	Erosión de depósitos naturales; efluentes de refinерías y fábricas; lixiviados de vertederos y tierras de cultivo.
Nitrato	10	10	Los bebés de menos de seis	Aguas contaminadas por

Contaminante	MNMC ¹ (mg/l) ⁴	NMC ² o TT ³ (mg/l) ⁴	Posibles efectos sobre la salud por exposición que supere el NMC	Fuentes de contaminación comunes en agua potable
(medido como nitrógeno)			meses que tomen agua que contenga mayor concentración de nitratos que el NMC, podrían enfermarse gravemente; si no se los tratara, podrían morir. Entre los síntomas se incluye dificultad respiratoria y síndrome de bebé cianótico (azul).	el uso de fertilizantes; percolado de tanques sépticos y de redes de alcantarillado; erosión de depósitos naturales.
Nitrito (medido como nitrógeno)	1	1	Los bebés de menos de seis meses que tomen agua que contenga mayor concentración de nitritos que el NMC, podrían enfermarse gravemente; si no se los tratara, podrían morir. Entre los síntomas se incluye dificultad respiratoria y síndrome de bebé cianótico (azul).	Aguas contaminadas por el uso de fertilizantes; percolado de tanques sépticos y de redes de alcantarillado; erosión de depósitos naturales.
Selenio	0.05	0.05	Caída del cabello o de las uñas; adormecimiento de dedos de manos y pies; problemas circulatorios.	Efluentes de refineries de petróleo; erosión de depósitos naturales; efluentes de minas.
Talio	0.0005	0.002	Caída del cabello; alteración de la sangre; trastornos renales, intestinales o hepáticos.	Percolado de plantas procesadoras de minerales; efluentes de fábricas de vidrio, productos
Químicos Orgánicos				
Acilamida	cero	TT ⁷	Trastornos sanguíneos o del sistema nervioso; alto riesgo de cáncer.	Se agrega al agua durante el tratamiento de efluentes y de agua de alcantarillado.
Alaclor	cero	0.002	Trastornos oculares, hepáticos, renales o esplénicos; anemia; alto riesgo de cáncer.	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas para cultivos.
Atrazina	0.003	0.003	Trastornos cardiovasculares o del sistema reproductor.	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas para cultivos.
Benceno	cero	0.005	Anemia; trombocitopenia; alto riesgo de cáncer.	Efluentes de fábricas; percolado de tanques de almacenamiento de combustible y de vertederos para residuos.
Benzo(a)pireno	cero	0.0002	Dificultades para la reproducción; alto riesgo de cáncer.	Percolado de revestimiento de tanques de almacenamiento de agua y líneas de distribución.
Carbofurano	0.04	0.04	Trastornos sanguíneos, del sistema nervioso o del sistema reproductor.	Percolado de productos fumigados en cultivos de arroz y alfalfa.
Tetracloruro de carbono	cero	0.005	Trastornos hepáticos; alto riesgo de cáncer.	Efluentes de plantas químicas y de otras actividades industriales.
Clordano	cero	0.002	Trastornos hepáticos o del	Residuos de termiticidas

Contaminante	MNMC ¹ (mg/l) ⁴	NMC ² o TT ³ (mg/l) ⁴	Posibles efectos sobre la salud por exposición que supere el NMC	Fuentes de contaminación comunes en agua potable
			sistema nervioso; alto riesgo de cáncer.	prohibidos.
Clorobenceno	0.1	0.1	Trastornos hepáticos o renales.	Efluentes de plantas químicas y de plantas de fabricación de agroquímicos.
2,4-D	0.07	0.07	Trastornos renales, hepáticos o de la glándula adrenal.	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas para cultivos.
Dalapon	0.2	0.2	Pequeños cambios renales.	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas utilizados en servidumbres de paso.
1,2-Dibromo-3-cloropropano (DBCP)	cero	0.0002	Dificultades para la reproducción; alto riesgo de cáncer.	Aguas contaminadas/percolado de productos fumigados en huertos y en campos de cultivo de soja, algodón y piña (ananá).
o-Diclorobenceno	0.6	0.6	Trastornos hepáticos, renales o circulatorios.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial.
p-Diclorobenceno	0.075	0.075	Anemia; lesiones hepáticas, renales o esplénicas; alteración de la sangre.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial.
1,2-Dicloroetano	cero	0.005	Alto riesgo de cáncer.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial.
1-1-Dicloroetileno	0.007	0.007	Trastornos hepáticos.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial.
cis-1, 2-Dicloroetileno	0.07	0.07	Trastornos hepáticos.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial.
trans-1,2-Dicloroetileno	0.1	0.1	Trastornos hepáticos.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial.
Diclorometano	cero	0.005	Trastornos hepáticos; alto riesgo de cáncer.	Efluentes de plantas químicas y farmacéuticas.
1-2-Dicloropropano	cero	0.005	Alto riesgo de cáncer.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial.
Adipato de di-(2-etilhexilo)	0.4	0.4	Efectos tóxicos generales o dificultades para la reproducción	Efluentes de plantas químicas.
Ftalato de di-(2-etilhexilo)	cero	0.006	Dificultades para la reproducción; trastornos hepáticos; alto riesgo de cáncer	Efluentes de plantas químicas y de fabricación de goma.
Dinoseb	0.007	0.007	Dificultades para la reproducción	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas utilizados en soja y vegetales.
Dioxina (2,3,7,8-TCDD)	cero	0.00000003	Dificultades para la reproducción; alto riesgo de cáncer	

Contaminante	MNMC ¹ (mg/l) ⁴	NMC ² o TT ³ (mg/l) ⁴	Posibles efectos sobre la salud por exposición que supere el NMC	Fuentes de contaminación comunes en agua potable
Diquat	0.02	0.02	Cataratas	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas.
Endotal	0.1	0.1	Trastornos estomacales e intestinales.	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas.
Endrina	0.002	0.002	Trastornos hepáticos.	Residuo de insecticidas prohibidos.
Epiclorohidrina	cero	TT ⁷	Alto riesgo de cáncer y a largo plazo, trastornos estomacales.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial; impurezas de algunos productos químicos usados en el tratamiento de aguas.
Etilbenceno	0.7	0.7	Trastornos hepáticos o renales.	Efluentes de refineries de petróleo.
Dibromuro de etileno	cero	0.00005	Trastornos hepáticos, estomacales, renales o del sistema reproductor; alto riesgo de cáncer.	Efluentes de refineries de petróleo.
Glifosato	0.7	0.7	Trastornos renales; dificultades para la reproducción.	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas.
Heptacloro	cero	0.0004	Lesiones hepáticas; alto riesgo de cáncer	Residuos de termiticidas prohibidos.
Heptaclorepóxido	cero	0.0002	Lesiones hepáticas; alto riesgo de cáncer	Descomposición de heptacloro.
Hexaclorobenceno	cero	0.001	Trastornos hepáticos o renales; dificultades para la reproducción; alto riesgo de cáncer.	Efluentes de refineries de metales y plantas de agroquímicos.
Hexacloro-ciclopentadieno	0.05	0.05	Trastornos renales o estomacales.	Efluentes de plantas químicas.
Lindano	0.0002	0.0002	Trastornos hepáticos o renales.	Aguas contaminadas/percolado de insecticidas usados en ganado, madera, jardines.
Metoxicloro	0.04	0.04	Dificultades para la reproducción.	Aguas contaminadas/percolado de insecticidas usados en frutas, vegetales, alfalfa, ganado.
Oxamil (Vidato)	0.2	0.2	Efectos leves sobre el sistema nervioso.	Aguas contaminadas/percolado de insecticidas usados en manzanas, papas y tomates.
Bifenilos policlorados (PCB)	cero	0.0005	Cambios en la piel; problemas de la glándula timo; inmunodeficiencia; dificultades para la reproducción o problemas en el sistema nervioso; alto riesgo de cáncer.	Agua de escorrentía de vertederos; aguas con residuos químicos.
Pentaclorofenol	cero	0.001	Trastornos hepáticos o renales; alto riesgo de cáncer.	Efluentes de plantas de conservantes para madera.

Contaminante	MNMC ¹ (mg/l) ⁴	NMC ² o TT ³ (mg/l) ⁴	Posibles efectos sobre la salud por exposición que supere el NMC	Fuentes de contaminación comunes en agua potable
Picloram	0.5	0.5	Trastornos hepáticos.	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas.
Simazina	0.004	0.004	Problemas sanguíneos.	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas.
Estireno	0.1	0.1	Trastornos hepáticos, renales o circulatorios.	Efluentes de fábricas de goma y plástico; lixiviados de vertederos.
Tetracloroetileno	cero	0.005	Trastornos hepáticos; alto riesgo de cáncer.	Efluentes de fábricas y empresas de limpieza en seco.
Tolueno	1	1	Trastornos renales, hepáticos o del sistema nervioso.	Efluentes de refinerías de petróleo.
Trihalometanos totales (TTHM)	ninguno ⁵	0.10	Trastornos renales, hepáticos o del sistema nervioso central; alto riesgo de cáncer.	Subproducto de la desinfección de agua potable.
Toxafeno	cero	0.003	Problemas renales, hepáticos o de tiroides; alto riesgo de cáncer.	Aguas contaminadas/percolado de insecticidas usados en algodón y ganado.
2,4,5-TP (Silvex)	0.05	0.05	Trastornos hepáticos.	Residuos de herbicidas prohibidos.
1,2,4-Triclorobenceno	0.07	0.07	Cambios en glándulas adrenales.	Efluentes de fábricas de textiles.
1,1,1- Tricloroetano	0.20	0.2	Problemas circulatorios, hepáticos o del sistema nervioso.	Efluentes de plantas para desgrasar metales y de otros tipos de plantas.
1,1,2- Tricloroetano	3	5	Problemas hepáticos, renales o del sistema inmunológico.	Efluentes de fábricas de productos químicos de uso industrial.
Tricloroetileno	cero	5	Trastornos hepáticos; alto riesgo de cáncer.	Efluentes de plantas para desgrasar metales y de otros tipos de plantas.
Cloruro de vinilo	cero	2	Alto riesgo de cáncer.	Percolado de tuberías de PVC; efluentes de fábricas de plásticos.
Xilenos (total)	10	10	Lesiones del sistema nervioso.	Efluentes de refinerías de petróleo; efluentes de plantas químicas.
Radionucleidos				
Emisores de partículas beta y de fotones.	ninguno ⁵	4 milirems por año (mrem/año)	Alto riesgo de cáncer.	Desintegración radiactiva de depósitos naturales y artificiales de ciertos minerales que son radiactivos y pueden emitir radiación conocida como fotones y radiación beta.
Actividad bruta de partículas alfa	ninguno ⁵	15 picocuries por litro (pCi/l)	Alto riesgo de cáncer.	Erosión de depósitos naturales de ciertos minerales que son radiactivos y pueden emitir radiación conocida como radiación alfa.

Contaminante	MNMC ¹ (mg/l) ⁴	NMC ² o TT ³ (mg/l) ⁴	Posibles efectos sobre la salud por exposición que supere el NMC	Fuentes de contaminación comunes en agua potable
Radio 226 y Radio 228 (combinados)	ninguno ⁵	5 pCi/l	Alto riesgo de cáncer.	Erosión de depósitos naturales.
Microorganismos				
<i>Giardia lamblia</i>	cero	TT ⁸	Trastornos gastrointestinales (diarrea, vómitos, retortijones).	Desechos fecales humanos y de animales.
Conteo de placas de bacterias heterotróficas(HPC)	N/A	TT ⁸	El HPC no tiene efecto sobre la salud; es sólo un método analítico usado para medir la variedad de bacterias comúnmente encontradas en el agua. Cuanto menor sea la concentración de bacterias en el agua potable, mejor mantenido estará el sistema.	Con el HPC se determinan las diversas bacterias que hay en forma natural en el medio ambiente.
<i>Legionella</i>	cero	TT ⁸	Enfermedad de los legionarios, un tipo de neumonía ⁹ .	Presente naturalmente en el agua; se multiplica en los sistemas de calefacción.
Coliformes totales (incluye coliformes fecales y <i>E. coli</i>)	cero	5.0% ¹⁰	Por sí mismos, los coliformes no constituyen una amenaza para la salud; su determinación se usa para indicar si pudiera haber presentes otras bacterias posiblemente nocivas ¹¹ .	Los coliformes se presentan naturalmente en el medio ambiente; los coliformes fecales y la <i>E. coli</i> provienen de heces fecales de humanos y de animales.
Turbidez	N/A	TT ⁸	La turbidez es una medida del enturbiamiento del agua. Se utiliza para indicar la calidad del agua y la eficacia de la filtración (por ejemplo, para determinar si hay presentes organismos que provocan enfermedades). Una alta turbidez suele asociarse a altos niveles de microorganismos causantes de enfermedades, como por ejemplo, virus, parásitos y algunas bacterias. Estos organismos pueden provocar síntomas tales como náuseas, retortijones, diarrea y dolores de cabeza asociadas.	Agua de escorrentía por el terreno.
Virus (entéricos)	cero	TT ⁸	Trastornos gastrointestinales (diarrea, vómitos, retortijones).	Heces fecales de humanos y de animales.

Fuente: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, EPA 815-F-00-007 Abril de 2000

Respecto de la identificación de parámetros presentados en el cuadro anterior, de los estándares indicados, no se hacen indicaciones al sulfato. Cabe señalar que en la normativa de Estados Unidos se tiende a relacionar la calidad de las descargas con los objetivos de calidad planteados, para cada cuerpo de agua, para lo cual se generan políticas, programas, etc.

1.3. PARÁMETROS DE CALIDAD CANADÁ

La normativa canadiense previene la calidad de las aguas superficiales (continentales y marinas) mediante la protección de la vida acuática, cuando desea proteger los niveles de contaminación de las aguas. la toxicidad evaluada utiliza criterios de una fuente de contaminación antes de la mezcla el medio acuático. el compendio de parámetros se agrupan en el documento denominado *critères de qualité de l'eau de surface au québec*¹.

Cuadro 1.4: Niveles de calidad de Agua

Párametro	Unidad	Valor Límite	Observación
Aluminio	mg/l	0,75	No debiese tener un efecto tóxico si el pH se mantiene en 6,5 y 9,0
Arsénico	mg/l	0,34	--
Bario		$e^{[1,0629 (\ln \text{dureza}) + 2,2354]} / 1000$	--
Boro	mg/l	16	--
Cadmio	mg/l	$e^{[1,0166 (\ln \text{dureza}) - 3,924]} / 1000$	--
Cianuro Libres	mg/l	0,022	--
Cobre Total	mg/l	$e^{[0,9422 (\ln \text{dureza}) - 1,700]} / 1000$	--
Cromo Hexavalente	mg/l	0,032	--
Floururo	mg/l	4,0	--
Manganeso	mg/l	$e^{[0,8784 (\ln \text{dureza}) + 4,2889]} / 1000$	--
Mercurio	mg/l	0,0016	--
Molibdeno	mg/l	29	--
Níquel	mg/l	$e^{[0,846 (\ln \text{dureza}) + 2,255]} / 1000$	--
pH	Unidad de pH	5,0 y 9,5	--
Selenio		$1/[(f1/185,9) + (f2/12,82)] / 1000$	Los factores de f1 y f2 representan las concentraciones de selenita y selentao que son las fracciones del selenio total 185,9 ug/l es el criterio de protección de la vida acuática e de la selenita y 12,82 ug/l es del selenato.
Sólidos Suspendidos Totales		25	--
Sulfatos	mg/l	300	--
Tetracloro etáno		0,54	--
Tricloro metano		1,8	--
Xileno		0,82	--
Zinc		$e^{[0,8473 (\ln \text{dureza}) + 0,884]} / 1000$	--

Fuente: Gourvenement du Quebec, Canadá. 2002. [on line] <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm> (Consultado 04 Junio 2008).

Gourvenement du Quebec, Canadá. 2002. [on line] <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm> (Consultado 04 Junio 2008).

Del cuadro anterior se observa que los valores límites consideran a su vez parámetros del cuerpo receptor como dureza, pH, temperatura, etc. No obstante, el valor límite para el componente sulfato es de 300 mg/l, que corresponde a un valor superior, respecto de la N Ch 1.333 que regula la calidad del agua para riego (corresponde a 250 mg/l). Por otra parte, la Tabla N°1 del D.S. N°90, indica un valor límite de 1.000 mg/L.

1.4. PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA NUEVA ZELANDA ²

La propuesta de Nueva Zelanda en torno a la devaluación de parámetros de calidad del agua, especialmente cuando este cuerpo receptor se encuentra asociado especialmente a ríos y lagos. Esta guía se utiliza para monitorear y manejar, para parámetros microbiológicos, físicos y químicos-. Este documento ha sido revisado en el año 2000 por el gobierno de Nueva Zelanda (Ministerio del Medio Ambiente), el documento que respalda estos antecedentes corresponde a *Recreational Water Quality Guidelines*.

Cuadro 1.5: Parámetros de calidad de Agua

Parámetro	Unidad	Límite
Arsénico	ug/l	50
Bario	ug/l	1.000
Boro	ug/l	1.000
Cadmio	ug/l	5
Cromo	ug/l	50
Cianuro	ug/l	100
Mercurio	ug/l	1
Níquel	ug/l	100
Nitrato	ug/l	10.000
Nitrito	ug/l	1.000
Plomo	ug/l	50
Selenio	ug/l	10
Plata	ug/l	50
Aluminio	ug/l	200
Cloruro	ug/l	400.000
Cobre	ug/l	1.000
Hierro	ug/l	300
Manganeso	ug/l	100
pH	ug/l	6,5 a 8,5
Fenólicos	ug/l	2
Sodio	ug/l	300 000
Sulfato	ug/l	400 000
Total de Sólidos Disueltos	ug/l	1.000.000
Zinc	ug/l	5.000

Los parámetros de calidad del agua para Nueva Zelanda, establecen para el Sulfato un valor límite de 400.000 ug/l. Al respecto, la N Ch 1.333 presenta como límite 250 mg/l, valor inferior al establecido en la normativa neozelandesa. Para las descargas La Tabla N°1 del D.S. N°90 indica un valor límite de 1.000 mg/L.

² Ministerio del Medio Ambiente, Nueva Zelanda. 2008. [on line] <<http://www.mfe.govt.nz/issues/water/water-quality.html>> (Consulta Junio del 2008)

1.5. PARÁMETROS DE CALIDAD MÉXICO

La norma oficial Mexicana (NOM-001-ecol-1996), establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales de México. Establece límites de descargas en función del tipo de cuerpo receptor y el uso establecido para éste según la Ley Federal de Desechos.

En el cuadro siguiente se establecen los límites permisibles para metales pesados y cianuro.

Cuadro 1.6: Límites Máximos Permisibles para Metales Pesados y Cianuro

PARÁMETROS (*) (MG/L)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA METALES PESADOS Y CIANUROS																									
	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES						AGUAS COSTERAS						SUELO							
	Uso en riego agrícola (A)		Uso Público urbano (B)		Protección de vida acuática (c)		Uso en riego agrícola (B)		Uso Público urbano (C)		Explotación pesquera Navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		Estuario (B)		Uso en riego agrícola (A)		Humedales naturales (B)							
	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D				
Arsénico	0,2	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	
Cadmio	0,2	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	
Cianuros	1,0	3,0	1,0	2,0	1,0	2,0	3,0	2,0	2,0	3,0	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	2,0
Cobre	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	6,0	4,0	4,0	6,0	1,0	1,5	4,0	4,0	6,0	4,0	4,0	4,0	6,0	6,0	4,0	4,0	4,0	6,0	4,0	6,0
Cromo	1,0	1,5	0,5	1,0	0,5	1,0	1,5	1,0	1,0	1,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0
Mercurio	0,01	0,02	0,005	0,01	0,005	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,005	0,01	0,01	0,01	0,02	0,005	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,01
Níquel	2	4	2	4	2	4	4	2	2	4	2	4	2	4	4	2	4	2	4	4	2	4	2	4	2	4
Plomo	0,5	1	0,2	0,4	0,2	0,4	0,5	1	0,5	1	0,2	0,4	0,5	1	0,2	0,4	0,5	1	0,2	0,4	0,5	1	0,2	0,4	0,5	1
Zinc	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20

Fuente: Norma Oficial Mexicana Nom-001-Semamat-1996

(*) Medidoas de material total.

P.D.= Promedio Diario P.M. = Promedio Mensual N.A.= No es aplicable (A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Reseptor según la ley Federal de Derecho

Modificación A La Norma Oficial Mexicana Nom-127-Ssa1-1994, Salud Ambiental. Agua Para Uso y Consumo Humano. Límites Permisibles de Calidad y Tratamientos a que debe Someterse el Agua para su potabilización.

Contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 3. Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.

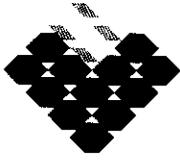
Cuadro 1.7: Tabla 3

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Aluminio	0,20
Arsénico (Nota 2)	0,05
Bario	0,70
Cadmio	0,005
Cianuros (como CN ⁻)	0,07
Cloro residual libre	0,2-1,50
Cloruros (como Cl ⁻)	250,00
Cobre	2,00
Cromo total	0,05
Dureza total (como CaCO ₃)	500,00
Fenoles o compuestos fenólicos	0,3
Fierro	0,30
Fluoruros (como F ⁻)	1,50
Hidrocarburos aromáticos en microgramos/l:	
Benceno	10,00
Etilbenceno	300,00
Tolueno	700,00
Xileno (tres isómeros)	500,00
Manganeso	0,15
Mercurio	0,001
Nitratos (como N)	10,00
Nitritos (como N)	1,00
Nitrógeno amoniacal (como N)	0,50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6,5-8,5
Plaguicidas en microgramos/l:	
Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0,03
Clordano (total de isómeros)	0,20
DDT (total de isómeros)	1,00
Gamma-HCH (lindano)	2,00
Hexaclorobenceno	1,00
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0,03
Metoxicloro	20,00
2,4 - D	30,00
Plomo	0,01
Sodio	200,00
Sólidos disueltos totales	1000,00
Sulfatos (como SO ₄ ⁼)	400,00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0,50
Trihalometanos totales	0,20
Yodo residual libre	0,2-0,5
Zinc	5,00

Nota 1. Los límites permisibles de metales se refieren a su concentración total en el agua, la cual incluye los suspendidos y los disueltos.

Nota 2. El límite permisible para arsénico se ajustará anualmente, de conformidad con la siguiente tabla de cumplimiento gradual:

En relación con los cuadros anteriores, la normativa Mexicana, establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales estableciendo límites de descargas en función del tipo de cuerpo receptor y el uso establecido para éste según la Ley Federal de Desechos. Al respecto, para el parámetro sulfato se indica un valor límite de 400 mg/l, en comparación con la NCh 1333, la normativa chilena presenta un valor límite menor, el cual corresponde a 250 mg/l. Por otra parte, para la Tabla N°1 del D.S. N°90, se observa que el límite de la normativa es de 1000 mg/l.



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

002017

ORD. N° 084164 /

ANT.: Revisión norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Decreto Supremo N°90/2000.

MAT.: Cita a novena reunión del Comité Ampliado.

SANTIAGO, 24 DIC. 2008

DE : HANS WILLUMSEN ALENDE
Jefe Departamento Control de la Contaminación
Comisión Nacional del Medio Ambiente

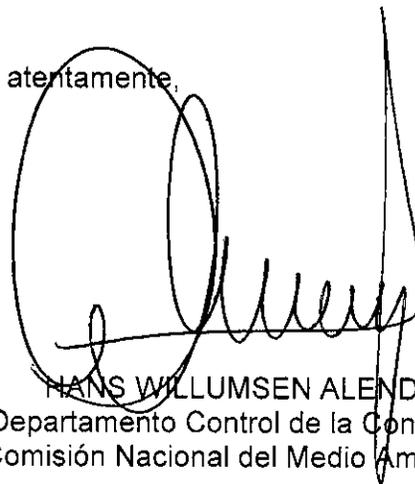
A : SEGÚN DISTRIBUCIÓN

En relación con el proceso de revisión de la "**Norma de emisión para la regulación de los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, Decreto Supremo N°90/2000**", invito a usted a participar de la novena reunión del Comité Ampliado de la norma, la cual se realizará el día lunes 29 de diciembre 2008, desde las 10:30 a 13:00 hrs, en salón de COCHILCO, ubicado en Agustinas N°1161, 4° piso, Santiago.

El objetivo de la reunión es informar el estado de avance respecto a la revisión de la norma.

Agradeceré a usted confirmar su asistencia a la Srta. Claudia Galleguillos C., profesional del Departamento Control de la Contaminación de CONAMA Central, Teléfono: 02-2405706, correo electrónico: cgalleguillos@conama.cl

Sin otro particular, saluda atentamente,



HANS WILLUMSEN ALENDE
Jefe Departamento Control de la Contaminación
Comisión Nacional del Medio Ambiente


G/S/MAH/CC/aat

DISTRIBUCIÓN:

- Sr. Guillermo Pickering De La Fuente, Vicepresidente Ejecutivo ANDESS
- Sr. Juan Eduardo Correa Bulnes, Vicepresidente Ejecutivo CORMA
- Sr. Alfredo Ovalle Rodríguez, Presidente SONAMI
- Sr. Javier Cox, Gerente General Consejo Minero
- Sr. Luis Felipe Moncada A., Gerente ASIPES
- Sr. Andrés Montalva Lavanderos, Gerente ASIPNOR
- Sr. Cristián Fernández, Gerente General APOOCH
- Sr. Rodrigo Infante Varas, Gerente General SALMÓN CHILE
- Sr. Héctor Bacigalupo Falcón, Gerente General Sociedad Nacional de Pesca
- Sr. Marcelo Fuster R., Gerente General ASIMET
- Sr. Ricardo Junge, Gerente ASIQUIM
- Sr. Jaime Dinamarca Garate, Gerente de Operaciones y Medio Ambiente, SOFOFA
- Sr. Aníbal Ariztía R., Gerente General Asociación de Viñas
- Sr. Guillermo González G., Gerente General CHILEALIMENTOS
- Sr. Enrique Figueroa, Presidente FEDELECHE
- Sr. Felipe de La Carrera Del Río, Gerente Asociación Gremial de Productores de Cerdos de Chile
- Sr. Aldo Tamburrino T., Jefe de División de Recursos Hídricos y Medio Ambiente del Dpto. Ingeniería Civil de la Universidad de Chile
- Sr. Bonifacio Fernández L., Jefe Dpto. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Pontificia Universidad Católica de Chile
- Sr. Sergio Lavanchy Merino, Rector Universidad de Concepción.
- Sr. Víctor Cubillos Godoy, Rector Universidad Austral de Chile
- Sr. Alberto Loyola Morales, Rector Universidad de Antofagasta
- Sr. Leopoldo Sánchez Grunert, Director Nacional INIA
- Sr. Rodrigo Pizarro Gariazzo, Director Ejecutivo Fundación Terram
- Sr. Rodrigo Herrera Jenó, Director Ejecutivo Greenpeace Chile
- Sr. Eugenio Figueroa, Director Ejecutivo CENMA
- Sr. Sergio Toro Galleguillo, Director Instituto Nacional de Normalización
- Sr. Alexander Chechilnitzky, Director AIDIS CHILE
- Sr. Jaime Pavez Moreno, Presidente Asociación Chilena de Municipalidades
- Sr. Pedro Navarrete, Programa Bio Río
- Sr. Mario Vásquez, Invertec
- Sr. Francisco Lucero, Invertec
- Sr. Alfonso Vial, Gestión Ambiente Consultores
- Sr. Alex Muñoz Wilson, Vicepresidente, oficina para Sudamérica, Oceana

c.c:

- Archivo Dirección Ejecutiva CONAMA
- División Jurídica, CONAMA
- Archivo Departamento Control de la Contaminación, CONAMA.
- Expediente Norma DS 90



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

002019

ORD. N° 024165 /

ANT.: Revisión norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Decreto Supremo N°90/2000.

MAT.: Cita a próximas reuniones del Comité Operativo.

SANTIAGO, 24 DIC. 2008

DE : HANS WILLUMSEN ALENDE
Jefe Departamento Control de la Contaminación
Comisión Nacional del Medio Ambiente

A : SEGÚN DISTRIBUCIÓN

En relación con el proceso de revisión de la "Norma de emisión para la regulación de los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, Decreto Supremo N°90/2000", invito a usted a participar de las próximas reuniones del Comité Operativo de la norma, las cuales se detallan a continuación:

REUNIÓN	FECHA	HORARIO	LUGAR	TEMAS
17° Reunión Comité Operativo	Martes 13 de enero 2009	10:30 a 13:00 hrs	CONAMA Central, Teatinos N°258, Salón de Reuniones 4° piso.	1. Análisis de parámetros 2. Otros
18° reunión Comité Operativo	Martes 27 de enero 2009	10:30 a 13:00 hrs	CONAMA Central, Teatinos N°258, Salón de Reuniones 4° piso.	1. Análisis de parámetros 2. Otros

Agradeceré a usted confirmar su asistencia a la Srta. Claudia Galleguillos C., profesional del Departamento Control de la Contaminación de CONAMA Central, Teléfono: 02-2405706, correo electrónico: cgalleguillos@conama.cl

Sin otro particular, saluda atentamente,

HANS WILLUMSEN ALENDE
Jefe Departamento Control de la Contaminación
Comisión Nacional del Medio Ambiente

GL/S/MAH/GGC/aaat

DISTRIBUCIÓN:

- Sra. Nancy Cepeda, Encargada de la Unidad de Normas, Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)
- Sra. Mesenia Atenas V., Jefa del Departamento de Conservación y Protección de los recursos Hídricos, Dirección General de Aguas (DGA)
- Sra. Teresa Agüero T., Profesional del Departamento Políticas Agrarias de ODEPA.
- Sr. Christian Cid Monroy, Capitán de Fragata Litoral, Dirección del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR)
- Sr. Fernando Baeriswyl Rada, Jefe División Protección Recursos Naturales Renovables, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)
- Sra. Rossana Brantes Abarca, Profesional de de Dirección de Estudios de la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO)
- Sra. Carolina Ripa, Dpto. Salud Ambiental, Ministerio de Salud (MINSAL)
- Sr. Juan Ladrón de Guevara, Asesor de Medio Ambiente, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- Sr. Leonardo Nuñez M., Jefe de Departamento de Administración Pesquera, Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA).
- Sr. Rodrigo Iglesias A., Secretario Ejecutivo Comisión Nacional de Energía.
- Sr. Cristian Acevedo., Departamento de Acuicultura, Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA).
- Sra. Carmen Rivera Mardones, Profesional EVYSA, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)
- Sr. Miguel Stutzin, Jefe Departamento RRNN, CONAMA Central.

c.c:

- Dirección Ejecutiva CONAMA
- Archivo Departamento Control de la Contaminación, CONAMA.
- Expediente Norma DS 90



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

ORD. N°

024166 /

002021

ANT.: Revisión norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Decreto Supremo N°90/2000.

MAT.: Cita a Reunión Extraordinaria del Comité Operativo.

SANTIAGO, 24 DIC. 2008

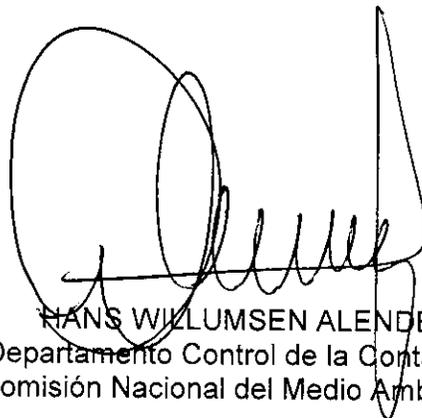
DE : HANS WILLUMSEN ALENDE
Jefe Departamento Control de la Contaminación
Comisión Nacional del Medio Ambiente

A : SEGÚN DISTRIBUCIÓN

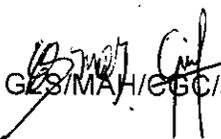
En relación con el proceso de revisión de la "Norma de emisión para la regulación de los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, Decreto Supremo N°90/2000", invito a usted a participar de la reunión del Comité Operativo de la norma, para tratar el tema de estuarios y otros, el día 06 de enero 2009, desde las 10:30 a las 13:00 hrs., en CONAMA Central, Teatinos N°258, Salón de Reuniones 4° piso.

Agradeceré a usted confirmar su asistencia a la Srta. Claudia Galleguillos C., profesional del Departamento Control de la Contaminación de CONAMA Central, Teléfono: 02-2405706, correo electrónico: cgallequillos@conama.cl

Sin otro particular, saluda atentamente,



HANS WILLUMSEN ALENDE
Jefe Departamento Control de la Contaminación
Comisión Nacional del Medio Ambiente


GLS/MAH/CGC/aat

DISTRIBUCIÓN:

- Sra. Nancy Cepeda, Encargada de la Unidad de Normas, Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)
- Sra. Mesenia Atenas V., Jefa del Departamento de Conservación y Protección de los recursos Hídricos, Dirección General de Aguas (DGA)
- Sra. Teresa Agüero T., Profesional del Departamento Políticas Agrarias de ODEPA.
- Sr. Christian Cid Monroy, Capitán de Fragata Litoral, Dirección del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR)
- Sr. Fernando Baeriswyl Rada, Jefe División Protección Recursos Naturales Renovables, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)
- Sra. Rossana Brantes Abarca, Profesional de de Dirección de Estudios de la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO)
- Sra. Carolina Ripa, Dpto. Salud Ambiental, Ministerio de Salud (MINSAL)
- Sr. Juan Ladrón de Guevara, Asesor de Medio Ambiente, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- Sr. Leonardo Nuñez M., Jefe de Departamento de Administración Pesquera, Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA).
- Sr. Rodrigo Iglesias A., Secretario Ejecutivo Comisión Nacional de Energía.
- Sr. Cristian Acevedo, Departamento de Acuicultura, Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA).
- Sra. Carmen Rivera Mardones, Profesional EVYSA, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)
- Sr. Miguel Stutzin, Jefe Departamento RRNN, CONAMA Central.

c.c:

- Dirección Ejecutiva CONAMA
- Archivo Departamento Control de la Contaminación, CONAMA.
- Expediente Norma DS 90

**9° Reunión Comité Ampliado
“Proceso de Revisión DS 90”**

Fecha : Lunes, 29 de diciembre 2008

Lugar : Salón COCHILCO

Hora : 10:30 a 13:00 hrs

DOCUMENTOS DE REUNIÓN

N°	CONTENIDO
1	Tabla de Reunión
2	Acta de reunión aprobada
3	Presentación realizada por INGESA
3	Lista de asistencia

Dirección Ejecutiva
Departamento de Control de la Contaminación
Área Control de la Contaminación Hídrica

9° Reunión Comité Ampliado
“Revisión DS 90”

Fecha : Lunes 29 de diciembre 2008
Lugar : Salón COCHILCO
Hora : 10:30 a 13:00 hrs

TABLA DE REUNIÓN

HORA	CONTENIDO	RESPONSABLE
10:00	Bienvenida	Mariela Arévalo
10:10	Lectura acuerdos reunión anterior	Claudia Galleguillos
10:30	Presentación fundamentos para incluir el Cloro Libre Residual en la norma	INGESA- Sr. Jorge Castillo
11:30	Informar reunión “Temas Marinos”	Claudia Galleguillos
12:00	Otros	Mariela Arévalo
12:50	Acuerdos	Mariela Arévalo

002025

**ACTA REUNIÓN
9° REUNIÓN COMITÉ AMPLIADO
PROCESO DE REVISIÓN DS 90/00**

Tema: COMITÉ AMPLIADO, PROCESO DE REVISIÓN DS 90/00**Fecha:** 29 diciembre 2008**Lugar:** SALÓN COCHILCO, PISO 4**Horario:** 10:30 hrs a las 13:00 hrs.

LISTA DE ASISTENCIA		
NOMBRE	INSTITUCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO
Patricia Matus	CENMA	pmatus@cenma.cl
Gladys Vidal	Universidad de Concepción	glvidal@udec.cl
Elizabeth Echeverría	AIDIS	eecheverria@aidis.cl
Raúl Donoso Z.	ANDESS	rdonoso@esval.cl
Carlos Descourvieres	CHILEALIMENTOS	cdescourvieres@chilealimentos.com
Jaime Dinamarca	SOFOFA	jdinamarca@sofofa.cl
Mariana Portaluppi	DICTUC S.A.. Laboratorio de análisis de aguas y riles	mportaluppi@dictuc.cl
Pablo Galarce E.	Gestión Ambiente Consultores	pgalarce@gac.cl
Cristian Quilodrán	Chilealimentos	cquilodran@gmail.com
José Cañon	ASIPNOR	icanon@corpesca.cl
Julio de la Fuente	CORMA	jdelafuente@papeles.cmpc.cl
Pedro Navarrete	CORMA	pnavarrete@cmpc.cl
Yorka Retamal (reemplazo)	ASPROCER	yorka.retamal@poch.cl
Marianne Hermanns	ASIPES	mhermanns@entelchile.net
Miguel Osses	CORMA	mosses@arauco.cl
Sergio Barrientos	ASIQUM	sbarrientos@asiquim.cl
Ivonne Etchepare R.	APOCH	mundoostion@entelchile.net
Patricio Herrada	ANDESS	pherrada@andess.cl
Jorge Castillo	INGESA	castillo@netline.cl
Mariela Arevalo	CONAMA Central	marevalo@conama.cl
Claudia Galleguillos	CONAMA Central	cgalleguillos@conama.cl

INASISTENTES
SONAMI
Consejo Minero
Salmón Chile
Sociedad Nacional de Pesca
ASIMET
Asociación de Viñas
Universidad Austral de Chile
INIA
Fundación TERRAM
Greenpeace
INN
Asociación Chilena de Municipalidades
FEDELECHE
Bio Rio - Essbio

TABLA DE LA REUNION:

- Bienvenida
- Lectura acuerdos reunión del 28.11.08
- Presentación estudio "Antecedentes de la desinfección con cloro de los residuos líquidos con plantas de matanza y proceso de salmónidos y sus efectos en formación y evolución de compuestos organoclorados"
- Informar reunión "Temas Marinos"
- Otros
- Acuerdos y cierre

FECHA PRÓXIMA REUNIÓN COMITÉ OPERATIVO:
VIERNES 27 DE MARZO 2009, ENTRE LAS 10:30 A 13:00 HRS

TEMAS TRATADOS

Se da por iniciada la reunión, dando el paso a la Tabla antes mencionada:

1.- Lectura acuerdos reunión del 28.11.08

- CONAMA: Se compromete a enviar confirmación de documentación recibida por Internet. Respecto a este compromiso, se reitera que la información recibida por correo electrónico, CONAMA remitirá una confirmación al respecto. En caso de no recibir la mencionada confirmación, se solicita remitir el documento nuevamente.

- CONAMA: Enviará el ORD. N°1259 de la SISS.

CONAMA envió el mencionado documento por correo electrónico el lunes 01.12.08, sin embargo, varios miembros de Comité Ampliado mencionan que no han recibido la documentación. El compromiso de CONAMA es volver a enviar la información.

- CONAMA: Enviará nueva propuesta de caudal de dilución al Comité Ampliado.

CONAMA envió el mencionado documento por correo electrónico el lunes 01.12.08, sin embargo, varios miembros de Comité Ampliado mencionan que no han recibido la documentación. El compromiso de CONAMA es volver a enviar la información.

- CONAMA: Gestionará presentación del consultor INGESA, quién realizó el Estudio "Antecedentes de la desinfección con cloro de los residuos líquidos de plantas de matanza y proceso de salmónidos y sus efectos en formación y evolución de compuestos organoclorados". Dicho estudio fue un insumo en la discusión del Comité Operativo para incluir el parámetro Cloro Libre Residual (CLR), considerando que un ril que contenga el CLR, es un riesgo potencial para la formación de compuestos organoclorados.

La consultoría realizada por INGESA se presentará el día de hoy.

- CONAMA: Se compromete a evaluar jurídicamente propuesta de eliminar el concepto "Contaminante" de la norma.

CONAMA menciona que es un tema que está en evaluación jurídica.

- COMITÉ AMPLIADO: Enviará a CONAMA Observaciones a nueva propuesta de caudal de dilución, NTK y P Total, Cloro Libre Residual y justificación para cambiar el concepto "Contaminantes", antes del 04.12.08

Se recibieron observaciones del Comité Ampliado, en la fecha estipulada.

2.- Presentación estudio INGESA "Antecedentes de la desinfección con cloro de los residuos líquidos de plantas de matanza y proceso de salmónidos y sus efectos en formación y evolución de compuestos organoclorados"

- INGESA: Realiza presentación del estudio mencionado, donde se puede destacar, a fin del tema que interesa a la norma, que los bromuros tienen una alta presencia en el mar y al contacto con el cloro, puede reaccionar y formar bromoformo, el cual es altamente peligroso. Los trihalometanos poseen un potencial cancerígeno o mutagénico, sin embargo, poseen una toxicidad más baja que el cloro. El Cloroformo se forma en aguas dulces y el bromoformo en aguas marinas.

- ANDESS: Expresa que no se mostró en la presentación, gráfica del Cloro Libre Residual y no se hicieron estudios específicos respecto a como afecta este tema en otros rubros.

- INGESA: Responde a ANDESS que claramente se muestra que si se descarga Cloro Libre Residual al mar, se formará bromoformo, independiente del rubro referido.

- CORMA: Pregunta por que se consideró 1 mg/l para la modelación y ¿Es necesario normar los AOX?
- INGESA: Responde a CORMA que el valor de 1 mg/l es por que fue el máximo valor obtenido y quiere decir que incluso utilizando mayores valores de descarga, se obtienen valores bajo lo exigido por la EPA.
- ASIPNOR: Menciona que el estudio está focalizado en la X y XI región y no corresponde aplicarlo a una norma nacional. El DS 90 no debe tomar casos específicos para normar, ya que lo que ocurre en el sur del país es muy distinto al norte.
-
- ANDESS: Menciona que los triclorometano en las sanitarias, están muy por debajo de lo que plantea la actual norma del DS 90. La mayor parte de las sanitarias no hacen decoloración, pero salen con valores menores a 0,5 mg/l. No resulta sostenible aplicar esto a todo el país, sin tener los reales efectos que tenemos en la actualidad.
- CENMA: Aclara que no solo las industrias de salomones eliminan cloro, sino que existen otras empresas que utilizan el cloro intensivamente, por lo tanto, es un error mencionar que el problema del Cloro Libre residual es un tema puntual.
- ASIPES: Menciona que se debe considerar evaluar el impacto del cloro libre residual, así como los valores de este parámetro al aplicar cloración en los diversos procesos.
- AIDIS: Menciona que si se va a regular el Cloro Libre Residual, debe tener un sentido regularlo y este puede ser por la toxicidad propia del cloro, no por la formación de los órganos clorados. Probablemente, se debe considerar la dosis de cloro combinado y no el CLR. Es un tema que falta mucho por estudiar y cree que no estamos preparados para incluir este parámetro en la norma.
- U. CONCEPCIÓN: Consulta si en el Estudio presentado se trabajó con la DQO. ¿Con que peso molecular se trabajó para hablar de volatilización?. Cuando se habla de toxicidad, ¿a que se refiere?.
- INGESA: Responde a la Universidad de Concepción que se refería específicamente al peso molecular del triclorometano y no al ril completo. La toxicidad es puntual y crónica.
- U. CONCEPCIÓN: Resalta que estos compuestos tienen larga vida, sobretodo los AOX. Los efectos que están en el ecosistema, finalmente afectan también al hombre. Considera que el AOX es más importante de normar que el compuesto específico.
- APOOCH: Insiste en dos puntos que se plantearon hace 1 año atrás, donde se requiere una norma de emisión específica para ciertas actividades productivas. Falta información respecto a las aguas marinas en áreas acuicultura y manejo. Este sistema de aplicar una norma única y a todos por igual, ha traído problemas de competitividad en las empresas por los altos costos asociados a ello.
- SOFOFA: Considera que la decisión de integrar el Cloro Libre Residual no tienen justificación y fundamentos claros para ser aplicado en todo el país. No es una crítica al estudio presentado por INGESA, sino que es una crítica al regulador que toma decisiones sin tener los estudios necesarios. No ve justificación para incluir este parámetro en la norma.
- ACUERDO COMITÉ AMPLIADO: CONAMA recibirá información, comentarios y observaciones respecto al Cloro Libre Residual, hasta el 10.01.09

3.- Información "Temas Marinos"

- CONAMA: Informa que se sostuvo una reunión con un grupo pequeño del Comité Ampliado, específicamente los representantes de ASIPES, ASIPNOR, APOOCH y Salmón Chile y los servicios competentes del Comité Operativo: DIRECTEMAR, SERNAPECA, SUBPECA, EVYSA CONAMA y RRNN CONAMA.

a) Artefacto naval

- CONAMA: Informa que se ha considerado en la norma incluir los artefactos navales que permanecen fijos y emiten residuos líquidos al mar. Se explica el problema específico que ha expuesto APOOCH, respecto a que ellos usan las aguas marinas para mantener la vida de los organismos hidrobiológicos y se devuelve al mar en las mismas condiciones.
- SOFOFA: Menciona que en este caso no hay aporte de contaminantes y no se debe calificar como fuente emisora. Para ello, debe considerarse el contenido natural. Sin embargo se debe demostrar a la autoridad que no son fuente emisora.
- APOOCH: Manifiesta que igual los obliga a demostrar que no son fuente emisora. Expresan que uno de los problemas es que la norma sólo especifica los residuos líquidos y no se define que es RIL. Probablemente, si se considera este concepto, se darán claridades de los procesos que deben someterse a la norma.
- SOFOFA: Considera que se debe especificar que significa RIL en la norma.
- CORMA: Solicita se considere al grupo mar para asistir a estas reuniones en el futuro.
- CONAMA: Explica que el Comité Operativo está a la espera de las propuestas que realizarán SERNAPECA- DIRECTEMAR y SUBPECA al respecto.
- COMITÉ AMPLIADO: Sin acuerdos.

b) Cloruros en tabla FE

- CONAMA: Informa que el problema expuesto por APOOCH, respecto a calificar como fuente emisora por sobrepasar los cloruros por el uso de agua de mar, encuentra la solución con el nuevo párrafo que incluye la norma: "Para la calificación de Fuente Emisora, sólo se considerarán los parámetros regulados en la tabla que corresponda al cuerpo receptor que recibirá la descarga", ya que en las tablas 4 y 5 no se consideran los cloruros.
- COMITÉ AMPLIADO: Sin comentarios al respecto. Se presume acuerdo en la propuesta.

c) Coliformes Fecales en presencia de áreas aptas para la acuicultura y áreas de manejo.

- CONAMA: Informa que se ha recibido la solicitud por parte de APOOCH, de bajar los límites de la tabla 4, para los coliformes fecales de 70 NMP a 43 NMP, debido a que los mercados internacionales exigen que la calidad de las aguas de cultivos de productos del mar, para su consumo crudo, no debe sobrepasar 14 NMP de Coliformes Fecales. Asimismo, se informa que el Comité Operativo no ha considerado cambiar estos límites, ya que se trata de una norma de emisión y no de calidad. Se recomienda buscar otros instrumentos que puedan aportar en este fin, tales como zonificación del borde costero, convenios DIRECTEMAR y SUBPECA, normas secundarias, entre otros.
- COMITÉ AMPLIADO: Se acuerda no modificar el límite de los Coliformes Fecales en Tabla

4, debido a que estamos hablando de una norma de emisión y no calidad.

d) Cambio en los límites de T5, a los 10 años de vigencia de la norma.

- CONAMA: Informa que se ha revisado el expediente del DS 90, donde se encontraron los siguientes antecedentes respecto al cambio de los parámetros aceites y grasas, sólidos sedimentables y sólidos suspendidos, al cabo de 10 años de vigencia del DS 90.
 1. Durante todo el proceso de elaboración de la norma, se mantuvieron los mismos parámetros que en el decreto vigente figuran para el cumplimiento a los 10 años. El cambio de estos parámetros se realizó al final del proceso, debido al envío en bloque de cartas por parte del sector pesquero, exponiendo su punto de vista respecto a estos parámetros, con lo cual se toma la decisión en el consejo de ministros de dar el plazo de 10 años para el cumplimiento de estos valores. Esto se puede confirmar en la "minuta de cambios a incorporar por el Consejo Directivo a la norma de descarga de residuos líquidos a cuerpos superficiales" (expediente DS 90, fojas 1853)
 2. DIRECTEMAR en el DGTM Y MM. ORD. N°12600/951/CONAMA, de mayo 1998, da respuesta a las solicitudes del sector pesquero y justifica ambientalmente los valores en los parámetros. Sin embargo, menciona que pueden subirse los valores de los parámetros, previo consenso de SISS, SUBPESCA, CONAMA, entre otros.
 3. SUBPESCA en ORD N°398, del 15 de mayo 1998, expone sus argumentos técnicos y ambientales para no subir los parámetros en discusión.
- ASIPNOR: Solicita que en base a la cantidad de estudios realizados por la DIRECTEMAR, se entreguen los resultados de monitoreos a nivel país.
- SOFOFA: Menciona que hicieron llegar antecedentes hace 10 años para mantener los valores vigentes y no bajarlos, dado que no se trata de una norma de calidad. No hay justificación ambiental ni antecedentes de problemas con los parámetros existentes.
- ASIPEP: Indica que las empresas sólo llevan operando 2 años con el DS 90 y están próximos a cumplir los 10 años de vigencia de la norma.
- ASIPNOR: Indica que se entiende que el proceso de revisión de la norma es ver como ha estado funcionado hasta el momento y sus impactos.
- ANDESS: Menciona que tienen antecedentes y estudios respecto al impacto de estos tres parámetros fuera de la ZPL, los cuales indican que bajar de 700 a 300 no tienen implicancias ambientales. Pone a disposición estos estudios.
- CENMA: Indica que el Consejo de Ministros tomo la determinación de dar holgura a la norma a petición del sector pesquero. Las revisiones de la normativa en Chile son formales, no es por que se plantee para mejorar lo que hay.
- SOFOFA: Menciona que el tema de fondo es que se debe contar con los estudios que fundamenten la necesidad ambiental de bajar estos parámetros. Insiste en que esto es competencia de la norma de calidad, pero no se pretende normar calidad fuera de la ZPL.
- CENMA: Indica que se debe mejorar la regulación estableciendo los criterios para la revisión. Cuando se dictó el DS90, el criterio que prima es un "Límite de esencia", o sea que previene y disminuye las emisiones a cuerpos de agua, por lo tanto es una norma preventiva.

- APOOCH: Menciona que es necesario revisar la norma para reconstruir el carácter basal del impacto que ésta ha tenido, por lo tanto, su revisión debe estar orientada a eso.
- ASIPES: Indica que no tiene por que estar explicito la revisión de la norma, ya que se entiende que se revisa para mejorarla y adecuarla.
- ASIPNOR: Menciona que el problema fundamental es el monitoreo ambiental que se entrega a la autoridad competente, los cuales no son analizados y se guardan.
- CONAMA: Recuerda que el actual DS90 considera bajar estos parámetros a los 10 años, los cuales cuentan con los fundamentos de DIRECTEMAR, SUBPESCA y otros. Por lo tanto, son los privados quienes deben justificar la solicitud de mantener estos parámetros. Los plazos para la entrega de estos estudios son marzo 2009.
- APOOCH: No considera valido tener que presentar un estudio de representatividad nacional, ya que los datos los mantiene DIRECTEMAR y no es posible obtener estos antecedentes para que los privados hagan estos estudios.
- COMITÉ AMPLIADO: No hay acuerdos al respecto.

OTROS:

- CONAMA: Recuerda que los comentarios, observaciones y antecedentes que haga llegar el Comité Ampliado, deben estar acorde a los temas que se están trabajando, según CALENDARIO DE ACTIVIDADES presentado en el mes de octubre 2008.

ACUERDOS ADOPTADOS:

- 1. Comité Ampliado enviará a CONAMA información, comentarios y observaciones respecto al Cloro Libre Residual, hasta el 10.01.09**
- 2. CONAMA presentará en reunión de enero 2009, antecedentes de cómo se desarrollara la consultoría realizada por el empresa Kristal, que ira analizando, desde el punto de vista de los costos, los acuerdos del C. operativo del DS 90..**
- 3. CONAMA: menciona que convocará a representantes del Comité Ampliado, para analizar algunos parámetros que comenzarán a tratarse durante los próximos meses.**



Antecedentes de la desinfección con cloro de los residuos líquidos de plantas de matanza y proceso de salmónidos y sus efectos en formación y evolución de compuestos organoclorados

Informe final

Introducción

- Virus ISA (Infectious Salmon Anemia) apareció en Noruega en 1984
- En Chile en julio de 2007
- No presentaría riesgos para la salud humana
No hay antecedentes de virus de peces que afecten salud humana
Requiere de temperaturas inferiores a 25° C para replicarse (Falk *et al*, 1997)
- Diversas alternativas de control
 - Aislamiento de centros
 - Depoblación y renovación de la población
 - Vacunación
 - Desinfección

Alternativas de desinfección



- ozono
- radiación ultravioleta
- ácido fórmico
- soda
- ácido peracético
- cloro

Objetivos generales



Identificar medidas de prevención y/o control de los impactos en los cuerpos de agua marino y continentales superficiales, por presencia de compuestos órgano clorados en los residuos líquidos de plantas de matanza y proceso de salmónidos.

Objetivos Específicos

- +
- Caracterizar los residuos líquidos propios de plantas de matanza y proceso
- Estimar y caracterizar la formación de compuestos organoclorados en los residuos líquidos
- Estimar y caracterizar la formación y evolución de compuestos organoclorados en los cuerpos receptores
- Identificar medidas de control tendientes a prevenir impactos adversos de las descargas

Metodología

- +
- Revisión bibliográfica
- Caracterización de los residuos líquidos
- Estimación y caracterización de la formación de compuestos organoclorados en los residuos líquidos
- Estimación y caracterización de la formación y evolución de compuestos organoclorados en cuerpos receptores
- Identificación de las medidas de control para prevenir impactos adversos

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE



Conclusiones generales:

- Relación materia orgánica + cloro= organoclorados no es automática
- Reacción asociada a presencia de sustancias húmicas y fúlvicas
- Probabilidad de formación de compuestos organoclorados es mayor en el agua potable
- Formación de bromoformo en agua de mar (Alonier et al)

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE



Ventajas del dióxido de cloro

- Baja reactividad con materia orgánica
- Baja formación de compuestos organoclorados

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE



Toxicidad de los compuestos orgánicos halogenados (Abarnou y Miossec)

- Elevada solubilidad, bajo punto de ebullición y elevada presión de vapor
- Toxicidad aguda inferior a la del cloro en del orden de 30 veces

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE



Capacidad de bioacumulación (Abarnou y Miossec)

- $\text{Log } K_{ow} = 2-2,4 < 5$
 K_{ow} = solubilidad en octano/solubilidad en agua (coeficiente de partición octano-agua)

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE

+ Tasa de decaimiento (Dilling et al, Mutsumura)

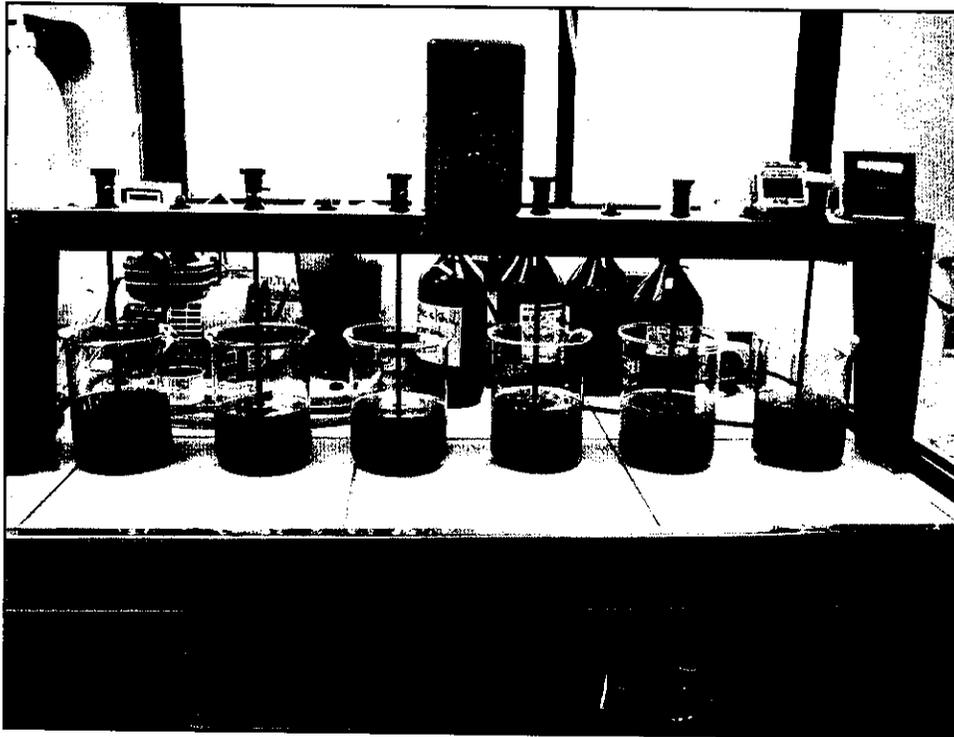
- Reacciones de oxidación, reducción, fotólisis o hidrólisis representan un factor de poca importancia (vidas medias de 6 a 8 meses, equivalentes a $K=0,0013$ a $0,004$ 1/día)
- Lenta biodegradación
- Volatilización es importante (vida media del orden de 30 minutos, equivalente a $K = 35$ 1/día)

Trabajo de terreno

- +
- Visita a tres plantas, una de procesamiento y dos de matanza
 - Toma de muestras
 - Pruebas de desinfección con hipoclorito de sodio y dióxido de cloro

Calidad de las aguas residuales

Parámetros	Planta procesadora	Planta de matanza	DS 90 (fuera ZPL)	DS 609
DBO ₅ (mg/l)	2.656	57	-	300
pH	6.29	6.02	-	-
Temperatura (°C)	10,2	10,2	-	-
Sólidos Suspendedos (mg/l)	1.240	2	700	300
Sólidos Sedimentables (ml/l)	7	<0,2	50	20
Aceites y Grasa (mg/l)	74	<5	350	150
Cloro libre residual (mg/l)	<0,05	<0,05	-	-
Conductividad (µS/cm a 25°)	12.960	27.600	-	-
Coliformes Fecales (mg/l)	185	<2	-	-
NTK (mg/l N)	290	4,7	-	-
NH ₄ (mg/l N)	22,1	0,11	-	80
Fósforo (mg/l P)	21,5	<0,5	-	10





Pruebas con hipoclorito de sodio

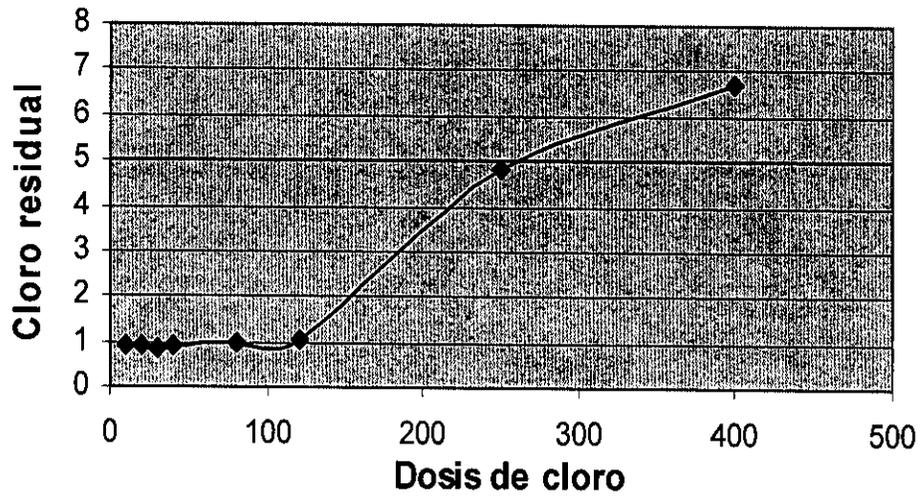
Norma Técnica de SERNAPESCA

(Resolución Número 1.882 de 18 de julio de 2008, publicada en el DO con fecha 29.07.2008)

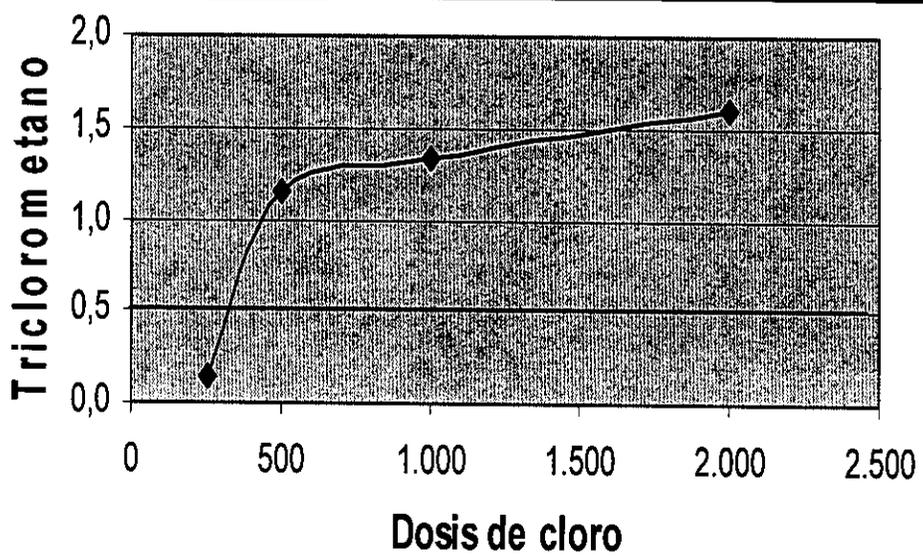


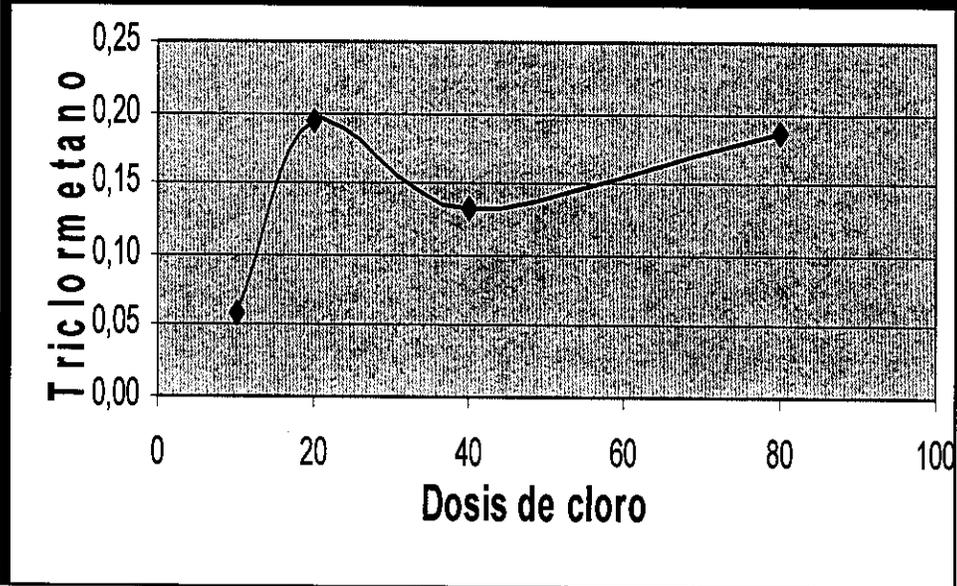
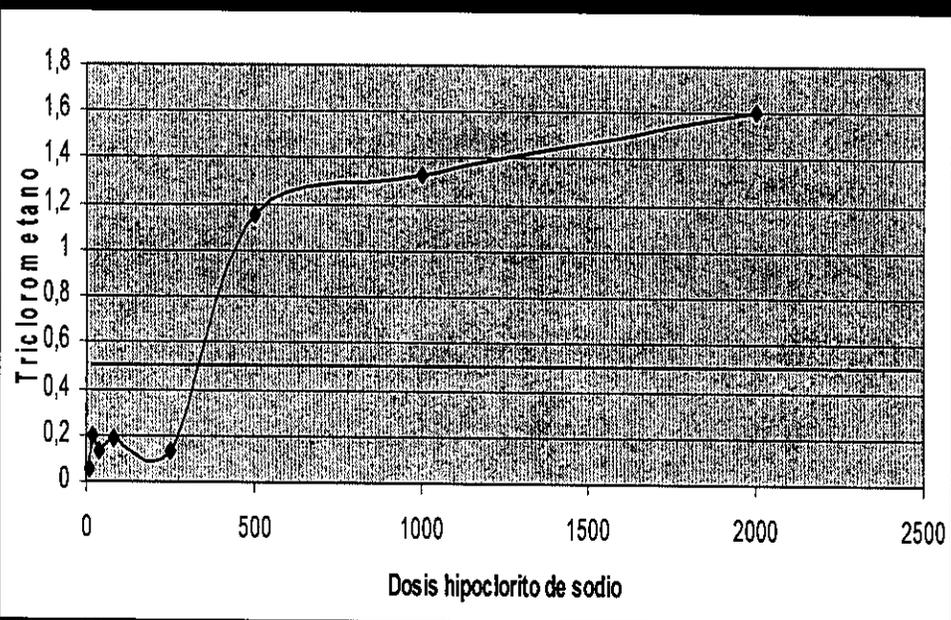
- Adición de hipoclorito de sodio debe ser tal que, después de un tiempo de contacto de 25 minutos, quede un residual de al menos 5 mg/l
- Adición de dióxido de cloro debe ser de al menos 100 mg/l, con un tiempo de contacto de 5 minutos y un residual, después de este tiempo, de al menos 0,8 mg/l. Además requiere que la concentración de sólidos suspendidos sea inferior a 200 mg/l

Curva de demanda de cloro de la muestra de planta de proceso



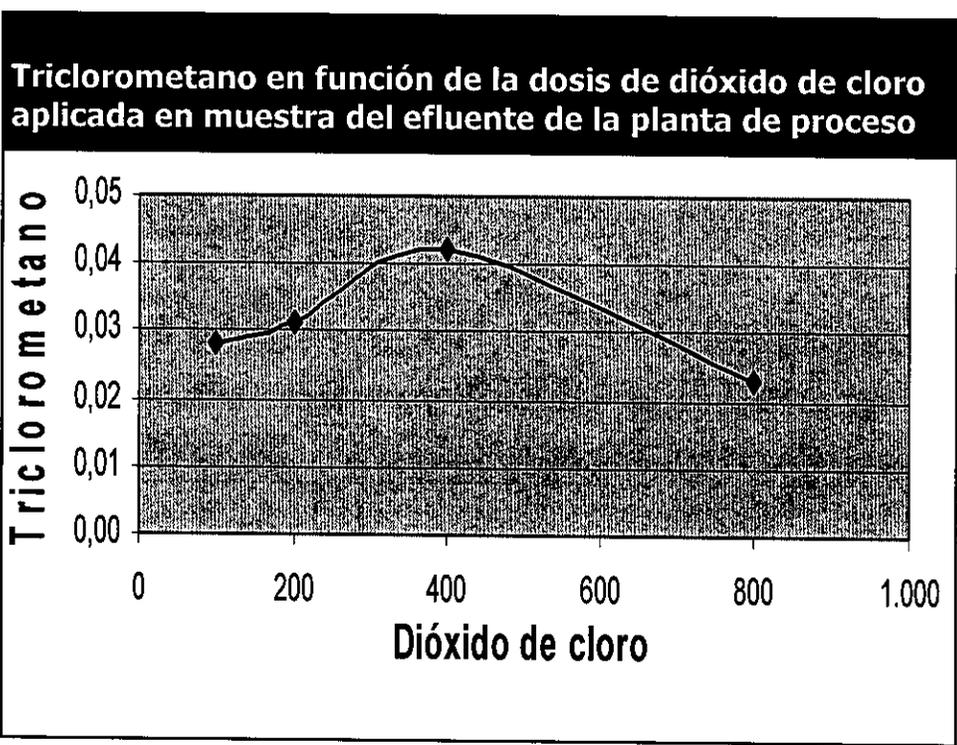
Triclorometano en función de la dosis de cloro. Muestra del efluente de la planta procesadora



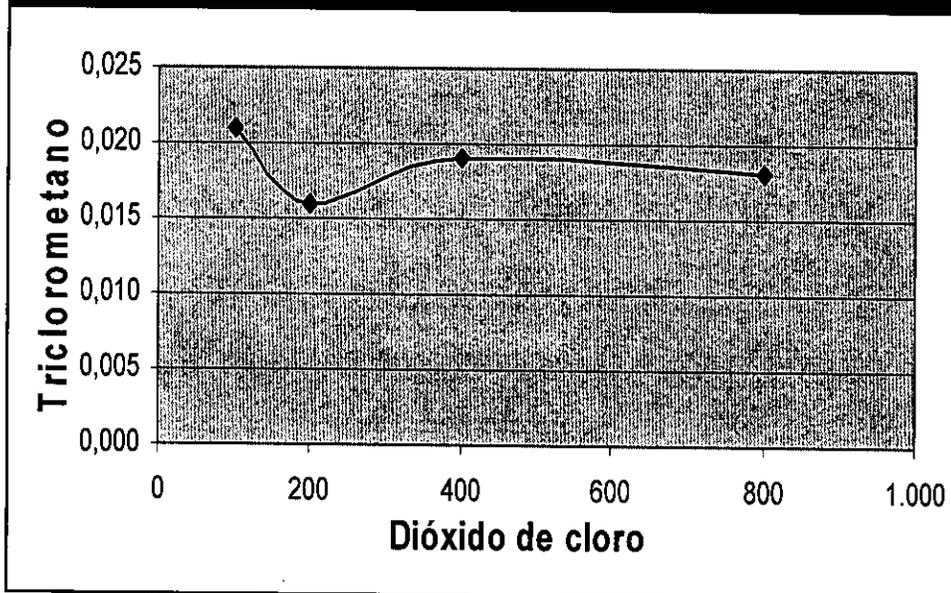
Triclorometano en función de la dosis de hipoclorito de sodio. Muestra del planta de matanza**Triclorometano en función de la dosis de cloro aplicada**

+

Pruebas con dióxido de cloro



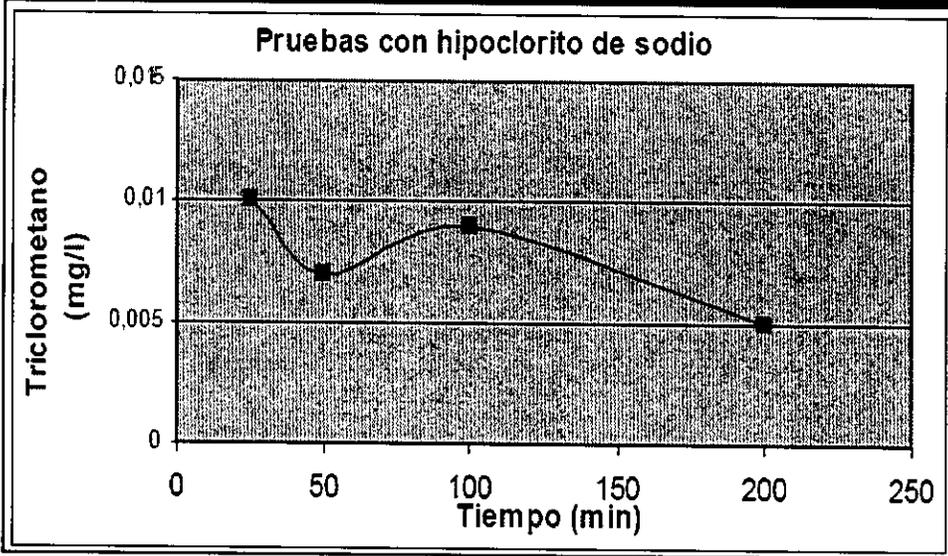
Triclorometano en función de la dosis de dióxido de cloro aplicada en muestra del efluente de la planta de matanza



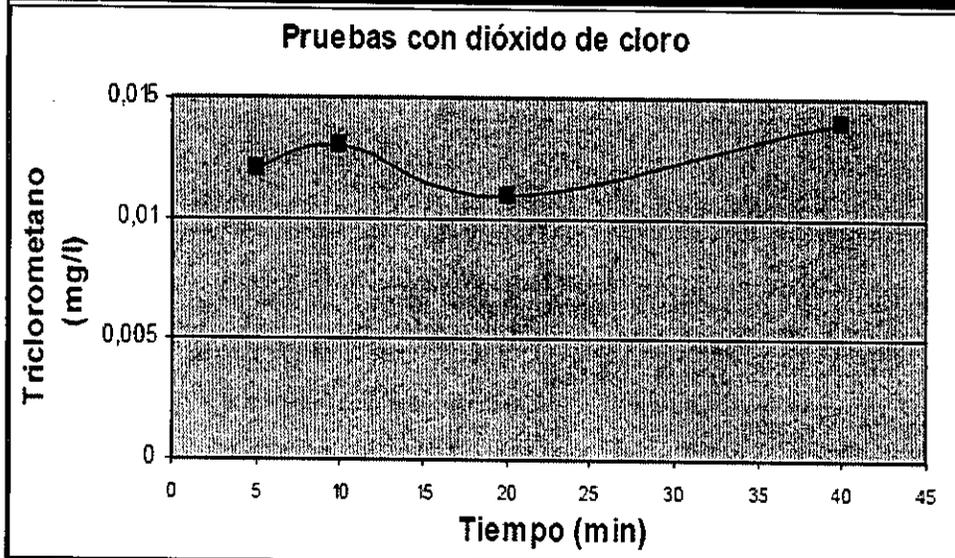
+

Pruebas con diferentes tiempos de contacto

Cloro residual y triclorometano en función del tiempo de contacto con 80 mg/l de hipoclorito de sodio



Cloro residual y triclorometano en función del tiempo de contacto con 800 mg/l de dióxido de cloro



Estimación y caracterización de la formación y evolución de compuestos orgánicos clorados en cuerpos de agua

- Descarga puntual en el mar o cuerpo lacustre sin flujo hidráulico (Bessel)
- Descarga puntual en el mar o cuerpo lacustre con un flujo hidráulico en una dirección principal (Brooks)
- Descarga puntual en un río
- Soluciones numéricas

Condiciones para las simulaciones

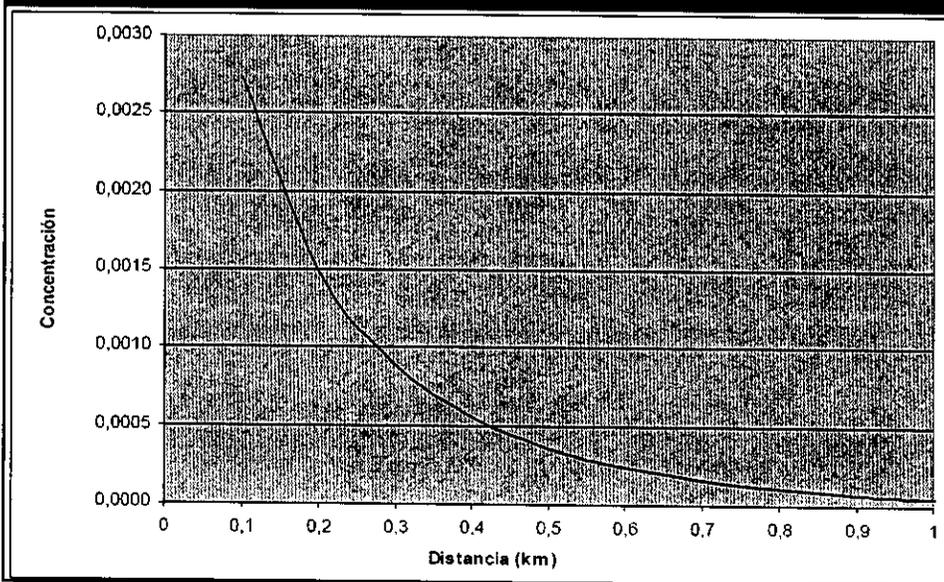
- K : 30 1/día
- ε : 2,6 Km²/día.
- Caudal: 720 m³/día
- Concentración descarga: 1 mg/l.

Simulación para Descarga puntual en el mar o cuerpo lacustre sin flujo hidráulico

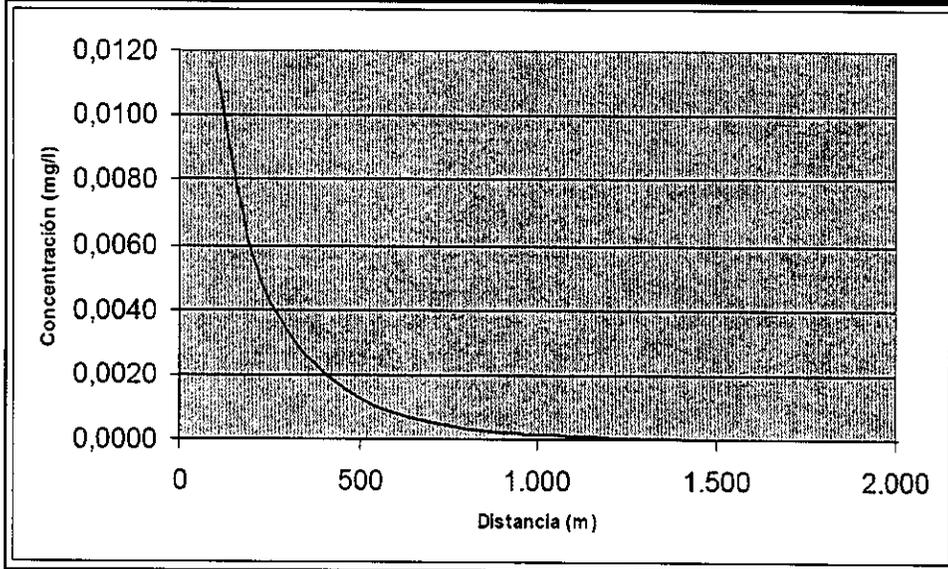
La condición inicial se estableció definiendo una distancia r_0 dentro de la cual la descarga se mezclaría completamente en el agua (10 metros) y calculando la concentración resultante de esta mezcla, C_0 , en una profundidad también de 10 metros:

$$C_0 = 0,00758 \text{ mg/l}$$

Resultados de la simulación para Descarga puntual en el mar o cuerpo lacustre sin flujo hidráulico



Resultados de la simulación para descarga puntual en el mar o cuerpo lacustre con flujo hidráulico ($v=0,1$ m/s; dil. inicial = 10)

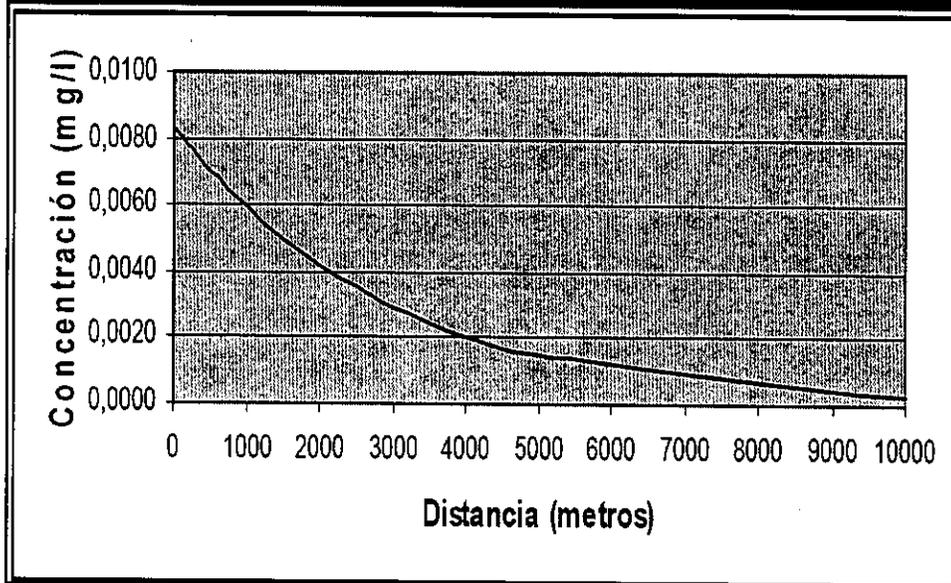


Simulación para descarga puntual en un río



- Caudal descarga: 720 m³/día
- Concentración descarga: 1 mg/l
- Caudal del río: 1 m³/seg (86.400 m³/día)
- Velocidad de flujo: 1 m/seg
- K: 30 1/día
- Dilución inicial: la concentración se reduce de 1 mg/l a $1 \cdot 720 / 86.400 = 0,00833$ mg/l.

Resultados de la simulación para descarga puntual en un río



Resumen de los resultados de la aplicación de los modelos

Característica/modelo	Bessel	Brooks	Fluvial
Concentración descarga (mg/l)	1,0000	1,0000	1,0000
Concentración inicial (mg/l)	0,0840	0,1000	0,0083
a 500 metros	0,0004	0,0013	0,0070
a 1.000 metros	0,0000	0,0002	0,0059
a 2.000 metros	0,0000	0,0000	0,0042
a 10.000 metros	0,0000	0,0000	0,0003

Resumen. Métodos de desinfección

- Formas libres de cloro reaccionan con nitrógeno y materia orgánica. Dosis no se puede definir *a priori*.
- Partículas impiden desinfección
- Formas combinadas (cloraminas, dióxido de cloro) tienen baja tasa de reacción
- Ventajas del dióxido de cloro

Resumen. Manejo y/o tratamiento de los residuos líquidos a desinfectar

- Minimizar materia orgánica y partículas
- Límites DS 90 fuera de la ZPL, actuales y futuros
 - Aceites y Grasas: 350 → 150 mg/l
 - SST: 50 → 20 mg/l
 - S. Sedimentables: 700 → 300 ml/l

Resumen.**Descarga de residuos líquidos desinfectados con cloro en los cuerpos de agua**

- Baja toxicidad
- Bajo poder bioacumulación
- Alta volatilidad
- Capacidad de asimilación del medio ambiente (mar con flujo, sin flujo y ríos)

Resumen.**Monitoreo de los compuestos organoclorados**

- Extensión DS 90 en triclorometano y tetracloroetano en ríos con capacidad de dilución (0,5 y 0,4 mg/l, respectivamente) para aguas de mar
- Uso de cloroformo equivalente o suma de cloroformo y bromoformo (EPA, ambiente 80 µg/l)
- Aireación como método de tratamiento

002050

