

GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL DE ENERGIA



13592

600941

CNE OF. ORD. N° 1181

ANT: Oficio N° 81915 del 6 de junio de 2008 de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

MAT: Novena reunión Comité Operativo.

SANTIAGO, 27 JUN 2008

DE: SR. RODRIGO IGLESIAS ACUÑA
SECRETARIO EJECUTIVO
COMISION NACIONAL DE ENERGIA

A: SR. HANS WILLUMSEN ALENDE
JEFE DEPARTAMENTO CONTROL DE LA CONTAMINACION
COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

En atención a la invitación realizada en el Oficio Ordinario del Antecedente, a participar de la novena reunión de Comité Operativo 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, D.S. N° 90", tengo a bien informar a usted que lamentamos no haber podido participar en dicho evento.

Finalmente, ruego a usted mantenernos informados de los avances de esta iniciativa.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,



RODRIGO IGLESIAS ACUÑA
Secretario Ejecutivo
Comisión Nacional de Energía

RI/DGD/JBO/AVC/vme

Distribución:

- 1.- Secretaría CONAMA.
- 2.- Archivo Secretaría Ejecutiva, CNE.
- 3.- Archivo Área Medio Ambiente y ER, CNE.

5° Reunión Comité Ampliado “Revisión DS 90”

Fecha : Martes 01 de julio 2008
Lugar : Salón Auditorio Contraloría General de la República
Hora : 15:00 hrs

TABLA DE REUNIÓN

HORA	CONTENIDO	RESPONSABLE
15:00	Bienvenida	Gonzalo León
15:10	Introducción Subjefatura regulaciones Departamento Control de la Contaminación. <ul style="list-style-type: none">• Situación actual del departamento• Revisión programa de trabajo, proceso de revisión	Gonzalo León
15:30	Lectura acta anterior	Alejandra Salas
16:00	Presentación grupos de trabajo	Alejandra Salas
16:45	Acuerdos	Alejandra Salas



Dirección Ejecutiva
Departamento de Control de la Contaminación
Área Control de la Contaminación Hídrica
01 de Julio de 2008

Acta Quinta Reunión Comité Ampliado
"Revisión DS 90"

Fecha: 01 de Julio de 2008

Lugar: Salón Contraloría General de la República

Hora: 15:00 Hrs.

ASISTENTES:

✓ Nicole Porcile	Antofagasta Minerals
✓ Fernando Aguirre	DGA
✓ Nancy Cepeda	SISS
✓ Jeanine Hermansen	SAG Nivel Central
✓ Paula Medina	SONAMI
✓ Claudio Pérez	BioRío
✓ Marianne Hermanns	ASIPES
✓ Denise Díaz	Universidad de Antofagasta
✓ Pablo Pastén	PUC
✓ María Pía Mena	AIDIS
✓ Cesar Peredo	ANDESS
✓ Patricio Herrada	ANDESS
✓ Sergio Barrientos	ASIQUM
✓ Ximena Rojas	Salmón Chile – Intesal
✓ Gustavo González	I. Municipalidad de La Pintana
✓ Jaime Dinamarca	SOFOFA
✓ Ivonne Etchepare R.	APOOCH
✓ Gustavo Possel.	SONAMI
✓ Ana María Sancha	Universidad de Chile
✓ Ximena Molina	CENMA
✓ Isel Cortés	CENMA
✓ Pedro Navarrete	CORMA
✓ Fernando Hunt Went	CORMA
✓ Miguel Osses	CORMA
✓ Julio de la Fuente	CORMA
✓ Jose R. Cañon	ASIPNOR
✓ Gonzalo Barrientos	FEDELECHE
✓ Francisco Lucero	Chilealimentos
✓ Carlos Descourvieres	Chilealimentos
✓ Antonia Fortt	OCEANA
✓ Alejandra Salas	CONAMA
✓ Gonzalo León	CONAMA

Tabla de la Reunión

1. Lectura y Aprobación acta anterior
2. Presentación Estado Administrativo Actual Área Control de la Contaminación Hídrica, CONAMA
3. Presentación Grupos de Trabajo
4. Acuerdos

1. Lectura y Aprobación acta anterior

Se da por iniciada la reunión, con la lectura y aprobación del acta de la reunión anterior. El acta es aprobada con los siguientes comentarios:

ARAUCO señala cambiar el tercer párrafo de la página N° 1 la institución mencionada CORMA por ARAUCO. A su vez indica que fue ARAUCO la institución que explicitó lo referido a normar por carga, lo cual si así fuese, debe estar condicionado a la existencia de normas de calidad y en las instancias donde se haya determinado la capacidad de carga de los cuerpos receptores.

ASIPES consulta respecto de si las observaciones hechas en las plenarias del Comité Ampliado han sido evaluadas en el Comité Operativo. La respuesta por parte de CONAMA es que todos los requerimientos generados en el Comité Ampliado son entregados y evaluados por el Comité Operativo, quienes son finalmente los que sancionan técnicamente las decisiones de modificación al Decreto.

ASIPES señala que no es válido solicitar revisión de las actas si éstas son enviadas el día anterior a las reuniones. Al respecto CONAMA justifica la demora en la entrega del acta por efectos de ajustes al interior del Área de Control de la Contaminación Hídrica y señala de manera clara que los únicos plazos establecidos al interior del acta están en relación al envío de observaciones al Borrador N°1 del decreto.

BIO RIO solicita clarificar que la posición expresada en carta de fecha 6 de marzo de 2007 (folio 107 del expediente público) no quedó completamente recogida en la presentación de CONAMA efectuada en la reunión del Comité Ampliado del 14 de agosto (folio 306 del expediente público) que sobre el particular señala: "Establecimiento de límites máximos por carga y no por concentración; esto implicaría cambios sustanciales en toda la normativa de gestión de calidad ambiental, no solo del DS 90, evaluar ventajas y desventajas al respecto".

En consecuencia solicita considerar que la posición a consignar corresponde a: *"El sistema de gestión de la calidad ambiental en nuestro país se sustenta en la regulación de la concentración de los compuestos. El concepto de carga es apropiado en la definición de los Planes de Prevención y Planes de Descontaminación en zonas declaradas latentes y saturadas, respectivamente porque asegura la calidad evitando sobrepasar la capacidad asimilativa del medio receptor. Por lo tanto, modificaciones en este aspecto implicarían cambios sustanciales en toda la normativa de gestión de la calidad ambiental, y no solamente en el DS 90/00, hecho que debe ser ponderado debidamente en cuanto a sus ventajas y desventajas."*

Se da por aprobada el acta con las respectivas observaciones.

2. Presentación Estado Administrativo Actual Área Control de la Contaminación Hídrica, CONAMA

El señor Gonzalo León Silva, Encargado de la Subjefatura de Regulaciones del Departamento Control de la Contaminación, informa respecto de la renuncia de la señora María Angélica Ruiz-Tagle quien estaba a cargo del Área Control de la Contaminación Hídrica del mencionado Departamento y de la señora Lorena Rodríguez profesional que estaba a cargo de la coordinación del proceso de revisión del DS 90.

El señor León señala que ambas profesionales serán reemplazadas de manera formal a partir del 1 de agosto del presente año. Asimismo indica que ha sido designada como nueva coordinadora del proceso de revisión del DS 90 la señora Alejandra Salas quien estaba apoyando técnicamente al equipo en dicho proceso y quien a su vez se desempeña dentro del Departamento Control de la Contaminación como la Jefa del Área de Sustancias Químicas y Sitios Contaminados.

De acuerdo a lo anterior, solicita a todos los integrantes del Comité Ampliado su comprensión y apoyo en este proceso de reajuste del Área, en virtud de ciertos retrasos producidos en la entrega y disposición de información y en la reprogramación de actividades.

3. Presentación Grupos de Trabajo

- ❖ ***La primera presentación realizada correspondió al Grupo N° 2 de Descargas a Cuerpos Fluviales y Lacustre, liderado por el señor Pedro Navarrete representante de CORMA.***

El señor Navarrete indica que en este grupo de trabajo no participaron las ONG's, como se había señalado en las sugerencias para la conformación de grupos de trabajo.

Luego de su presentación se generaron los siguientes comentarios:

- Respecto a la modificación de parámetros de N, P y Cloruros la SISS informa que envió a CONAMA un documento con análisis y fundamentos asociados a dichas modificaciones, el cual deroga el documento generado en el año 2004.
- CORMA señala la problemática de su industria respecto a la presencia de Boro en su proceso y la dificultad de normarlo en DS 90, considerando que según lo que el sector indica, no existe tecnología en Chile para abatir dicho contaminante. Asimismo indica que la problemática se agudiza con el hecho de que el Boro no está presente en la norma de calidad para el río Maipo el cual corresponde al cuerpo receptor de la industria que representa.
- CENMA indica que el Boro si está normado en algunas cuencas.
- SOFOFA indica que los parámetros Ay G no son regulados en las normas de calidad en proceso de elaboración. Asimismo indica se debe tener claridad del objetivo de la modificación del DS 90 en relación a dejarlo como una regulación más estricta de lo existentes o bien más laxa. Señala que si la autoridad ambiental no tiene interés en normar por calidad, menos debería presentar interés en normar para emisiones. Finalmente indica que es fundamental revisar la coherencia entre normas de calidad, de emisión y aquellas existentes de riego, agua potable y aguas subterráneas.
- CENMA señala que es importante no olvidar que las normas de calidad secundarias son generadas por cuencas y el DS 90 corresponde a una normativa genérica.
- SOFOFA señala como solicitud generar la norma de emisión con carácter sitio específico. Al respecto argumenta que desde el punto de vista legal, la Ley 19.300 de Bases Generales para el Medio Ambiente señala que tanto las normas de calidad y las de emisión deben ser de carácter sitio específico.
- Chilealimentos señala su interés en conocer los fundamentos técnicos que validan los límites de los parámetros DBO (35). Lo anterior en el marco de un APL del sector el cual ha sido aplicado y mediante el cual el sector alimentos ha realizado inversiones para abatir sus contaminantes. Asimismo, solicita a CONAMA encargar un estudio técnico que fundamente el valor actual normado.
- En respuesta a la intervención de CORMA en su presentación respecto a que el caudal de dilución debe tener explícitos los procedimientos para su cálculo, la DGA indica que la Resolución 400/2008 que aprueba el Manual de Normas y Procedimientos para la Protección y Conservación de los Recursos Hídricos y la minuta SDT 200/2008 la cual se

oficializa mediante la publicación del Manual, señalan claramente los procedimientos al respecto. Asimismo comenta que ambos documentos son de carácter público y se encuentran disponibles en la página web de la DGA. Finalmente menciona la existencia del Manual de Aplicación de la Norma del DS 90 en el cual también se establecen los procedimientos necesarios para el cálculo del caudal de dilución.

- Al respecto CORMA señala que el manual de aplicación no forma parte de este proceso de revisión del DS 90, por lo tanto sugiere que el procedimiento quede explícito dentro del DS 90, así como también señala la necesidad de considerar elaborar el manual en paralelo con la dictación de la norma.
 - SOFOFA consulta respecto de si se ha analizado el contenido natural. Lo anterior en el entendido que el actual DS 90, si el contenido natural de un parámetro en un cuerpo receptor es igual o superior al límite máximo establecido en el DS 90, no está permitida la descarga de un residuo líquido que contenga ese parámetro.
 - AIDIS Chile, consulta cuál es el estado de revisión respecto al concepto de "quebradas secas". Al respecto la DGA señala que éstas son consideradas como cuerpo receptor con la salvedad que tiene caudal de dilución cero.
- ❖ **La segunda presentación correspondió al Grupo N° 4 Aguas de Contacto y Fuente Emisora, liderado por el señor Gustavo Possel, representante de la SONAMI.**

El señor Possel indica que en este grupo de trabajo no participaron los sectores representantes de ONG's, sector académico y servicios públicos, como se había señalado en las sugerencias para la conformación de grupos de trabajo.

Luego de la presentación del señor Possel, se generaron los siguientes comentarios:

- SOFOFA indica que la argumentación presentada en este grupo de trabajo en relación a la exclusión a que las aguas de contacto no deben ser reguladas por el DS 90, corresponde a una argumentación válida y replicable para todo tipo de aguas de contacto y no sólo las relativas al sector minero. Sugiere extrapolar el concepto a otras actividades, ejemplo: el sector silvoagropecuario.
- ❖ **La tercera presentación correspondió al Grupo N° 1 Descargas al Mar, liderado por la señora Ivonne Etchepare, representante de APOOCH.**

De la propuesta generada en este grupo de trabajo, los temas relevados por el grupo y los cuales fueron presentados con mayor detalle en la plenaria, tienen relación con bajar en la Tabla 4, Descargas dentro de la Zona de Protección Litoral, la cota inferior del rango correspondiente a Coliformes Fecales (de 70 a 14), esto únicamente en áreas aptas para la acuicultura en las cuales, opere al menos un centro de acuicultura y en áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos cuyos productos para consumo humano directo requieran provenir de aguas tipo A, que estén en operación con anterioridad a la construcción de un emisario submarino de descarga de aguas servidas. Si ya existe en operación un emisario submarino en el área que se pretende localizar un área apta para la acuicultura, la única exigencia válida será que dentro de la ZPL debe existir un máximo de 1000 Coliformes fecales/100ml.

Asimismo, el grupo sugirió eliminar en la Tabla N° 5, la exigencia a partir del 10º año de vigencia del Decreto de límites menores permisibles para Sólidos Sedimentables y Sólidos Suspendidos Totales. Además se sugirió eliminar Aceites y Grasas, pero no se logró consenso.

- ❖ ***La cuarta presentación correspondió al Grupo N° 3 Monitoreo y Control, liderado por la señora María Pía Mena, representante de AIDIS Chile y de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.***

Luego de la presentación de la señora Mena, se generaron dos comentarios puntuales:

- CORMA sugiere a CONAMA realizar gestiones con el INN para la pronta revisión y actualización de las metodologías, con el fin que la nueva versión del DS 90 las incorpore.
- CORMA indica además, en el marco de este proceso de revisión del DS 90, que es importante realizar una revisión completa del código CIUU, de manera de determinar si en su versión actual incluye los parámetros característicos de todas las actividades. Esto con la finalidad que se constituya en una referencia útil a considerar en los monitoreos fijados por la SISS o DIRECTEMAR.

4. Acuerdos

- CONAMA enviará al Comité Ampliado el viernes 4 de julio, el acta corregida de la reunión realizada el 27 de mayo además de las presentaciones realizadas por los grupos de trabajo en la plenaria del 1 de julio. Estas últimas también formarán parte del expediente de la norma
- CONAMA enviará al Comité Ampliado el día lunes 7 de julio, el acta de la reunión del 1 de julio para su revisión.
- CONAMA señala que la nueva sesión de plenaria del Comité Ampliado se realizará la primera semana de agosto, considerando que en esa fecha se encontrará operativa el Área de Control de la Contaminación Hídrica con los nuevos integrantes que se encuentran actualmente en proceso de contratación. Por lo anterior, la sexta reunión de Comité Ampliado programada para el 29 de Julio se suspende para la primera semana de agosto. La fecha exacta se comunicará a todos los integrantes del Comité Ampliado con la debida antelación.



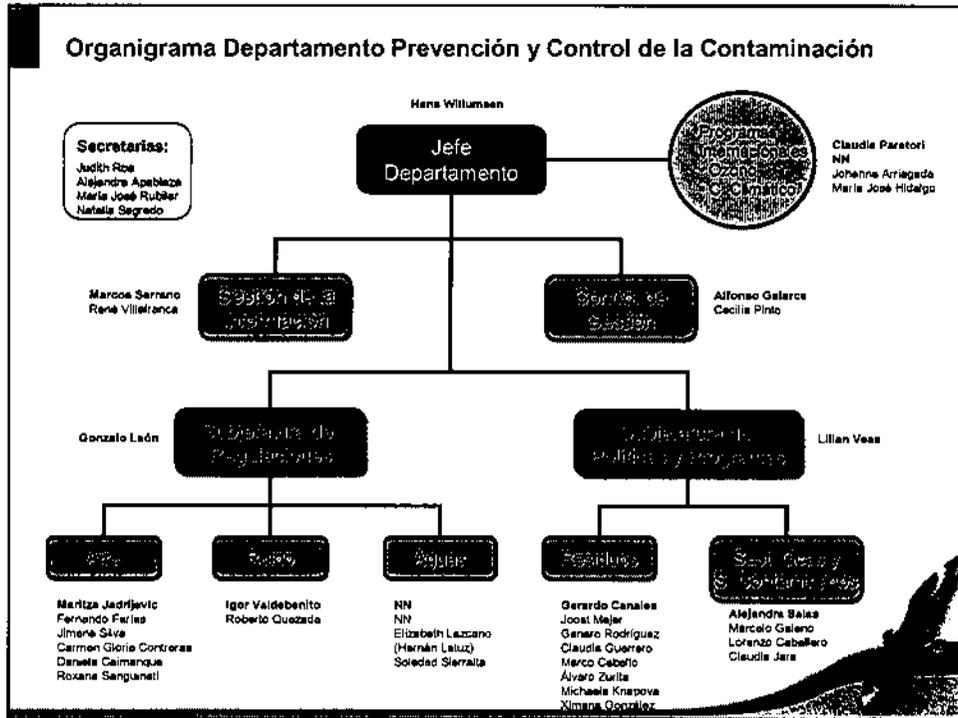
Proceso de Revisión
D.S. N° 90/01 MINSEGPRES

Santiago 01 de Julio de 2008
5ª Reunión Comité Ampliado

AREA CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA
DEPARTAMENTO CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

Tabla

1. Introducción Subjefatura Regulaciones Departamento Control de la Contaminación
 - ✓ Situación Actual del Departamento
 - ✓ Revisión Programa de Trabajo, Proceso de Revisión
2. Lectura Acta Anterior
3. Presentación Grupos de Trabajo
4. Acuerdos



1.) **Descargas al mar:** OCEANA, APOOCH, CORMA, ANDESS, ASIPNOR, SALMON CHILE, ASPROCER, **Falta un representante del sector académico.**

Fecha 1ª reunión: Lunes 9-junio, a las 10:00 hrs

Salón SONAPESCA

Dirección: Barros Errazuriz 1954 of 206

2.) **Descargas a cuerpos fluviales y a lagos:** BIORIO, CORMA, SALMON CHILE, CENMA, CHILEALIMENTOS, **Falta representante del sector académico y ONG**

Fecha 1ª reunión: Martes 10 de Junio a las 11:00 hrs.

Oficina Chile Alimentos

Dirección: Av. Andrés Bello 2777 Piso 1 (Edif. de las Industrias)

3.) **Monitoreo y Metodologías de análisis:** AIDIS, CENMA, ASIPNOR, APOOCH, ASIPNOR, Universidad de Chile.

Fecha 1ª reunión: 12 de mayo a las 10:00 Hrs.

Dirección Barros Errazuriz 1954 piso 10

4.) **Aguas de contacto, asociados a Fuente Emisora:** Consejo Minero, Falta representantes del sector académico y ONG.

Fecha 1ª reunión: Viernes 13-Junio, 10:00 hrs. Salón SONAMI, Apoquindo 3000 Piso 4, Stgo. 2-820.7000

Favor confirmar asistencia a: silvia.nunez@sonami.cl

PRESENTACIÓN GRUPO 2

GRUPO RÍOS Y LAGOS

5° Reunión Comité Ampliado

Santiago, 01 julio 2008

Modificación DS-90
Comité Ampliado
Grupo Rios y Lagos
Avance al 01.07.08

Santiago, Julio de 2008

1

1. Integrantes

- **ANDESS** – Empresas Sanitarias
- **ASPROCER** – Productores de Cerdos
- **BioRio** – Monitoreo Río Biobío
- **CENMA** – Universidad de Chile
- **Chilealimentos** – Productores Alimentos
- **Corma** – Corporación Chilena de la Madera
- **SalmonChile** - Productores de Salmón y Trucha

2

2. Programa de Trabajo

MES	DÍA	MES	DÍA
JUNIO	10	AGOSTO	12*
JULIO	1*	SEPTIEMBRE	2*
	15		23
	29*	OCTUBRE	2*

*: Plenario Comité Ampliado

3. Comentarios Generales

1. Apreciamos que CONAMA haya acogido propuesta de trabajo grupal porque amplía la participación específica y la hace más eficiente.
2. Manifestamos la necesidad de contar con la asistencia de todos los interesados porque facilita el intercambio técnico, valida los consensos y satisface el requerimiento de CONAMA.

3. Comentarios Generales

3. La revisión del DS-90 debe focalizarse en solucionar los problemas de aplicación, interpretación y técnicos, detectados a la fecha y no incorporar nuevos parámetros ni abordar otros aspectos esenciales, hasta no tener experiencia suficiente y resultados de su gestión conjunta con las Normas de Calidad.
4. Este perfeccionamiento admite, entre otros, revisar parámetros existentes en el DS-90 actual y modificar límites.

5

3. Comentarios Generales

5. En general, el DS-90 debe contener todas las referencias explícitas necesarias de tal forma que, ya sea directamente o con identificación clara de los procedimientos, criterios y metodologías, se eviten las interpretaciones fortaleciéndose la claridad en la información al sector regulado.

6

4. Comentarios Específicos – Tabla 1

1. **Parámetros a revisar:** N, P, B, Cloruros, Coliformes fecales, Poder espumógeno.
2. **Interrogantes a resolver:** fundamentos DBO5, concentraciones NSCA.
3. **Resoluciones de Monitoreo:** considerar parámetros característicos (ej: CIU); homologar para procesos y tecnologías similares; congruencia monitoreos SISS/DGTM; frecuencia asociada con actividad del proceso regulado.

7

4. Comentarios Específicos

5. **Caudal de dilución y contenido natural:** explicitar procedimientos, formalizándolo en Resoluciones públicas.
6. **Manual de la norma:** el DS debe mencionarlo explícitamente para darle peso legal; debe emitirse junto con la Norma.
7. **Cuerpo Receptor:** incluir canales; analizar vertidos de emergencia (acts of God); analizar exclusión de lodos de tratamiento de aguas (art. 4.1.2)

8

4. Comentarios Específicos

7. **Mejorar redacción:** Artículos 4.1.4 y 4.1.5
6. **Aguas lluvias:** Excluir de DS-90.
7. **Metodología:** se está de acuerdo en mantener la definición de fuente emisora (carga) y el mecanismo para control de la norma (concentración).
8. **Metodologías de monitoreo y control:** deben quedar muy claras; sintonía con límites de detección; referenciar CIU; homologar monitoreos SISS-DIRECTEMAR; considerar nivel de producción; excedencia logarítmica en Coli; *E. coli* en vez de Coliformes fecales.

4. Comentarios Específicos

8. **Monitoreo y fiscalización:** los establecimientos emisores deben acceder a informes de fiscalización; incluir criterio fiscalización en días lluviosos.
9. **Otros**
 - Se requiere conocer avances NSCA
 - Confeccionar Reglamento de Lodos Industria Alimentaria

Modificación DS-90
Comité Ampliado
Grupo Rios y Lagos
Avance al 01.07.08

Santiago, Julio de 2008

ANEXO
Pauta de observaciones enviadas por Grupo 2

Los planteamientos son los siguientes:

1. Deberían quedar muy claras las metodologías de medición para todos los parámetros. Un ejemplo de esto es el hecho que aparentemente no queda perfectamente explícito sobre que fracción (¿carbonácea?) debe realizarse el análisis de la DBO5.
2. La metodología de medición del Poder Espumógeno, expresada en centímetros, podría reemplazarse por otra que determine, por ejemplo, la concentración de los compuestos que generan la espuma.
3. Debe asegurarse que las metodologías de medición siempre estén sintonizadas con los límites de detección requeridos.
4. Las Resoluciones de monitoreo no atienden a la actividad que controlan, es decir, se está solicitando monitorear parámetros no característicos. Existen Resoluciones distintas para industrias/plantas con procesos similares. Sería conveniente referenciar el Código CIUU tal como lo fue en una de las primeras versiones del actual DS-90.
5. Estandarizar/homologar monitoreos SISS y DIRECTEMAR, lo que debe quedar expreso en el texto de la norma.
6. Las resoluciones de monitoreo deberían permitir flexibilizar las exigencias en cuanto a la frecuencia y número de parámetros para aquellas actividades que se desarrollan estacionalmente.
7. Complementar Coliformes Fecales con E. Coli que es un parámetro que aplica mejor industrias distintas de las sanitarias.
8. Precisar que la excedencia en C. Fecales considera escala logarítmica.

Agradeceremos informes sobre estos temas a los integrantes del Grupo 3 para que también queden considerados en el trabajo que desarrollarán hoy. Nos preocuparemos por hacerles llegar las proposiciones respectivas para que vuestro grupo las avale, si así lo considera.

Apreciaremos nos hagan llegar los comentarios que surjan en el Grupo 3 sobre este particular como asimismo los que tengan relación con la gestión que realizamos en el nuestro.

Saludos cordiales y que les vaya muy bien.

Pedro Navarrete Ugarte
CORMA
Coordinación Grupo 2 - Ríos y Lagos

PRESENTACIÓN GRUPO 4
AGUAS DE CONTACTO,
ASOCIADO A FUENTE EMISORA

5° Reunión Comité Ampliado

Santiago, 01 julio 2008

Regulación de Aguas de Contacto Mineras**Propuesta para Regular las
Aguas de Contacto Mineras****ASPECTOS TÉCNICOS Y LEGALES**

Consejo Minero de Chile A.G.
Sociedad Nacional de Minería

Julio 2008

**1.- Riles en la minería**

- Los procesos mineros en general se realizan en circuito cerrado, recirculando las aguas y fluidos de proceso una y otra vez (ejemplo: procesos de flotación y lixiviación)
- Cuando no es posible recircular las aguas de proceso, habitualmente éstas se eliminan mediante evaporación y/o evapotranspiración
- Cuando no es posible dicha eliminación, las aguas de proceso se descargan, transformándose en Riles mineros que deben cumplir la norma de emisión pertinente (DS 90, DS 46, DS 609)
- Ejemplos de riles mineros:
 - Descarga de aguas no recirculadas resultantes de la filtración de concentrados
 - Descarga de aguas de relave no recirculadas
- Las aguas de proceso no recirculadas que constituyen Riles mineros se originan de las aguas captadas y/o alumbradas para uso en el proceso (requieren derechos de aprovechamiento)
- El emisor (faena minera) puede controlar la cantidad y calidad de un Ril, incorporando tratamientos antes de su descarga, si así se requiere (p. ej. nanofiltración, flotación por aire disuelto, neutralización con cal, etc.)



2.- Aguas de contacto

- Una situación distinta a los Riles mineros la constituye la presencia de las denominadas aguas de contacto en las instalaciones mineras
- Las instalaciones mineras (depósitos de estéril, depósitos de relaves, labores mineras, etc.), por su emplazamiento y envergadura, inevitablemente están expuestas a las aguas lluvia, deshielos, escorrentías, afloramiento de napas, entre otros fenómenos hidrológicos
- Las aguas de contacto son, en consecuencia, aguas de origen natural que inevitablemente entran en contacto con las instalaciones mineras
- Ejemplos de aguas de contacto:
 - Drenaje de aguas lluvia y/o deshielos a través de depósitos de lastre, estéril, etc.
 - Afloramiento de agua subterránea en labores mineras
 - Afloramiento de agua subterránea en minas a rajo abierto
 - Aguas lluvia que ingresan a un depósito de relaves en condición de crecida

Los anteriores son los casos más comunes; pueden darse otros tipos de aguas de contacto dependiendo de las condiciones particulares de una faena minera y de la hidrología e hidrogeología del lugar

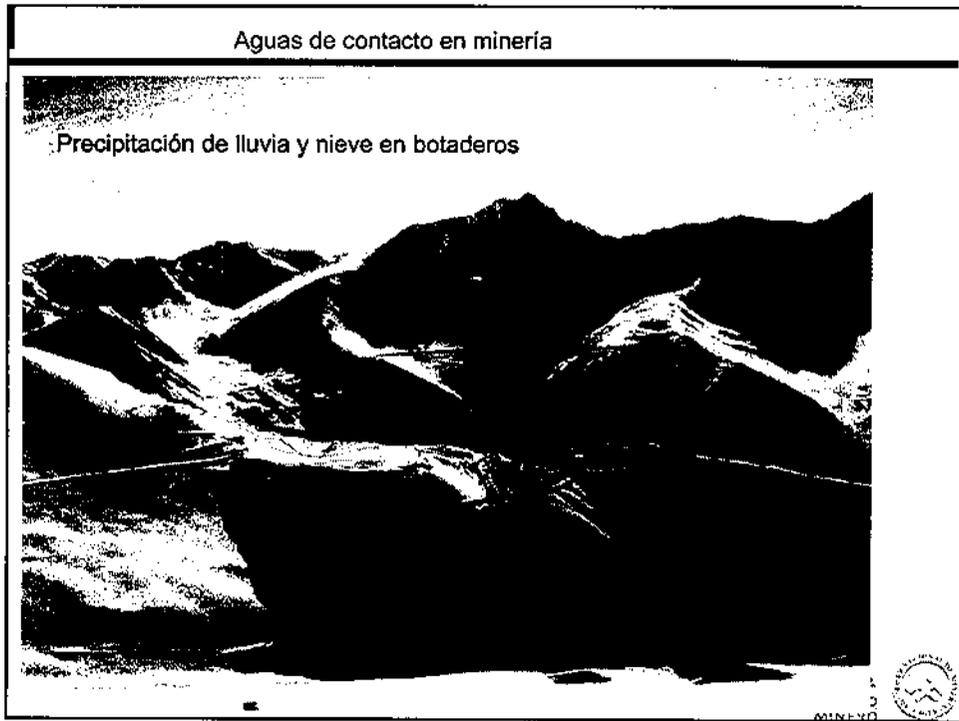


Aguas de contacto en minería



aguas afloradas en rajo abierto





3.- ¿Por qué no son aplicables las normas de emisión?

- Las aguas de contacto no forman parte del proceso productivo, no constituyen un residuo y no responden a una acción de descarga
- Las aguas de contacto son aguas naturales que conforman la red de drenaje y el sistema hídrico local
- No pertenecen al titular de la faena minera, salvo que éste obtenga derechos de aprovechamiento
- Terceros pueden tener derechos de aprovechamiento sobre ellas, aguas abajo
- A diferencia de los Riles, no se puede controlar su cantidad y calidad en el proceso
- No hay emisión; su caudal depende de las condiciones climáticas y geográficas locales, pudiendo ser altamente variables
- Dicha variabilidad generalmente impide obtener derechos para captar los mayores caudales de las aguas de contacto
- La aplicación forzada del DS 90 (norma de emisión) a las aguas de contacto podría implicar, en un caso dado, dar a un curso natural completo la calidad de residuo líquido (normado) sin considerar el consecuente perjuicio a los usuarios aguas abajo



4.- Impacto a prevenir y/o mitigar

- Las aguas de contacto pueden experimentar una alteración de calidad en su interacción con las instalaciones mineras, dependiendo del tipo de material con que entran en contacto
- Generalmente dicha alteración consiste en un fenómeno de acidificación y un aumento en los contenidos de metales y sales disueltas en las aguas
- La eventual alteración de calidad de las aguas de contacto constituye un impacto ambiental sobre un recurso hídrico, el cual debe ser prevenido y/o mitigado para mantener su aptitud de uso aguas abajo
- La eventual alteración de calidad de las aguas de contacto no las transforma en un residuo, puesto que siguen formando parte del sistema hídrico natural, ajenas al proceso productivo
- Las medidas preventivas y correctivas adecuadas y suficientes para mantener la aptitud de uso de los recursos hídricos deben definirse caso a caso en función de las condiciones climáticas, geográficas, hidrológicas e hidrogeológicas locales



5.- Impedimentos legales y técnicos para aplicar normas de emisión

Las normas de emisión no constituyen la vía idónea para regular a las aguas de contacto, en virtud de los siguientes argumentos:

- Una norma de emisión, como el DS 90, regula la disposición de contaminantes a cursos de aguas necesariamente asociada a una acción descarga de parte de una actividad productiva luego de su utilización en el proceso. Su aplicación requiere de dos supuestos: (i) que exista una descarga por una fuente emisora, y (ii) que se trate de residuos líquidos
- En el caso particular de las aguas de contacto, no existe una fuente emisora definida pues dichas aguas no son parte del proceso productivo y no existe una acción de descarga, pues se generan por fenómenos de la naturaleza (aguas lluvias, deshielos, escorrentías, etc.)
- Además, las aguas de contacto no son "residuos" líquidos que es el objeto preciso de regulación de las normas de emisión; asimilar las "aguas de contacto" a un residuo líquido implicaría asignar una calidad jurídica -"residuo"- a un recurso natural, desconociendo sus aptitudes de uso, cuestión que queda fuera de las competencias de las autoridades reguladoras y fiscalizadoras de los Riles



5.- Impedimentos legales y técnicos para aplicar normas de emisión

- Se requieren derechos de aprovechamiento para captar las aguas de contacto y someterlas a un tratamiento; en cuencas agotadas ello no es posible; en cuencas con disponibilidad hídrica, generalmente ésta no es suficiente para obtener derechos para cubrir los caudales de crecidas; por lo tanto, no se puede asegurar el tratamiento a todo evento
- El manejo de grandes caudales (suponiendo que se dispone de derechos) puede imponer condiciones de alto riesgo a las instalaciones de acumulación y tratamiento de las aguas de contacto, sobre todo en geografías complejas (p. ej. alta montaña)
- Los procesos de tratamiento de aguas que permiten cumplir las normas a escala industrial y piloto, no aseguran el mismo cumplimiento bajo caudales significativos (cientos a miles de litros por segundo)



6.- Medidas preventivas y correctivas

- El adecuado manejo de las aguas de contacto se compone de medidas preventivas y correctivas que deben definirse caso a caso para lograr un resultado ambiental compatible con las aptitudes de uso de los recursos hídricos
- El adecuado manejo fomenta la eficiencia hídrica en las faenas mineras, resultando en soluciones viables, probadas y seguras
- Medidas preventivas: minimizan la generación de aguas de contacto
- Medidas correctivas: captan las aguas de contacto (inevitables), las neutralizan y reducen sus contenidos de metales y sales a través de algún proceso
- Ejemplos de medidas preventivas:
 - Segregación de materiales en origen
 - Desvío de escorrentías mediante canales de contorno
 - Drenes basales
 - Reducción de permeabilidad para minimizar infiltración de aguas lluvia
- Ejemplos de medidas correctivas:
 - Tratamiento de neutralización con cal
 - Tratamiento pasivo mediante flujo a través de sustrato neutralizador
 - Consumo de aguas de contacto en el proceso



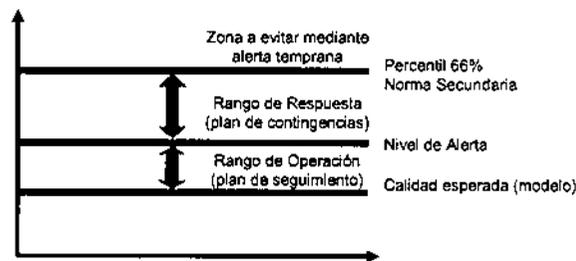
7.- Regulación vía SEIA

- El SEIA es un instrumento apropiado para evaluar la situación de las aguas de contacto, pues permite considerar las particularidades de cada caso de manera que las medidas preventivas y correctivas sean adecuadas y suficientes
- En el marco del SEIA, obligatorio para los proyectos mineros, participan todos los servicios públicos competentes, como SERNAGEOMIN (seguridad de las obras), DGA (derechos de agua y manejo de recursos hídricos), entre otros, evitando la actuación unidimensional que no asegura el análisis integral que requieren las aguas de contacto y su manejo
- El Reglamento del SEIA establece que la evaluación de impacto ambiental debe considerar las normas secundarias (calidad del agua), la capacidad de dilución y autodepuración de los recursos (aspecto relevante dada la variabilidad de caudal), el empleo de modelos, entre otros
- Además, en el contexto del SEIA, para la evaluación ambiental de proyectos que requieren el PAS 88 (permiso apilamiento residuos mineros y botadero de estériles) se exige expresamente incluir medidas apropiadas para el adecuado drenaje natural o artificial, considerando la eventual perturbación de flujos de agua subterránea o superficiales, ya sea por contaminación o por uso, incluyendo un plano de la hoya hidrográfica involucrada (art. 88 letra e) Reglamento SEIA)
- Como resultado de la evaluación se definen medidas de prevención, mitigación, contingencia y programas de vigilancia y monitoreo, todo lo cual es fiscalizado



7.- Regulación vía SEIA (continuación)

- En el marco del SEIA se han evaluado y calificado favorablemente los manejos de aguas de contacto de diversos proyectos mineros, prescindiendo de la aplicación de normas de emisión
- El manejo de las aguas de contacto de dichos proyectos ha incluido medidas preventivas y correctivas como las ya señaladas; a través del SEIA se ha calificado la suficiencia y eficacia de dichas medidas, teniendo como criterio la mantención de las aptitudes de uso de los recursos hídricos aguas abajo
- El criterio más reciente impulsado por la DGA (a través del SEIA) es la aplicación de niveles de alerta de calidad del agua como parámetro de control de la suficiencia y eficacia de las medidas (criterio aplicado en el cuerpo receptor) – ver ej. en gráfico



8.- Regulaciones alternativas y complementarias

- El adecuado manejo de las "aguas de contacto" requiere la implementación de medidas preventivas y correctivas, medidas que deben ser propuestas considerando las particularidades del área en que se ubica la instalación minera (clima, hidrología, hidrogeología, entre otros)
- Por tanto, una regulación eficiente del fenómeno debiese considerar los dos aspectos mencionados: (i) implementación de medidas de manejo preventivas y/o correctivas y (ii) consideración de las particularidades del área de la faena
- El objetivo debe ser, en cualquier caso, mantener las aptitudes de uso de los recursos hídricos aguas abajo de la faena minera en que se presentan las aguas de contacto, lo cual requiere la aplicación de una norma de calidad (como las normas secundarias) que sea representativa de la cuenca específica
- Dicho criterio ha sido considerado en las evaluaciones ambientales de proyectos mineros sometidos en los últimos años al SEIA. De hecho, en el marco del SEIA la DGA ha fomentado el empleo de niveles de alerta de calidad del agua como parámetros de control de la suficiencia y eficacia de las medidas preventivas y/o correctivas propuestas por los titulares



8.- Regulaciones alternativas y complementarias

En virtud de lo anterior, el sector minero considera apropiado que las medidas de manejo de las aguas de contacto sean establecidas en función de las siguientes normas y criterios:

1. Norma secundaria de calidad del agua, en caso que se dispone de una norma vigente en la cuenca específica en que se emplaza la faena minera que presenta aguas de contacto
2. En el periodo intermedio, establecer medidas de manejo aplicando transitoriamente, caso a caso a través del SEIA, niveles de alerta basados en los criterios contenidos en la "Guía CONAMA para el Establecimiento de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas continentales Superficiales y Marinas", empleando para tal efecto la información de línea base disponible

Este último criterio permitiría alinear desde ya el manejo de las aguas de contacto con el establecimiento de la respectiva norma secundaria que en algún momento se dictará para la respectiva cuenca



9.- Modificación del Decreto Supremo 90

- El Consejo Minero de Chile y la Sociedad Nacional de Minería consideran necesario e imprescindible que en el actual proceso de revisión del DS 90 se resuelva clarificar expresamente que la citada norma de emisión no aplica a las aguas de contacto de la minería
- El sector minero reconoce la importancia de abordar el tema de las aguas de contacto, pero no a través de una norma de emisión
- A juicio de ambas entidades gremiales, el adecuado manejo de las aguas de contacto, incluyendo medidas preventivas y correctivas, debe necesariamente ser el resultado de una evaluación integral, con la participación de Servicios como SERNAGEOMIN (seguridad de las obras), DGA (derechos de agua y manejo de recursos hídricos), entre otros, y no de manera unidimensional sin considerar la naturaleza de las aguas. Esta vía, además, garantiza que se puedan considerar las particularidades del área en que se ubica la instalación minera (clima, hidrología, hidrogeología, entre otros), lo cual resulta indispensable para que las medidas que se adopten sean útiles y eficaces



Santiago, 24 de Junio de 2008

Reunión D90 en SONAMI el 13 de junio de 2008

Grupo que revisa postura de minería: definición de fuentes emisoras-aguas de contacto

Asistentes: CORMA Fernando Hunt, CONAMA Conrado Ravanal, Carlos Barrera, COCHILCO Rossana Brantes, SONAMI Carlos Gajardo, Gustavo Pössel, Municipalidad de La Pintana Gustavo González

No participan ONG's, universidades ni servicios del estado.

En CONAMA el proceso de revisión del D90 lo está coordinando Alejandra Salas

El D90 lleva dos años de vigencia para fuentes existentes (para nuevas lleva 7 años)

Fernando Hunt CORMA:

“La postura de Corma es de no incorporar cambios a la actual Norma del DS -90 en cuanto las aguas de contacto y específicamente a las aguas lluvias. La norma tiene una aplicación de tan solo dos años y aún sufre su período de madurez; proponemos seguir estudiando y respaldándola científicamente.

Nuestra Industria continua suscribiendo acuerdos de producción limpia y mejorando los manuales de buenas prácticas.

Nos preocupa que actualmente nuestra realidad es diversa en términos de tratamientos y tamaños de instalaciones , nos preocupa la fijación y criterios , sin saber como cumplirlos.”””””

Es importante no cambiar mucho el D90, seguir aplicando el procedimiento de monitoreo y desarrollar manuales de implementación.

Gustavo González (Municipio La Pintana):

La copropiedad de áreas industriales hace difícil la aplicación del decreto por la dificultad en identificar las fuentes (se mide 1 descarga que representa el conjunto de 45 empresas)

De las cuales el 40% casi no descargan RILes

Hay 3 o 4 empresas que no se pueden controlar

CONAMA aclara que en el caso descrito se trata de descargas a sistemas de aguas servidas, donde aplica el D609 (no es pertinente en esta reunión)

SONAMI

Se explica que aguas de contacto tienen características definidas:

No son parte de un proceso

No son emitidas

No son captadas para un uso

No pueden ser retenidas

No se constituyen derechos sobre ellas

COCHILCO

No son aguas de proceso, pero deben ser resguardadas (si el depósito no estuviera, las aguas no existirían como descarga del depósito y no serían afectadas en su calidad)
Debe manejarse con un criterio uniforme

SONAMI

Las aguas ya existen, el tema es si son controladas por el D90 u otro. Actualmente la gran mayoría de las aguas de contacto en minería están controladas por el SEIA en los proyectos posteriores a 1997. No es una emisión. La solución es tener una regulación especial controlada por los organismos competentes.

CONAMA

Es posible tratar las aguas, hay problemas técnicos y o económicos para su tratamiento?

SONAMI

Las plantas de tratamiento son caras, los caudales pueden ser inmanejables, los costos de operación son muy altos, la eficiencia de las plantas es baja.

CONAMA

Se debe trabajar en una propuesta concreta, por ejemplo establecer que el SEIA debería hacerse cargo de las aguas de contacto y explicar de que manera se hará.

Excluir las aguas de contacto del D90 con reglas claras par que el SEIA se haga cargo de esta agua.

Interesa mantener la calidad del cuerpo receptor, mantener la linea de base de los cauces para no afectar usos aguas abajo.

Demostrar porque el D90 no es aplicable (temas de derechos, captación, proceso, descarga)

SEIA debe contemplar sistema de manejo de aguas de contacto que se evalúe caso a caso.

Se propone hacer presentación de temas de aguas de contacto a comité operativo:

Entregar contexto, antecedentes específicos, soluciones concretas de casos en minería.

Poner ejemplos de RCA's que contemplan el manejo de esta agua en operación.

Explicar con casos como se maneja el tema en los planes de cierre

Dimensionar el tema (faenas con RCA, faenas sin RCA(no tienen obligación de manejar aguas de contacto)

Mostrar caudales, calidades, soluciones actuales (70% de las mineras manejan aguas de contacto)

Discutir aplicaciones de tecnología y factibilidad económica

Si debido al contacto de aguas se produce impacto ambiental, alteración de calidad, transgresión de normas, el tema relevante no es determinar el origen de las aguas sino como evitarlo, sea a través de D90 u otro.

Solicitar a Alejandra Salas tiempo para presentación

Debemos procurar la participación de ONG's, universidades y servicios competentes

000970

Preparar presentación con imágenes y estadísticas, entregar esquema de soluciones alternativas

Para los plazos debemos considerar que el anteproyecto de normativa revisada debe estar lista a mas tardar en octubre de 2008.

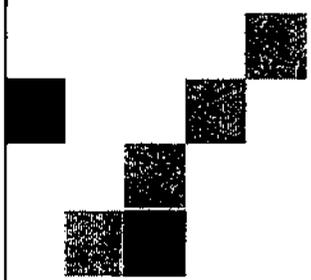
Gustavo Pössel
Representante SONAMI al grupo *aguas de contacto* en comité ampliado de revisión de D90/minsegpres

000971

PRESENTACIÓN GRUPO 1
GRUPO DESCARGAS AL MAR

5° Reunión Comité Ampliado

Santiago, 01 julio 2008



**PROPUESTA
MODIFICACIÓN DS 90, EN
MATERIA, DESCARGAS A
AGUAS MARINAS.**

Grupo Trabajo
"Descargas al Mar"
Junio-2008



Integrantes Grupo Trabajo (9)

■ ESSVAL	Sr. George Seal
■ ESSBIO	Sr. Claudio Pérez
■ ASIPNOR	Srs. Andrés Montalva y José Cañón.
■ SALMONCHILE	Sra. Ximena Rojas
■ APOOCH	Sra. Ivonne Etchepare
■ CORMA	Sr. Miguel Osses
■ ARAUCO	Sr. Freddy Vargas
■ OCEANA	Srta. Antonia Fortt
■ SERNAPESCA	Sr. Fernando Acuña

Sectores Productivos: Maderero 2; Pesquero-Acuicultor 3

Sector Servicios: Sanitario 2

Otros: ONG 1; Fiscalizador-Normativo: 1

REUNIÓN REVISIÓN D.S. 90 09/06/08

Observación general:

- Se deben incluir en el listado INN-SISS laboratorios acreditados para análisis de aguas de mar.



REUNIÓN REVISIÓN D.S. 90 09/06/08

Observaciones ordenadas de acuerdo a cada ítem en la norma:

- 3.3 *Cambiar redacción a aguas marinas y lagos, incorporar el concepto de estación de referencia. En el caso marino es DIRECTEMAR el que debe entregar el contenido del cuerpo receptor.*
- 3.6 Agregar a la frase *fuentes emisora* la palabra *fija* al final.
- 3.7 Tabla fuente emisora fija: Excepciones a la norma: actividades de mantención de organismos vivos acuáticos. Cuando el agua de fuente es agua marina el parámetro cloruro no corre en la tabla de fuente emisora (redactar APOOCH).
- Especificar si los metales corresponden a metales totales o disueltos.
- En el párrafo * reemplazar sólidos suspendidos por sólidos sedimentables, porque el parámetro sólidos sedimentables el que se mide como valor absoluto y el parámetro sólidos suspendidos como concentración (revisar CORMA).
- 3.13 Respecto al cálculo de la ZPL, el actual cálculo es el correcto, si hay modificación a la norma no debería ser retroactiva para quienes ya invirtieron en su medición, a excepción de los casos especiales (revisar ESSBIO y ESVAL).

REUNIÓN REVISIÓN D.S. 90 09/06/08

Observaciones ordenadas de acuerdo a cada ítem en la norma:

- 4.1.3 Agregar luego de contenido de *cuerpo receptor* la frase *más los límites máximos permitidos en las tablas*. Esto es considerando como criterio que la tabla es lo que se permite agregar al agua. Agregar en *condiciones de normalidad*, es decir condiciones naturales adversas (**redactar ASIPNOR**).
- 4.4.3 Eliminar la restricción del 10° año en la tabla 5. La implementación del DS90 ha sido exitosa, los SS son biodegradables y las bahías están sanas (**redactar ASIPNOR**).
- 6.2 Que las resoluciones de monitoreo consideren los parámetros según código CIU en las tablas 4 y 5 (**redactar Salmonchile** - Cada sector representado va a dar una propuesta para este ítem).
- Los siguientes parámetros no deberían ser normados en las tablas 4 y 5: color (**redactar Salmonchile**), olor, DQO, AOX (**redactar CORMA**) y toxicidad (¿medido cómo?).

1) punto 3.3 DS 90

- **Contenido natural:** Es la concentración de un contaminante en el cuerpo receptor, que corresponde a la situación original sin intervención antrópica del cuerpo de agua más las situaciones permanentes, irreversibles o inmodificables de origen antrópico. Corresponderá a la Dirección General de Aguas o a la Dirección general del territorio Marítimo y de Marina Mercante, según sea el caso, determinar el contenido natural de cuerpo receptor.

2) punto 3.3 DS 90

- **Contenido natural:** Es la concentración de un contaminante en el cuerpo receptor, que corresponde a la situación original sin intervención antrópica del cuerpo de agua más las situaciones permanentes, irreversibles o inmodificables de origen antrópico. **Corresponderá a la Dirección General de Aguas determinar el contenido natural de los contaminantes señalados en la tabla del punto 3.7, en lagos y ríos y a la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante determinar el contenido natural de las aguas marinas del Mar Territorial de la República, de acuerdo al levantamiento y seguimiento de datos, en una estación (o punto) de referencia.**

2) punto 3.6 DS 90

- ***Descargas de residuos líquidos:***
es la evacuación de residuos líquidos a un cuerpo de agua receptor, como resultado de un proceso, actividad o servicio de una fuente emisora fija .

3) punto 3.7 Definición Fuente Emisora Fija

■ Valor (*):

El valor está considerado como la carga contaminante media diaria, establecida para una dotación de agua potable de 200 L/hab/día y un coeficiente de recuperación de 0,8. Para los parámetros pH, temperatura, sólidos suspendidos y poder espumógeno, se expresan en términos de valor absoluto.

3) punto 3.7 Definición Fuente Emisora Fija

3 a).- Valor (*):

El valor está considerado como la carga contaminante media diaria, establecida para una dotación de agua potable de 200 L/hab/día y un coeficiente de recuperación de 0,8. Para los parámetros pH, temperatura, **sólidos sedimentables** y poder espumógeno, se expresan en términos de valor absoluto.

3) punto 3.7 Definición Fuente Emisora Fija (cont.)

- **3 b).-Contaminante Cloruros en la tabla :Para descargas a aguas marinas, cuya captación se obtiene desde el mismo cuerpo receptor marino o de otro cuerpo de aguas marinas, no se considerará la carga media diaria del parámetro cloruros para clasificarlo como fuente emisora fija.**

3 c).- Determinación Fuente Emisora

- **Para determinar si un establecimiento es una Fuente Emisora Fija, se deberán analizar, exclusivamente, los parámetros propios de la actividad, según su código CIU.**

4) punto 3.13 Zona de Protección Litoral

- Zona de Protección Litoral: Es un ámbito territorial de aplicación de la presente norma que corresponde a la franja de playa, agua y fondo de mar adyacente a la costa continental o insular, delimitada por una línea superficial imaginaria, medida desde la línea de baja marea de sicigia, que se orienta paralela a ésta y que se proyecta hasta el fondo del cuerpo de agua, fijada por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante en conformidad a la siguiente fórmula:

$$A = [\{ 1,28 \times H_b \} / m] \times 1,6$$

En que,

H_b = altura media de la rompiente (mts.).

m = pendiente del fondo.

A = ancho zona de protección de litoral (mts.).

Para el cálculo de H_b se deberá utilizar el método HindCasting u otro equivalente autorizado por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante.

4) punto 3.13 Zona de Protección Litoral

- Sin perjuicio de lo anterior, deberán considerarse como casos especiales cuando existen zonas distintas a playas, en que no hay una rompiente claramente definida, como sería el caso de fiordos, lagos, canales, áreas sin oleajes o acantilados, casos en los cuales el interesado debe proponer y fundamentar una fórmula o un método equivalente para su determinación, lo cual debe ser validado previamente por la Autoridad Marítima.

5) punto 4.1 Consideraciones generales para límites máximos permitidos.

- **4.1.3** Si el contenido de un contaminante en el cuerpo receptor, excede al indicado en las tablas 1 a 5, y si dicha captación se realiza en el mismo cuerpo de agua donde se realiza la descarga, el límite máximo permitido de la descarga será igual a dicho contenido del cuerpo receptor **más el valor de los límites máximos indicados por la tabla respectiva para el contaminante.**

5) punto 4.1 Consideraciones generales para límites máximos permitidos.

- **4.1.6.** La presente norma no será aplicable a las descargas de operaciones de mantención de especies marinas, en las cuales, el agua de mar circulante es utilizada, exclusivamente, para sustentar la respiración, regulación osmótica y la eventual, alimentación de los individuos.

**6) Punto 4.4.2 Descargas de
residuos líquidos dentro de la ZPL.
Tabla 4**

**a) Coliformes Fecales NMP/100ml
1000 – 70***

() = En áreas aptas par la acuicultura y áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, no se deben sobrepasar los 70NMP/100ml.*

**6) Punto 4.4.2 Descargas de
residuos líquidos dentro de la ZPL.
Tabla 4**

a) Coliformes Fecales NMP/100ml 1000 – 14*

() = En áreas aptas para la acuicultura en al cuales, opere al menos un centro de acuicultura y en áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, cuyos productos para consumo humano directo requieran provenir de aguas tipo A, de acuerdo a las exigencias de los mercados de destino de las exportaciones, no se deben sobrepasar los 14 NMP/100ml.*

5) Punto 4.4.3 Descargas fuera de la zona de protección litoral.

- *Las descargas de las fuentes emisoras, cuyos puntos de vertimiento se encuentren fuera de la zona de protección litoral, no deberán sobrepasar los valores de concentración señalados en la Tabla N° 5.*

Se debe eliminar en la Tabla N° 5, la exigencia a partir del 10° año de vigencia del Decreto para ~~Aceites y Grasas~~, Sólidos Sedimentables y Sólidos Suspendidos Totales.

7) Punto 6.2 Consideraciones generales para el monitoreo

- **Párrafo 2.** Los contaminantes que deben ser considerados en el monitoreo serán los que se señalen en cada caso por la autoridad competente, atendido a la actividad que desarrolle la fuente emisora, los antecedentes disponibles y las condiciones de la descarga

7) Punto 6.2 Consideraciones generales para el monitoreo

- **Párrafo 2. Los contaminantes que deben ser considerados en el monitoreo serán los que se señalen por la autoridad competente, para cada actividad de acuerdo a su código CIU, atendido las condiciones de la descarga .**

8) Otros: Incorporación de los parámetros color y DQO.

- **Color: Debido a las diferentes variables que condicionan el color en el mar, se sugiere no normar el color en las tablas 4 y 5, en este proceso de revisión.**
- **DQO: este parámetro en el agua de mar presenta una gran variabilidad, no es conservativo, por lo cual, no es un parámetro muy representativo, en agua de mar.**

8) Otros: Incorporación de los parámetros AOX y toxicidad.

- **AOX:** Existen muy pocas mediciones a nivel nacional en el ámbito marino para este parámetro, por lo que es difícil conocer su comportamiento en el agua de mar. Por otro lado, existen algunas restricciones metodológicas que impiden medir concentraciones que sean confiables. Si bien, para el caso del agua dulce exista una metodología confiable, no es dable para el caso del agua de mar.
- **Toxicidad:** La toxicidad puede ser medida a través de un sinnúmero de variables, desde los típicos bioensayos agudos, así como los crónicos entre los más básicos hasta bioindicadores. A su vez, cada uno de ellos puede ser medido a través de distintos

600984



**EMISARIOS SUBMARINOS: ESTUDIO DEL
IMPACTO EN EL MEDIO MARINO DE LOS
PARÁMETROS SÓLIDOS SUSPENDIDOS
TOTALES, ACEITES Y GRASAS Y SÓLIDOS
SEDIMENTABLES**

**Laboratorio de Ecología
e Impactos Ambientales**

**Facultad de Ciencias del Mar
Y de Recursos Naturales**

Universidad de Valparaíso

Viña del Mar, diciembre de 2006

Resumen Ejecutivo

La entrada en vigencia del DS90/2000, que regula las emisiones de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, requiere que las empresas, como las sanitarias que descargan sus residuos líquidos al ecosistema marino, traten sus efluentes para alcanzar los límites máximos permisibles estipulados en el DS90/2000. Específicamente en lo relacionado con descargas al medio marino, la Tabla N° 5 de dicho cuerpo legal, establece que a partir del décimo año de vigencia de la norma, se reducen los límites máximos permitidos de aceites y grasas (A y G), sólidos suspendidos totales (S.S.) y sólidos sedimentables (S.SED) según lo siguiente:

Contaminante	Unidad	Expresión	Límite Máximo Permisible actual	Límite Máximo Permisible a partir del 10º año de vigencia del DS/2000
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	350	150
Sólidos Sedimentables	ml/h	S.SED	50	20
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	S.S.	700	300

Tales parámetros son de particular interés, ya que están directamente relacionados con la incorporación de materia orgánica al sistema lo cual implica un impacto en el ecosistema receptor.

Teniendo presente que de las distintas matrices asociadas al medio marino, el subsistema asociado al fondo, llamado sistema bentónico, tiene la capacidad de generar un registro del impacto en el ecosistema, tanto en el sedimento como en la biota, ya que en particular los principios ecológicos a nivel comunitario constituyen una herramienta útil y ampliamente utilizada en la evaluación del impacto ambiental.

Se ha realizado el presente estudio con el propósito de dimensionar los eventuales impactos ocasionados por las actuales descargas al medio marino de los efluentes de los emisarios submarinos de ESVAL

Considerando este objetivo, fueron seleccionadas dos áreas de estudio, Loma Larga y Quintero, ambas con presencia de emisarios submarinos de características diferentes entre si y que son representativas del conjunto de emisarios de la Empresa Esva S.A. en las zonas costeras de la V región. El primero de estos emisarios, Loma Larga, ha sido diseñado para descargar 6,0 m³/s, teniendo en la actualidad (2006) una descarga media anual de 1339,7 l/s. El segundo de los emisarios considerados es Quintero, diseñado para una descarga de 212 l/s, teniendo en la actualidad (2006) una descarga media de 56,1 l/s. Ambos emisarios se encuentran en el rango de obras bien diseñadas, según las exigencias actuales establecidas en la tabla N° 5 del DS90/2000, y que descargan a condiciones de mar abierto fuera de la Zona de Protección Litoral. Como sector control, fue seleccionado el sector de Montemar, ubicado en un área ausente de las descargas de aguas residuales proveniente de emisarios submarinos. Las campañas de muestreo se realizaron los días 16 y 17 de Octubre para Montemar y Loma Larga. La tercera campaña de muestreo en Quintero fue llevada a cabo el 3 de Noviembre de 2006.

Para evaluar el impacto diferencial de estos emisarios submarinos, que pudiesen haber ocasionado sobre su ecosistema aledaño, respecto de la zona control de baja intervención antropogénica, fue hecha una recopilación de antecedentes de los sectores de Loma Larga y Quintero. Este trabajo comprendió la compilación de resultados de monitoreos anteriores para los parámetros A y G, S.S. y S.SED. Del mismo modo fueron incluidas las series de tiempo de los estudios bentónicos efectuados por los programas de vigilancia ambiental (PVA) realizados hasta la fecha por Esva.

Durante el estudio se efectuaron los siguientes análisis, para la matriz de sedimentos: granulometría, Materia orgánica total (MOT), Carbono orgánico total (COT), Hidrocarburos totales (HCT), metales pesados (Cd, Zn, Hg y Pb) y pH. Paralelamente, para la matriz biológica se realizó un estudio ecológico de las

comunidades de organismos bentónicos, donde se estudió parámetros funcionales, estructurales y de distribución. Se realizó un análisis de metales pesados (Cd, Zn, Hg y Pb) en tejidos de organismos bentónicos recolectados en los sectores que comprende el estudio. Estos análisis fueron realizados en el Instituto de Ciencias Biológicas y Químicas de la Universidad de Valparaíso. Un bioensayo de toxicidad letal (CL50) y de toxicidad crónica se efectuó en la Facultad de Ciencias de Mar y Recursos Naturales, utilizando como organismo de prueba el camarón de roca (*Rhynchocinetes typus*) en distintos tratamientos con agua de mar filtrada y fracciones de agua residual proveniente del emisario de Loma Larga. En el Instituto de Ciencias Biológicas y Químicas de la Universidad de Valparaíso, se realizó al final de los bioensayos un estudio del epitelio germinal de machos y hembras de los organismos sobrevivientes de los distintos tratamientos control y con adición de aguas residuales pretratadas provenientes del emisario de Loma Larga.

Parámetros de estudio (A y G, S.S. y S.SED) en los PVAs

De las series temporales de los parámetros físico-químicos considerados en los PVA de los emisarios submarinos de Loma Larga y Quintero, se obtiene que las concentraciones de los parámetros aceites y grasas se han caracterizado, en la escala espacial y temporal, por presentar valores de concentración inferior a 5 mg/L. En el caso particular de los sólidos suspendidos totales los valores presentan distintos rangos de variación cuya mayor frecuencia de ubica entre 30 y 40 mg/L. En ambos sistemas de emisario los valores son superiores a los establecidos en el ELB del emisario submarino de Quintero y otros sectores de la zona sur, pero comparables con el punto control en Quirilluca, ubicado hacia el norte de la descarga del emisario submarino a más de 9km de distancia. Dada la lejanía de este punto y la orografía de la bahía es improbable que este sector tenga influencia de la pluma y su deriva.

Así los parámetros sólidos suspendidos totales, sólidos sedimentables y aceites y grasas son metabolizados en la columna de agua vía oxidación y otra parte es depositada en el fondo marino, en la matriz de sedimentos, y dependiendo de la intensidad de estos procesos, el efecto sobre la biota puede ser

variable. Dependiendo cual es el nivel de estudio el efecto puede ser registrado vía metabolismo y fisiología del organismo, alteración o modificación conductual, de particular interés la reproductiva, alteración a nivel poblacional a través de la modificación de parámetros como la tasa intrínseca de crecimiento, valor neto reproductivo, tiempo generacional o a nivel comunitario a través de modificaciones en la estructura comunitaria, patrones de abundancia y funciones derivadas como la diversidad específica, última componente que tiene la particularidad de actuar como un registro acumulativo de la actividad antropogénica sobre el medio bentónico.

Matriz de sedimentos

Área del emisario de Loma Larga

Para el parámetro Materia orgánica total (MOT) se observa un incremento de norte a sur, principalmente las estaciones 10, 11 y 12 ubicadas al sur del punto de descarga. Estas estaciones presentan valores de MOT superiores al 3 % considerado normal en Loma Larga (Estudio de Línea Base). Sus valores son moderados (min. 0,68 - máx. 6,18 %) y caen dentro de un rango normal al compararlo con otros lugares de Chile sometidos a algún tipo de actividad antropogénica (>16,82 Bahía San Vicente, Ahumada 1992).

De la misma forma el valor de pH, con un rango entre 7,2 y 7,5, se presenta sin mayores variaciones dentro de los sedimentos estudiados, valores normales para sedimentos marinos de Chile Central.

Los valores estimados de Carbono orgánico total (COT) son bajos comparados con otros lugares de Chile (> 10,87 % Bahía de Concepción, Rudolph (1984)); estos seguirían una orientación norte - sur (min. 0,122 - máx. 3,23 %). Los Hidrocarburos totales (HCT) muestran valores moderados y altos (min. 1,25 - máx. 32,64 µg/g) comparados con otros lugares de Chile.

Área del emisario de Quintero

Los valores de MOT determinados en la zona de estudio fueron bajos en general para todas las estaciones, exceptuando la estación 6. No obstante, estos valores son considerados moderadamente bajos, y están lejos de valores

registrados en lugares declarados contaminados por la literatura encontrada (min. 0,55 - máx. 7,12 %).

El pH se observa valores superiores a 7 lo que indicaría valores normales para los fondos marinos de Quintero.

El COT encontrado muestra valores bajos, sólo la estación 6 presenta valores algo más altos comparados con la literatura citada, pero que no indican algún grado de toxicidad (min. 0,182 - máx. 3,215 %).

Las concentraciones de HCT encontrados se observan en el rango de min. 0,35 - máx. 27,48 µg/g. Estos valores son moderados y altos al ser comparados con concentraciones encontradas en distintas playas de la zona central de Chile.

Área del sector control de Montemar

Los sedimentos de Montemar, área sin emisarios, presentan valores moderados de MOT (min. 2,01 - máx. 3,68 %).

El COT se encontró un rango entre min. 0,502-máx.1,003 %.

El pH registrado de estos sedimentos está sobre 7 considerándose normal en sedimentos marinos no impactados.

De la misma forma las concentraciones de HCT fueron bajas y no presentan algún patrón de distribución en este sector (min. 1,38 -máx. 5,43 µg/g).

Los valores encontrados en los dos sectores de emisarios submarinos (Loma Larga y Quintero) para estos parámetros (MOT, COT, HCT y pH) no representan un impacto para el ecosistema ya que los valores son bajos comparados con otros lugares afectados por actividades antropogénicas.

Metales pesados

El cinc se presenta en concentraciones moderadamente bajas en el sector de Loma Larga (26,1 – 85,4 mg/kg). Si se le compara con normas internacionales como OSPAR (Comisión Oslo-París) (Zn: 50 – 500 mg/kg), este metal pesado no está en concentraciones que impliquen peligro en el ecosistema. Lo mismo puede decirse de Quintero que a pesar de ser un sector de alta actividad portuaria e industrial no registra valores altos (8,2 – 59,5 mg/kg). Montemar presenta valores

(63,3 – 82 mg/kg), que se acercan a Loma Larga, pero menores que Quintero siendo estas concentraciones consideradas dentro de lo normal de un lugar sin intervención antropogénica.

Los valores de mercurio pueden considerarse bajos en general según criterios internacionales (OSPAR, Hg: 0,05 – 0,5 mg/kg). Loma Larga presenta una distribución norte-sur de bajas concentraciones que no implican peligro para el medio ambiente (0,052 – 0,456 mg/kg). Quintero registra los mayores valores, y al comparar con normas internacionales aparecen estaciones que se consideran intervenidas en escala media (0,181 – 0,868 mg/kg). Esto se explica por el tipo de actividades industriales de este puerto. Montemar presenta bajas concentraciones de este metal pesado en sus sedimentos (0,16 – 0,287 mg/kg).

Las concentraciones de plomo para los sedimentos de Loma Larga se presentan en general bajas y no representan un problema medio ambiental (1,7 – 26,8 mg/kg). Sus concentraciones están por debajo de normas medioambientales como OSPAR (Pb: 5 – 50 mg/kg). Quintero presenta valores algo más altos (13,0 – 55,8 mg/kg), pero sus valores están dentro de los rangos aceptables para el ecosistema, sólo dos estaciones (4 y 11) sobre pasaron el límite de 50 mg/kg. Se debe considerar que ésta bahía es puerto de minerales de cobre, puerto de graneles, carga general, químicos e hidrocarburos. Montemar presentó concentraciones bajas en el rango de 0,64 y 16,6 mg/kg.

Metales pesados medidos en organismos bentónicos

H.heliantus ("sol de mar") presenta las mayores concentraciones de plomo en el sector de Loma Larga con 32,4 y 31,6 mg/kg. *P.purpuratus* ("chorito maico") presentó elevadas concentraciones de cinc en el sector de Loma Larga con 142 y 243 mg/kg convirtiéndose en el organismo bentónico que más concentró este metal en sus tejidos. *Ch. magnificus* (Chitón o "apretador") presentó la mayor concentración de mercurio en sus tejidos 2,16 mg/kg.

En Quintero *Ch. magnificus* presenta altas concentraciones de cadmio 8,11 mg/kg. En el sector de Quintero el plomo es concentrado por todos los organismos incluidos en este informe, además presenta las mayores concentraciones

comparado con los otros organismos de los otros sectores del estudio. *Colisella* sp. ("sombbrero chino") concentró la mayor cantidad de cinc en sus tejidos. De la misma forma este herbívoro concentró mercurio en concentraciones en mayores cantidades que otros organismos de este estudio.

En Montemar, área control, *C.concholepas* tiende a concentrar Cadmio en mayores cantidades que el resto de los organismos estudiados, lo mismo se da para mercurio donde también se observaron altas concentraciones. El cinc es concentrado en mayor proporción por *A.echinatha* (Chiton o "apretador"). El plomo es concentrado por todos los organismos del estudio, *A.echinatha* observa altas concentraciones de plomo.

Bentos (comunidades de organismos del fondo marino)

Los sectores estudiados registraron alta riqueza de especies, sobre 50 taxa. La composición taxonómica estuvo representada principalmente por poliquetos, crustáceos y moluscos. Los mayores registros de densidad y biomasa se observaron en los fondos blandos del sector de Montemar. Sin embargo, la diversidad y uniformidad presentaron valores bajos en esta zona con respecto a los registrados en Loma Larga y Quintero. Los organismos dominantes en Loma Larga, Quintero y Montemar corresponden a Ampharetidae, *Metharpinia longorostris* y *Nucula pisum*, respectivamente.

Loma Larga y Quintero se presentan en general con configuraciones características de ambientes no perturbados.

Bioensayo

El organismo del intermareal *Rhynchocinetes typus* o camarón de roca fue sometido a una prueba de toxicidad para determinar la concentración o cantidad de contaminante que provoque una respuesta específica.

En este organismo se le realizó una prueba de toxicidad letal durante 96 hrs.

Para tal efecto los animales fueron sometidos a distintas concentraciones (80%, 85%, 90% y 95% de agua de mar filtrada más agua proveniente del efluente de Loma Larga. Se realizó una sola serie de 96 horas validando los

resultados en un gráfico de dosis/respuesta del cual se obtiene la tendencia por interpolación gráfica simple.

La interpolación gráfica permitió determinar el valor de la Concentración media Letal para el 50% de los organismos en una dilución de $>80\%$ y $< 85\%$ de agua de mar con agua dulce. Dado que la mortalidad de los especímenes no ocurre por la presencia de agua dulce según el ensayo preliminar en este medio de dilución, las mortalidades registradas corresponden a la presencia de alterágenos con efectos letales presentes en las aguas residuales.

Para determinar los efectos de la dilución de aguas urbanas en agua de mar en condiciones de mediano plazo (30 días), se preparó una serie de diluciones en el rango de 85 a 95% de agua de mar con agua residual pretratada proveniente del emisario de Loma Larga.

Finalmente, se puede inferir que el agua de mar con 5% de aguas residuales de carácter predominantemente urbana no tiene efectos visibles en un período de 30 días. Considerando lo anterior puede concluirse que en condiciones naturales no deberían producirse alteraciones en el desarrollo de estos organismos marinos ya que la influencia del efluente proveniente del emisario una vez que entra en contacto con el medio marino presenta concentraciones mucho menores a las utilizadas en estas pruebas (existe una dilución de 1:100 a lo menos).

La Concentración Media Letal de agua residual pretratada proveniente del emisario de Loma Larga diluida en agua de mar está en un rango cercano al 85% agua de mar y 15% agua del emisario.

El efecto letal en condiciones de ensayo crónico está relacionado con la inducción a la muda de los camarones.

Existe un efecto de aletargamiento con diluciones crecientes de agua de Mar.

Análisis Epitelial Gonádico

Tanto en la gónada masculina como femenina del camarón de roca son órganos muy lábiles donde ocurren procesos delicados de multiplicación y

diferenciación celular finamente regulados, y por lo tanto muy susceptibles de ser alterados por agentes externos; lo que permite su uso como potenciales bioindicadores.

Para este fin los animales sobrevivientes del bioensayo crónico fueron procesados buscando si hubo algún indicio de alteración por el tratamiento aplicado.

Como resultado los machos no se ven afectados por los distintos tratamientos. Aparentemente no se observa grandes diferencias entre los tratamientos y el control.

Algunas hembras de los tratamientos C87 y C90, (87% y 90% agua de mar y aguas residuales del emisario de Loma Larga), mostraron un retraso en la formación de vitelo en los huevos y que cumplirá como reserva de energía. No obstante no se puede argumentar que esto ocurre por las características del agua residual, ya que el número de animales tratados es muy reducido. Otras razones puede ser la falta de alimento durante el bioensayo y sumado al tratamiento mismo podría provocar ese efecto en las hembras.

Síntesis final del conjunto de estudios realizados.

- 1) A la luz de los resultados obtenidos en las dos zonas estudiadas con presencia de descargas, las cuales han recibido descargas de aguas servidas pretratadas por más de 7 años, con un caudal que supera en promedio los 2 m³/s, como es el caso de Loma Larga, y luego de la contrastación una zona de control que no presenta influencia de aguas residuales (Montemar), puede afirmarse que se mantienen las actuales condiciones de funcionamiento de los emisarios submarinos, en donde, entre otros, se cumplen los límites máximos actualmente establecidos en la tabla N° 5 de el DS.90 vigente (antes de la modificación prevista para el 10° año de su aplicación) para los parámetros: sólidos suspendidos totales (S.S.), sólidos sedimentables (S.SED) y aceites y grasas (A y G); el impacto sobre los ecosistemas costeros en las zonas de descarga de emisarios submarinos, ha sido mínimo y sólo localizado en una pequeña "área de sacrificio" cercana al punto de vertimiento de ambos emisarios.

- 2) La comparación entre dicha zona de influencia de ambos emisarios y la zona "patrón" de Montemar (Ver Tabla Resumen), no demuestra para las diferentes matrices y parámetros investigados diferencias tan marcadas como que hagan presuponer que la actual exigencia considerada por el DS. 90 en su Tabla N° 5 y antes del cambio en los parámetros S.S., S.SED y A y G implique un impacto diferencial destacable a la ecología y biota afectada.
- 3) Por ello se puede concluir que en general los resultados de los estudios realizados en las dos áreas con emisarios; Loma Larga y Quintero, más los bioensayos efectuados en laboratorio, reflejan una mínima alteración en la zona inmediata al punto de vertimiento y en las comunidades marinas que habitan áreas cercanas. De lo anterior se desprende en definitiva que de rebajarse los actuales límites para los parámetros sólidos suspendidos totales (S.S.), sólidos sedimentables (S.SED) y aceites y grasas (A y G) establecidos en la tabla N° 5 del DS 90 la ganancia medio ambiental sería mínima, y ésta sólo estaría representada por el área cercana al vertimiento de los emisarios submarinos.

Tabla Resumen

Parámetro	Montemar	Loma Larga	Quintero
Datos de PVAs-Efluente			
A y G		BLMP	BLMP
S.S.		BLMP	BLMP
S.SED			BLMP
Sedimentos:			
Granulometría	LG	AMF-LG	AMF-LG
MOT	M	M	M
COT	M-B	M-B	M-B
HCT	M	M-A	M-A
pH	N	N	N
Metales pesados			
Cadmio	ND	ND	ND
Cinc	B	B	B
Mercurio	B	B	M
Plomo	B	B	B
Metales pesados Organismos			
Cadmio	M-A	M-A	M-A
Cinc	M-A	M-A	M-A
Mercurio	M-A	A	M-A
Plomo	A	M-A	A
Matriz biológica Bentos			
Estructura			
Densidad	A	MA	MA
biomasa	A	MA	MA
Composición especies	Depositívoros	Depositívoros	Carnívoros
Diversidad	B	A	A
Bioensayo			
Toxicidad Letal (96 hrs)		SE	
Toxicidad Crónica (30 días)		SE	
Estudio tejido gónadas de camarón de roca			
Machos		NA	
Hembras		NA	
LG:Limo Grueso	M-B: Moderado a bajo	SE: Sin Efecto	BLMP: Bajo Limite Máximo Permissible
AMF: Arena muy fina	ND: No detectado	NA: No Alterado	
M: Moderado	B: Bajo	N: Normal	
M-A: Moderado a alto	A: Alto		

8.- Conclusiones

000996

► Los parámetros estructurales, composición de especies dominantes, densidad y biomasa, difieren entre los sectores. Montemar registró la mayor densidad y biomasa. En Loma Larga se registró mayor densidad que en Quintero. En éste último lugar se registró mayor biomasa que en Loma Larga. Estos valores indican que la localidad de Montemar por características naturales propias presenta valores más elevados de biomasa y densidad, por lo tanto, la actividad de las áreas con emisarios no están claramente afectadas en relación a éstos parámetros estructurales.

Con respecto a la composición de especies, en los tres sectores se registraron principalmente organismos depositívoros (que se alimentan de materia orgánica depositada en los fondos). Sin embargo, en Quintero se registró la aparición y dominancia de *Metharpinia longirostris*, anfípodo de hábito alimentario principalmente carnívoro. Además, se registró *Ampelisca* sp., anfípodo de hábito suspensívoro, con casi el 90% de ocurrencia. La aparición de este tipo de organismos se debe probablemente al tipo de sedimento predominante en Quintero, arena medianamente fina.

► Los parámetros funcionales, riqueza de especies, diversidad y uniformidad, mostraron gran variabilidad entre sectores y al interior de los tres sectores estudiados.

En general, los mayores registros de diversidad biológica se obtuvieron en Quintero, área con emisario, con valores sobre 2 nats (diversidad en base a logaritmo natural), excepto hacia las estaciones más alejadas en que se observa una disminución hasta valores cercanos a 1,75 nats. Con relación a este parámetro, en Montemar se registraron los menores valores, entre 1,21 y 1,70 nats. Estos bajos registros reflejan principalmente la codominancia observada en las comunidades de Montemar. Este parámetro no indica contaminación de los fondos en las áreas estudiadas.

► Las curvas ABC, complementadas con el estadístico *W*, reflejan la heterogeneidad de los sectores de Loma Larga y Quintero, al contrario de lo que ocurre en Montemar, donde los registros son cercanos a cero, debido probablemente a la alta densidad de las especies que codominan la estructura comunitaria.

En Loma Larga se observa que los menores registros del estadístico *W* coinciden con los puntos cercanos al área de sacrificio, estaciones del anillo concéntrico I y las estaciones 7 y 10 dispuestas hacia el sur. Por otro lado, en Quintero se registraron los menores valores del estadístico *W* en las estaciones 6 y 8, a 100 m del punto de descarga, pertenecientes al anillo concéntrico II, correspondientes además a las estaciones más alejada y más cercana a la costa, respectivamente.

► El escalamiento multimendional no-métrico, de acuerdo al factor sitio, refleja claramente la diferencia entre los tres sectores estudiados, destacando la alta homogeneidad de las estaciones de muestreo del sector de Montemar. No obstante, esta técnica, según el factor espacial, refleja que en Loma Larga las estaciones de las transectas I y II, dispuestas hacia el norte y hacia el sur, respectivamente, tienden a ser más similares entre ellas. De acuerdo a este mismo factor, en Quintero no se observan diferencias, sino un distanciamiento entre las estaciones más extremas, estaciones 12 y 15.

► Las concentraciones de metales pesados (Zn, Cd, Hg y Pb) en los sedimentos fueron registradas y comparadas en las tres áreas de estudio, lo cual entregó como resultado que sus valores están dentro de lo considerado moderado o bajo en los lugares estudiados, no observándose a la fecha de los muestreos (noviembre 2006) efectos negativos de las descargas sobre los sedimentos del fondo.

- ▶ El análisis de las concentraciones de metales pesados (Zn, Cd, Hg y Pb) en los tejidos de organismos marinos recolectados en las tres áreas de estudio fueron registradas y comparadas, lo cual entregó valores dentro del rango normal considerando diferencias de concentraciones según el nivel trófico al cual pertenecen (herbivoros y carnivoros). No existe una asociación entre el caudal de los emisarios y los niveles de concentración encontrados en la zona costera aledaña a los emisarios.

- ▶ Los sedimentos marinos para las tres áreas del estudio fueron caracterizados y comparados según su composición de sedimento (granulometría), materia orgánica total, carbono orgánico total, hidrocarburos totales y pH. Concluyéndose, que los valores de estos parámetros se encuentran en rangos considerados normales según estudios a nivel nacional como internacional, por lo tanto no es posible afirmar que hay un impacto significativo en éstas variables de medidas en los sedimentos marinos.

- ▶ El bioensayo de toxicidad letal (CL50) realizado con el organismo marino *Rhynchocinetes typus* (camarón de roca) mostró que esta prueba efectuada durante 96 horas no registró muertes en los animales de los distintos tratamientos (diluciones de agua de mar y partes del agua residual proveniente del emisario de Loma Larga). Para el bioensayo de toxicidad crónica realizado durante un mes se registraron algunas muertes en los tratamientos más extremos (mayor concentración de agua residual), sin embargo esta mortalidad no es posible asociarla a través de una relación que explique claramente si la causa de la muerte de estos animales es debido exclusivamente a las aguas residuales provenientes del emisario de Loma Larga. A la luz de estos resultados debe considerarse que los distintos tratamientos usados (85 %, 87 %, 90 % y 95% de agua de mar más el efluente) en los bioensayos fueron concentraciones bastante más elevadas que las existentes en promedio en el área de influencia o de sacrificio de los emisarios en la zona costera.

► El estudio histológico en el tejido epitelial gonádico de machos y hembras de *Rhynchocinetes typus* efectuado en los animales que sobrevivieron el bioensayo crónico entregó como resultado que no hubo daño aparente en las gónadas de machos. Las hembras de los tratamientos más extremos, o mayor cantidad de efluente (87 y 90% de agua de mar) se vieron afectadas en su producción de vitelo (vitelogénesis). No obstante, esto pudo deberse a la falta de alimentación artificial que estipula el método del bioensayo, lo cual se suma al estrés producido por el ambiente artificial del acuario y el nivel de agua dulce incorporado en los tratamientos. Considerando lo anterior puede concluirse que en condiciones naturales no deberían producirse alteraciones en el desarrollo de estos organismos marinos ya que la influencia del efluente proveniente del emisario una vez que entra en contacto con el medio marino presenta concentraciones mucho menores a las utilizadas en estas pruebas.

► De los antecedente proporcionados por el ELB de los emisarios submarinos de Loma Larga y Quintero, se determinó que la descarga de los efluentes con tratamiento preliminar, de ambos emisarios submarinos, se ha caracterizado como aguas servidas urbanas con predominancia de su origen doméstico dónde los parámetros medidos no superan los límites máximo permisibles definidos en la tabla N° 5 del DS90/2000 vigente a la fecha.

► Operacionalmente, ambos emisarios submarinos han sido eficientes en la dilución de los parámetros incorporados dentro del plan de vigilancia ya que concentraciones de coliformes fecales registradas en el medio marino son lejanas de aquellos valores esperados para la zona de tratamiento marino.

► De la variabilidad temporal y espacial de los parámetros físico-químicos considerados en el PVA (S.S., S.SED y A y G) de ambos emisarios submarinos se obtiene que los S.S tienden a ser mayores en la zona centro-sur del área de estudio del emisario submarino de Loma Larga y en la zona más costera del área de estudio del emisario submarino de Quintero, sin embargo los valores tienden a ser cercanos al registrado en la estación control norte Quirilluca (>9km respecto a la descarga del emisario submarino). Por otra parte el parámetro aceites y grasas se han caracterizado por valores de concentración <5mg/l, valor bastante inferior al permitido de 20 mg/l.

► Considerando los resultados y conclusiones entregadas por cada parte de este estudio, en donde se ha estudiado dos zonas de descarga de emisarios submarinos (Loma Larga y Quintero) y han sido contrastadas con una zona de control que no presenta influencia de aguas residuales (Montemar). Puede concluirse que de mantenerse las actuales condiciones de funcionamiento de los emisarios submarinos, en donde, entre otros, se cumplen los límites máximos vigentes establecidos en la tabla N° 5 del DS.90 para los parámetros: sólidos suspendidos totales (S.S.), sólidos sedimentables (S.SED) y aceites y grasas (A y G), el impacto sobre los ecosistemas costeros en las zonas de descarga de emisarios submarinos, ha sido sólo en una pequeña "área de sacrificio" cercana al punto de vertimiento y que se circunscribe al área más inmediata de los puntos de descarga.

En general se puede concluir que los resultados de los estudios realizados en las dos áreas con emisarios; Loma Larga y Quintero, más los bioensayos efectuados en laboratorio, reflejan una mínima alteración en la zona inmediata al punto de vertimiento y en las comunidades marinas que habitan áreas cercanas.

ESVAL S.A.

ITAMB-148

ESVAL S.A.

PROYECTO : **SANEAMIENTO DEL LITORAL – V REGION.**

INFORME TECNICO : ITAMB-148, de Agosto del 2007

MATERIA : “ANALISIS CIENTIFICO - TECNICO DE LA VALIDEZ TEORICA Y PRACTICA DEL METODO DE CALCULO DE LA ZPL DEL D.S. 90”

REFERENCIA :
1) D.S. 90
2) DIRECTIVA ORDINARIO N° 001/ 98. DGTM Y MM
3) INF FINAL DE INGESA SOBRE DS 90

CARÁCTER : INFORME TECNICO

ELABORADO POR:

Raúl Galindo U.
Profesor - Ingeniero Civil
Asesor Ambiental

INDICE TEMÁTICO.

1. RESUMEN EJECUTIVO Y CONCLUSIONES.
2. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS
3. METODOLOGÍA A APLICAR
4. DESARROLLO DEL ANALISIS
 - 4.1. Zonas marinas características adyacentes a la línea de costa
 - 4.2. Ecología básica de la zona de rompiente
 - 4.3. Olas
 - 4.4. Corrientes
 - 4.5. Hidrodinámica y morfología de playas
 - 4.6. Transporte, dispersión y asimilación de contaminantes en la zona litoral
 - 4.7. Definición de la longitud de la zona de rompiente
5. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS ANTECEDENTES
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. RESUMEN EJECUTIVO Y CONCLUSIONES.

01. El presente **Informe Técnico ITAMB-148** tiene por finalidad evaluar científica y técnicamente las bases que soportan el concepto de ZPL que incluye el D.S. 90 para seccionar los criterios de exigencias de descargas de aguas residuales al medio marino, su fundamento ambiental y ámbito de aplicabilidad. Evaluar en definitiva críticamente la validez de la fórmula que define el ancho de la ZPL, según el D.S. 90.

02. Del amplio análisis llevado a cabo de los temas relacionados, incluyendo algunos antecedentes estadísticos relevantes provenientes de la amplia experiencia de ESVAL en la operación de sus 9 emisarios submarinos, es posible concluir objetivamente lo siguiente:

- 1) El definir dos zonas características del medio marino aledaño a la costa para fines de establecer restricciones diferenciadas para la descarga de aguas residuales, no sólo es pertinente económicamente sino que científicamente, a partir del "estado del arte disponible" según se comprueba en el presente informe.
- 2) Con base en lo anterior, la definición de una ZPL en el D.S. 90, y de exigencias mayores para las descargas de aguas residuales dentro de ella, aparecen plenamente respaldados.
- 3) Por otro lado, se reconocen las grandes dificultades sistémicas y científicas para contar con un conocimiento amplio de la compleja ecología de esta ZPL, vista por cierto en términos genéricos. Sin embargo, bajo el amparo de la metodología del D.S. 90 establecida para su definición, resulta claramente demostrado en el presente informe, que en ella primó el buen juicio técnico y la prudencia, para asociarla con las condiciones oceanográficas propias de ella. Concretamente refiriéndolas a las propias de la denominada oceanográficamente "zona de rompiente".
- 4) Es claro que es precisamente su hidrodinámica y morfodinámica la que la hace especialmente sensible, no sólo para la ecología relevante que en ella se da, sino que por un evidente mayor riesgo de impacto contaminante del agua, la orilla de playa y los sedimentos, todos sistémicamente enlazados.
- 5) Visto así, la formulación propuesta por el D.S. 90 para fijar la dimensión de la ZPL, no sólo tiene un claro soporte científico, sino que una sencillez en su aplicación que la hace poco vulnerable a la interpretación subjetiva, y a estudios costosos y cuestionables. En el hecho la fórmula definida se encuentra plenamente dentro del rango de referencias científicas sobre el tema, y en la zona de mayor seguridad de éste.
- 6) Existirían sin embargo desde el origen de su fundamento científico, objeciones para su aplicación en lugares distintos de aquellos en que existan playas y una rompiente claramente definida. Por ejemplo este sería el caso de fiordos, lagos,

áreas sin oleaje o lugares de acantilados en donde la profundidad del agua en la orilla de mar excediera a la profundidad de $\frac{1}{2}$ la longitud de la ola característica. Sin embargo, en nada invalida esto su aplicabilidad en la gran generalidad de los otros casos, pudiéndose sólo para esos especiales dejar al arbitrio de la autoridad ambiental, su mejor decisión sobre las bases específicas exigibles para su aprobación.

- 7) En nada contribuiría al tema, que para solucionar esos casos particulares, se normara la definición de la ZPL sobre la base de estudios ecológicos complejos. Dada la propia complejidad sistémica de esa zona adyacente a la orilla de playa, y la aún precaria base de conocimiento científico integrado que sobre ellas se posee, esa propuesta derivaría en fundamentaciones de dudosa confiabilidad y ampliamente cuestionables.
- 8) Al respecto es más que evidente que en la claridad y sencillez de la actual normativa, con razonables bases científicas, radica su ventaja, aplicabilidad y resultados en su mayoría exitosos hasta la fecha. De ella se han logrado beneficios incuestionables para la protección y mejoramiento de los ambientes marinos de nuestro país.

2. INTRODUCCION Y OBJETIVOS.

03. ESVAL S. A. ha dado cumplimiento recientemente a un ambicioso plan de saneamiento de todas las localidades de su área de concesión, dando adecuado tratamiento y disposición final a sus efluentes, en conformidad a la normativa nacional vigente. Con esto, la V Región ha pasado a ser la primera que cuenta con una situación privilegiada de esta naturaleza en el ámbito nacional.

04. Para una región con un extenso litoral de importancia turística y económica clave, lo anterior conforma un logro mayor, atendido el prolongado y costoso esfuerzo que ha sido necesario llevar a cabo por largos años, para dar cumplimiento a la meta trazada. Por esta misma condición geográfica, en numerosas localidades costeras de importancia tanto regional como nacional - entre las que se encuentran Valparaíso su capital regional y principal puerto de la Nación, y Viña del Mar centro turístico internacional - se ha adoptado como solución para la disposición de mejor "costo-efectividad" la combinación de "tratamiento preliminar – emisario submarino". Dicha solución es plenamente compatible con la exigente normativa nacional contenida en el D.S. 90 actualmente vigente.

05. El Decreto Supremo N° 90/2000, "Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales" fue publicado en el Diario Oficial el 7 de marzo del año 2001, encontrándose vigente desde el 7 de septiembre de 2001, y su objetivo es prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a cuerpos de aguas (superficiales continentales o marinos).

06. El Decreto Supremo N° 90/2000 fue desarrollado bajo el marco del Decreto 93/95, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que establece el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión. Este Decreto 93/95 establece, en su artículo 36°, que toda norma de calidad y de emisión será revisada a lo menos cada 5 años. Por ello, el Decreto Supremo 90/2000 debe ser revisado durante el año 2006 para dar cumplimiento a lo establecido en el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión.

07. El proceso de revisión de dicha normativa se ha venido cumpliendo programadamente bajo el alero de la CONAMA, habiéndose dado término a la fecha a un importante hito; la preparación de un estudio desarrollado por la consultora INGESA bajo el título de: **ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA: ANTECEDENTES PARA LA REVISIÓN DEL DECRETO SUPREMO 90/2000, "NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE**

RESIDUOS LIQUIDOS A AGUAS MARINAS Y CONTINENTALES SUPERFICIALES”.

08. Concretamente en relación con este informe ITAMB-148, los técnicos de ESVAL S.A., que han seguido atentamente y participado del proceso antes señalado, aprecian que la viabilidad de la solución con combinación de “tratamiento preliminar – emisario submarino”, surge fundamentalmente de la Tabla N° 5 de dicho D.S. 90. En ella se fijan valores máximos de “emisión” para un amplio conjunto de parámetros para la condición denominada: “Descarga fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL)”.

09. Esos valores límites, suficientemente exigentes como para permitir una clara cobertura a factores de riesgo sanitario asociado al uso seguro del medio marino con diversos usos, económicos, recreacionales, y ecológico para las comunidades marinas, son enteramente compatibles con **“la descarga de aguas servidas de origen predominantemente domésticas, libres de niveles nocivos de sustancias tóxicas y otros compuestos perjudiciales para la biota marina y sus posibles usos económicos posteriores, tratados mediante procesos preliminares simples y dispuestas mediante un emisario submarino bien diseñado”.**

10. Más aún, muchos de los compuestos descargados bajo esas condiciones, constituyen valiosos nutrientes altamente asimilables por los procesos naturales que los ecosistemas vienen ejerciendo por siempre, y que actúan a través de la cadena alimentaria con incrementos de productividad primaria bruta. Estos últimos aunque localizados y de poca relevancia, conforman una situación altamente benéfica en mares abiertos de muy baja productividad, tal cual ocurre en el litoral chileno (abierto). De suyo, esto obviamente se ve justificado frente a la necesidad de dar solución a los no menos relevantes problemas sanitarios y ecológicos derivados de la creciente urbanización en ciudades costeras de nuestra Nación.

11. Todo lo anterior, apunta en resumen a que para todos los efectos de protección y control ambiental por una parte, como de diseño apropiado de un emisario submarino, **la denominada ZPL resulta clave.** Sin embargo, tanto de la aplicación práctica del D.S. 90 en lo pertinente como de la **DIRECTIVA METODOLOGICA DEL ORDINARIO N° 001/ 98 DE LA DGTM Y MM**, han surgido algunos problemas para su aplicación amplia en todo el territorio nacional.

12. La empresa ESVAL S.A., cuenta no obstante lo anterior en la actualidad, con la rica experiencia de haber podido concretar exitosamente la definición y aprobación de la ZPL para sus 9 emisarios submarinos en operación, todo bajo las exigencias y criterios metodológicos definidos por el D.S. 90 y la anterior Directiva de la DGTM Y MM.

13. El presente ITAMB-148 tiene entonces por objetivos los siguientes:

ESVAL S.A.

ITAMB-148

- a) Revisar la base científico – tecnológica que soportan el concepto de ZPL, su fundamento ambiental y ámbito de aplicabilidad.
- b) Complementar lo anterior, con la experiencia práctica obtenida por ESVAL en la definición de la ZPL de sus 9 emisarios submarinos, apoyando con ello la vigencia de sus supuestos.
- c) Evaluar en definitiva críticamente la validez de la fórmula que define el ancho de la ZPL, según el D.S. 90.

3. METODOLOGIA A APLICAR.

14. La hipótesis central de la importancia ecológica y económica de la ZPL para fines de configurar un límite entre 2 zonas marinas con diferentes exigencias, es que esta se encontraría referida básicamente a la denominada "zona de rompiente" adyacente a la playa. En consecuencia el enfoque del presente informe está centralmente referido a comprobar una adecuada fundamentación científico – técnica para su definición como tal, así como para establecer sus dimensiones, según se define en el D.S. 90.

15. La propuesta metodológica para este Informe ITAMB-148, es entonces la siguiente:

- Revisar el marco científico – técnico en que se fundamenta y justifica una ZPL asociada a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas (costa continental o insular, según define el D.S. 90 en su acápite 3.13. De ello evaluar su aplicabilidad teórico – práctico a toda condición que guarde relación con ese dominio en todo el territorio Nacional.
- Analizar y evaluar el origen y validez de la formula para la definición del ancho de la ZPL del D.S. 90 (acápites 3.13).
- De la experiencia en la gestión y operacional de ESVAL en la definición de la ZPL de sus emisarios submarinos y resultados concretos para el efectivo control y protección del medio ambiente marino asociado a ellos, respaldar los anteriores supuestos y aplicaciones.
- Analizar los antecedentes disponibles y concluir la conveniencia de mantener total o parcialmente la actual normativa en lo que respecta al cálculo de la ZPL o proponer mejoras si las hubiera.

4. DESARROLLO DEL ANALISIS.

16. En el eje de la definición conceptual de la ZPL del DS 90 (en su acápite 3.13), subyace un juicioso balance entre una norma de emisión (lo que propiamente es), con una norma de calidad asociada a una importante zona aledaña la orilla de playa, lugar de encuentro de intereses recreacionales, económicos y ecológicos que se desea proteger. La idea central estaría vinculada con la necesidad que dentro de esa zona las exigencias ambientales para cualquiera descarga de residuos líquidos sean obviamente y por lo mismo más altas, y que fuera de ella sean menores, pero se limite el riesgo de impacto de la "pluma" de la descarga sobre la primera.

4.1. Zonas marinas características adyacentes a la línea de costa.

17. Genéricamente la "Zona Litoral" en terminología técnica de playas, se conoce como una zona indefinida que se extiende mar adentro, desde la línea de playa hasta justo detrás de la zona de rompimiento o rompiente.

18. La "Zona de rompiente", es aquella a la cual convergen las olas provenientes de mar afuera con dirección a la costa, para iniciar su rompimiento. Esto ocurre típicamente en zona de profundidad de las aguas entre 5 a 10 m.

19. En términos muy genéricos es dado entonces definir 3 zonas características:

- **La zona intermareal:** que comprende la zona límite entre la playa y el agua, y que se produce como consecuencia de la variación de la marea propia del lugar (extremas) y la pendiente de la playa.
- **La zona de rompiente (Fig. N° 1):** que queda limitada entre la línea en donde se produce el "rompimiento" de las olas que se acercan a la playa, y la línea de costa (típicamente con profundidades hasta los 5 a 10 m. Normalmente comprende a la anterior.

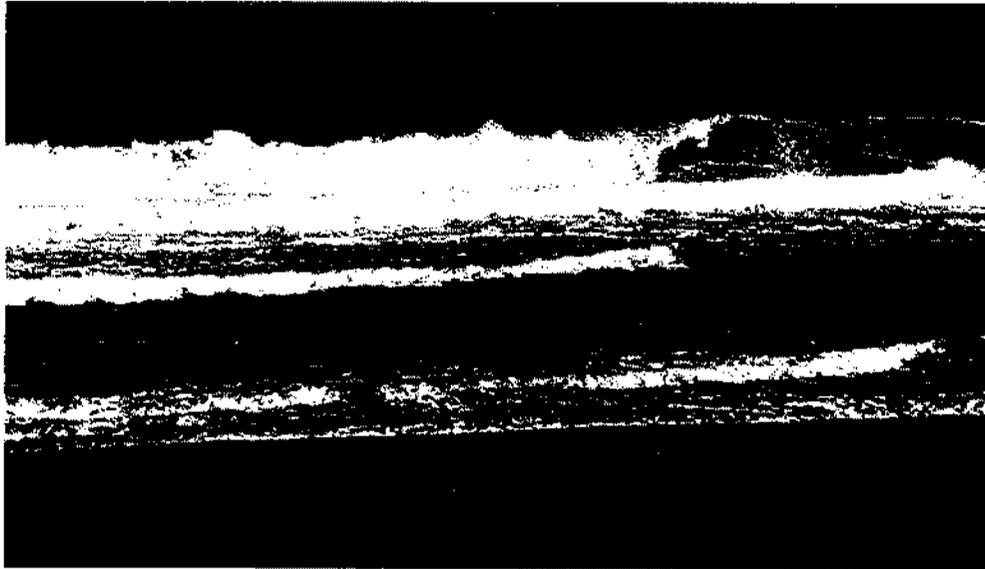


Fig. N° 1: Fotografía de la zona de rompiente

- **La zona marina exterior (Fig. N° 2):** mar afuera más allá de la zona de rompiente y con aguas más profundas.



Fig. N° 2: Fotografía en la zona litoral

4.2. Ecología básica de la zona de rompiente.

20. La ecología de la zona de rompiente es altamente compleja e importante. El paso de las olas en la superficie produce fluctuaciones de la presión hidrostática sobre el fondo en aguas someras (Putnam&Jonson, 1949; Carstens, 1968; Steel et al, 1970). La importancia biológica y química de este "bombeo submareal" ha sido descrita por diversos autores (Rudgers van der Loeff, 1981; McLachlan, 1983). En ella, la turbulencia inducida por la agitación, incrementa el consumo de oxígeno de los sedimentos (Carey, 1967; Davies, 1975; Snodgrass&Fay, 1987; Malan& McLachlan, 1991).

21. En la zona de rompiente muchos de los peces y crustáceos de la comunidad son larvales o juveniles, que utilizan las aguas someras como un hábitat de crianza ("nursery") (Lasiak, 1986; Robertson&Lenanton, 1984; Ross et al, 1987; Gibson et al, 1993; Santos&Nash, 1995). Ese ambiente aledaño a la costa es beneficioso para los peces juveniles como refugio de depredadores acuáticos, o proveen áreas de crecimiento potencial.

22. Por otro lado, los peces que viven en esa zona, deben lidiar con uno de los ambientes más turbulentos del mar: acción de olas, mareas, corrientes de orilla; los que producen un ambiente de alta energía. Sin embargo, la zona de rompiente es una interfase entre mar y tierra, que recibe nutrientes y detritos de ambos (Robertson&Lenanton, 1984).

23. La productividad de este flujo permite grandes poblaciones de pequeños invertebrados y crustáceos, que son repetitivamente descubiertos por el trasporte de la arena en la rompiente (McFarland, 1963; Naughton and Saloman, 1978; Modde and Ross, 1981; Ross et al. 1987; Santos and Nash, 1995). Proveen también así un ambiente de crianza para diversas especies de peces (Modde, 1980; Lenanton et al, 1982; Ruple, 1984; Lasiak, 1986; Senta and Kinoshita, 1985; Harris and Cyrus, 1996; Beyst et al., 1999; Suda et al., 2002)

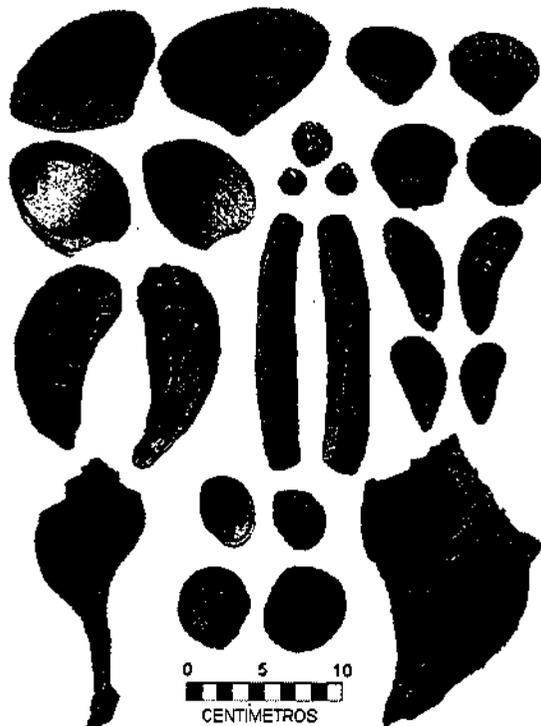


Fig. N° 3: Especies de la zona intermareal y submareal

24. En síntesis nos encontramos en una zona de rica bio-diversidad, y gran importancia ecológica "sistemicamente" muy compleja. Sobre ella, aún se conoce muy poco, resultando pretencioso basar en su estudio práctico, la definición de restricciones para su uso o eventual descarga de contaminantes. Lo propio y pertinente resultaría entonces, actuar con adecuada prudencia y razonables márgenes de seguridad para definir esos rangos de uso. Esto a partir de los fenómenos menos desconocidos científicamente, por ejemplo los oceanográficos. **Se estima que en esto el actual enfoque del D.S. 90, es más que adecuado.**

25. Adicionalmente dicha zona tiene en todo el mundo y obviamente en Chile, un alto interés económico – social, por tratarse de un recurso valioso escaso.

4.3. Olas.

26. Las olas en el agua son causadas por una perturbación de la superficie de la misma. La perturbación original puede ser causada por el viento, los temblores de tierra o la atracción gravitacional de la Luna y del Sol, etc. Las olas formadas por las

perturbaciones de los terremotos son los tsunamis. Las olas formadas por la atracción gravitacional de la Luna y del Sol son las mareas.

27. Después de que se forman las olas, se pueden propagar por la superficie del mar recorriendo miles de kilómetros. Las características de la propagación de las olas, ha sido materia de preocupación de diversas teorías por largo tiempo. Para fines prácticos normales, la teoría más útil sobre las olas es la lineal, o de las olas de pequeña amplitud.

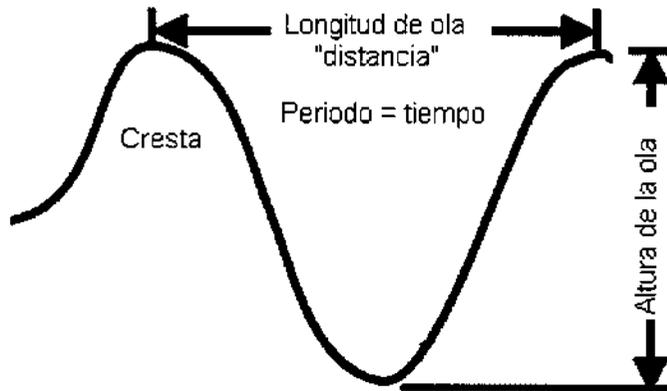


Fig. N° 4: Parámetros característicos de la ola.

28. En esencia, la teoría lineal de las olas sólo trata un tren de olas de la misma longitud y periodo en una profundidad constante de agua. A esto se le llama un tren monocromático de olas. La teoría lineal de las olas relaciona la longitud, el periodo y la profundidad de las olas (Fig. N° 4) con la siguiente ecuación:

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L}$$

En donde:

- L: longitud de la ola
- d: altura entre nivel medio del agua y fondo
- g: aceleración gravedad
- T: periodo de la ola

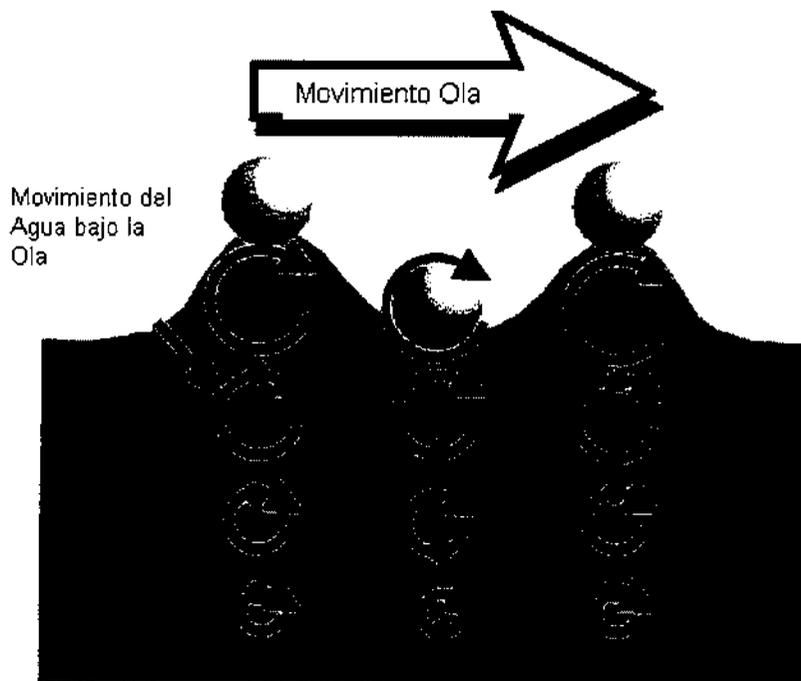
29. La altura de la ola, H, el cuarto valor necesario para definir por completo un tren monocromático de olas, es un valor independiente en la teoría lineal de las olas, pero no para las teorías de orden más alto.

- En aguas profundas, donde la profundidad relativa $d/L > 1/2$, la ecuación anterior queda:

$$L = \frac{gT^2}{2\pi}$$

- En aguas someras, donde $d/L < 1/25$, la ecuación se reduce a:

$$L = T\sqrt{gd}$$



Turbulencia despreciable bajo 1/2 longitud de Ola

Fig. N° 5: Movimiento del agua debajo de la ola.

30. Según esa misma teoría (parrf. 27 y 28) y de manera muy similar a la realidad, en una columna de agua sometida a oleaje, cada una de las partículas de agua sigue una órbita cerrada (Fig. N° 5). Regresan al mismo lugar con cada ola que pasa. En agua profunda, las órbitas son circulares y, en la poco profunda, son elípticas (Fig. N° 6).

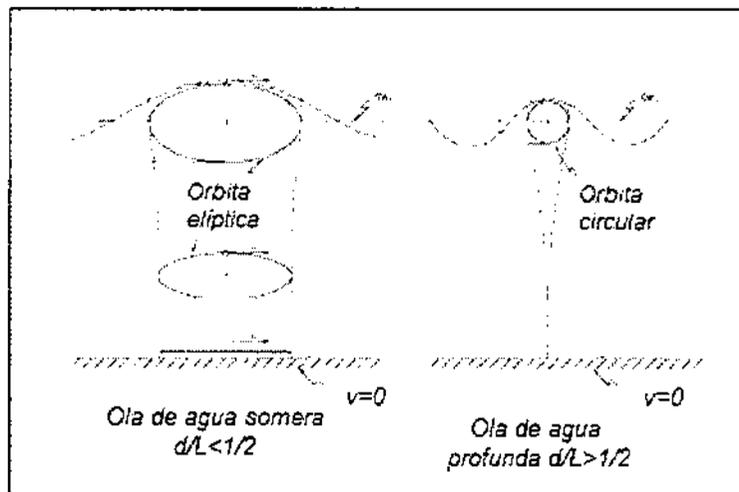


Fig. N° 6: Movimiento orbital bajo la ola para diferentes profundidades

31. Un aspecto altamente relevante para la finalidad del presente informe, es que por debajo de la profundidad del agua sometida a oleaje mayor a $\frac{1}{2} L$, la turbulencia inducida por la ola resulta despreciable.

4.4. Corrientes.

32. Adyacente a la costa, en particular en donde existe una morfología compleja que permite la transición desde una zona de playa hasta una zona de mar interior, se suelen encontrar dos tipos genéricos de corrientes:

- **La corriente costera (propriadamente tal):** Aguas afuera de la "zona o línea de rompiente" (párrf.19), el transporte de masa asociado a oleaje es mínimo (de segundo orden), y se le conoce como "drift". Ella esta relacionada centralmente con las mareas, los vientos, la morfología, el clima o balances de masas.
- **La corriente litoral (Fig. N° 7):** reconocida como cualquiera corriente en la zona litoral inducida centralmente por la acción de las olas. Se trata estas de

corrientes a lo largo de la costa, corrientes de deriva costera, corrientes "rip", etc.

33. Así las corrientes a lo largo de la playa son generadas por la aproximación oblicua de las olas a la playa y por las fuertes corrientes de fondo inducidas por las mismas olas. Estas tienden a desaparecer fuera de la zona de rompiente (Stive&Wind, 1986; Thorton&Gunza, 1986; Haines&Sallenger, 1994). Existen en la bibliografía especializada bases teóricas suficientes para demostrar que las corrientes vecinas a la costa, dependen del efecto radiativo de las olas y del excedente de momentum generado por las olas (Longuet, Higgins&Steward, 1964).

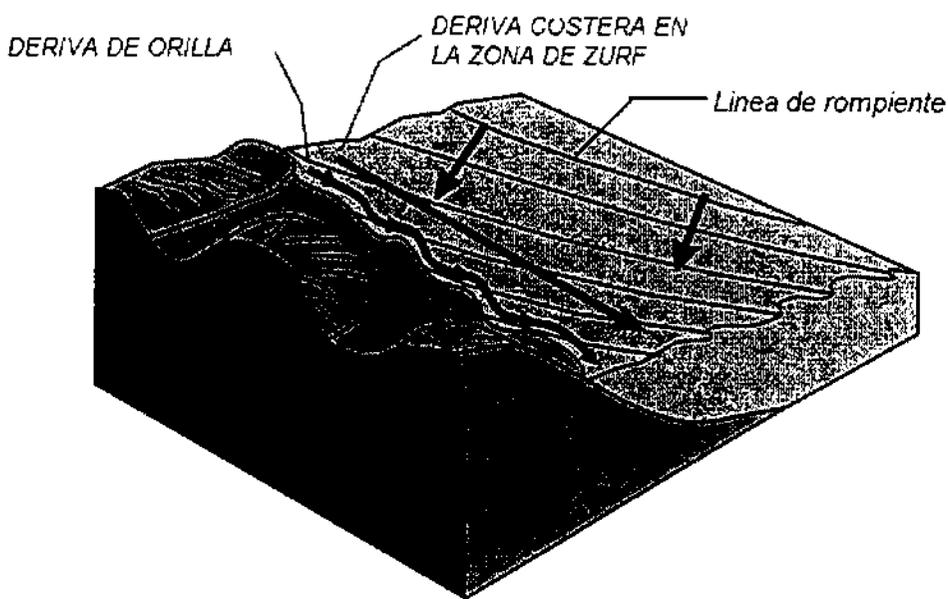


Fig. N° 7: Corrientes características en la zona litoral

34. La hidrodinámica es caracterizable de la siguiente forma. Gran parte del transporte másico ocurre en la parte superior de la ola (el denominado "roller"), y para satisfacer la continuidad en el sistema, se genera una corriente transversa que transporta masa (y típicamente sedimento) fuera de la playa.

35. No obstante lo anterior, la predicción de estas corrientes basadas únicamente en las olas de la rompiente y las condiciones del fondo (pendiente y rugosidad), pueden conducir a grandes errores al despreciar otros forzantes tales como el viento, la marea y los gradientes de presión (Withford&Thorton, 1993).

36. Por otro lado, los intercambios de masa y momentum entre la zona de rompiente (párrf. 19) y el agua más alejada de la playa ocurren principalmente a través de un patrón de flujo horizontal (Shepard and Inman, 1950) (Fig. N° 8 y Fig. N° 9). La angosta vía que conduce este flujo de compensación, se denomina normalmente corrientes "rip". Este fenómeno influencia el movimiento de fondo y modifica su forma cerca de la orilla de playa (Holman and Bowen, 1982), y puede ser relevante para el transporte de material fuera de la playa (Smith and Largier, 1995). La dinámica y forma de las corrientes "rip" es aún muy poco conocida.

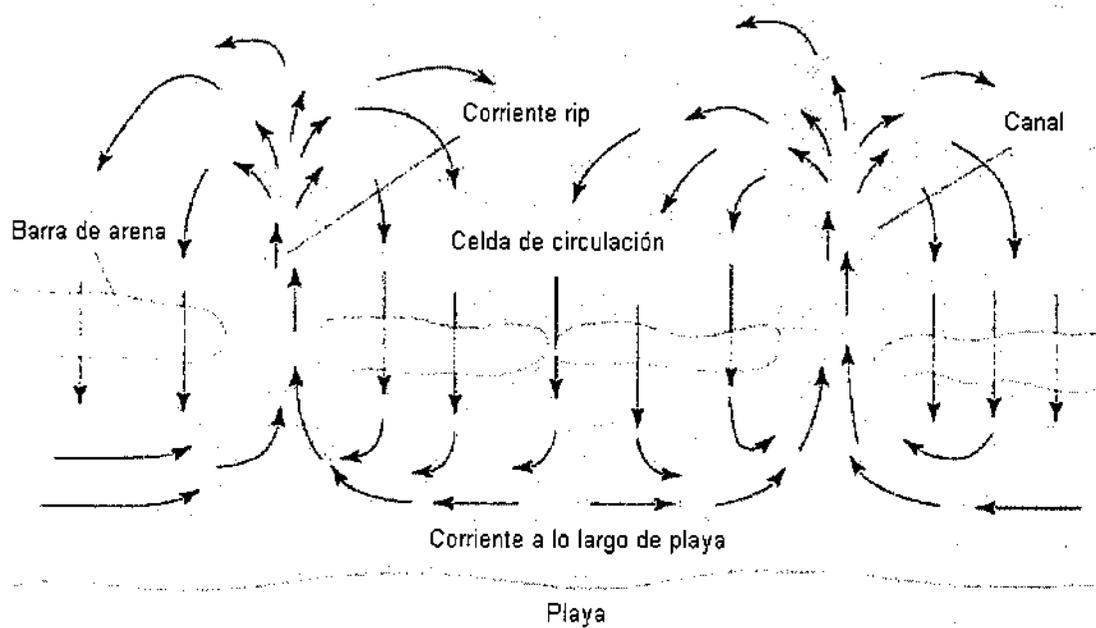


Fig. N° 8: Patrón esquemático de circulación en la zona de rompiente.



Fig. N° 9: Fotografía de la circulación en la zona de rompiente.

4.5. Hidrodinámica y morfología de playas

4.5.1. Transporte de sedimentos y movimiento de fondo.

37. Bajo condiciones de borde turbulentas, el esfuerzo cortante τ_o , está relacionado con la velocidad de corte U^* (Wiberg&Harris, 1994):

$$U^* = (\tau_o / \rho)^{1/2}$$

Donde ρ , es la densidad del agua.

38. La velocidad de corte puede ser relacionada con la media U de la corriente y la profundidad en el perfil de la columna de agua, según la siguiente ecuación de Von Karmann:

$$U_c(Z) = \left(U^*_c \ln \frac{Z}{Z_c} \right) / K$$

Donde:

K: es la constante de Karmann (0,4).

Zo: es la longitud de la rugosidad hidráulica (turbulenta)

39. "Zo" puede ser determinada por la intercepción vertical sobre la proyección del perfil logarítmico típica, en donde $U_c(Z) = 0$.

40. Esta velocidad de corte y espesor de la capa rugosa hidráulica, son los que determinan la morfología del fondo marino en profundidad. Las olas por su parte, tienen gran importancia sobre esta morfología de fondo en la zona de rompiente (párrf. 19).

41. En la zona litoral, la interacción de las olas y el flujo medio determina la magnitud del esfuerzo cortante en el fondo marino, el cual suspende sedimentos. La acción de las olas y corrientes sobre el lecho arenoso, experimentan una rugosidad de fondo efectiva, en general consistente con las representaciones semi – empíricas disponibles. Sin embargo, sólo un conocimiento exhaustivo de la combinación de fenómenos: olas, corrientes y forma del lecho marino; permitiría lograr una mayor precisión en la predicción del esfuerzo cortante de fondo, y el transporte de sedimentos derivado (Wiberg and Smith (1983); Trowbridge and Agrawal, 1995). Lamentablemente existe aún amplia deficiencia en la comprensión de los procesos disipativos asociados.

42. Además se debe tener en cuenta que, en la mayoría de los ambientes marinos vecinos a la playa, las corrientes forzadas por los vientos y mareas coexisten con las corrientes de olas propiamente tal. La fricción de fondo se incrementa por la acción combinada de todas aquellas, con lo que el "esfuerzo cortante" en el fondo resulta ser mayor que la simple suma lineal de todos esos factores.

43. Un efecto de interés mayor derivado de lo anterior, es el incremento relativo aparente del espesor de la "rugosidad hidráulica" (Z_o') respecto de la obtenida por simple extrapolación del perfil logarítmico de la velocidad de la corriente (Wright, 1995). Con ello resultan también afectados los procesos sedimentológicos de fondo y la dinámica morfológica de fondo.

44. Por todo lo señalado, las formulas clásicas de cálculo, presentan claras imprecisiones. **Todo lo cual debería implicar un alto grado de cautela, a la hora de tomar resguardos respecto de una zona de alta sensibilidad ecológica.**

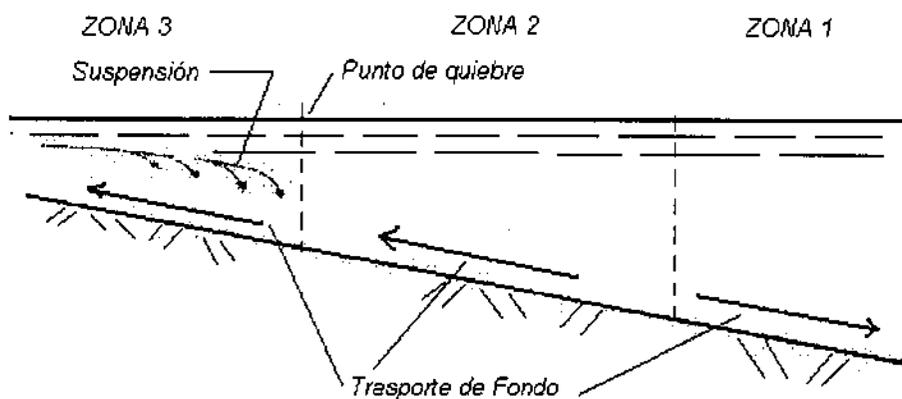
4.5.2. Dinámica de la zona de playa

45. Por otra parte, la playa puede ser vista como un balance de sedimentos con salidas e ingresos. Aún más, en el caso específico de una playa que parece no cambiar morfológicamente en el tiempo, esto no se trata de una situación estática, sino que de un "equilibrio dinámico" con balance perfecto entre dichas salidas y entradas de material.

46. En la zona de playas es posible identificar genéricamente 3 zonas (Fig. N° 10) que experimentan condiciones diferentes de transporte de sedimentos (Pethick 1984). Ello está asociado también en términos generales con la forma como las olas rompen y con el perfil de la playa.

FIG. N° 10.

ZONAS SIGNIFICATIVAS DE MOVIMIENTO DE MATERIAL



- **Zona 1:** con transporte de la ola con muy baja pérdida de energía y donde la profundidad es $> \frac{1}{2}$ la longitud de la ola. Estas no tocan el fondo marino. Sin

embargo, eventualmente las olas de temporal perturban los sedimentos produciendo un transporte neto de material de fondo pendiente abajo, y fuera de la zona de playa (hundimiento del sedimento).

- **Zona 2:** La separa de la anterior el área en donde las olas normales tocan fondo y perturban los sedimentos (línea teórica "nula"). Sin embargo esta zona queda en el hecho definida por esa "línea" y la zona de rompiente de la ola (párrf. 19). En esta zona el sedimento es desplazado por el efecto sobre el fondo de las olas y produce un transporte neto playa arriba.
- **Zona 3:** En ella bajo condiciones de turbulencia y alta energía se produce arrastre de sedimentos de fondo playa arriba, pero también suspensión de material en la columna de agua, el que es transportado mar adentro.

47. En términos anuales las grandes olas de tormenta en invierno remueven arena de la playa hacia mar adentro (barra de arena), reduciendo el ángulo de la playa y absorbiendo la energía de las olas. Durante el verano, el proceso se revierte y la playa se rellena.

4.6. Transporte, dispersión y asimilación de contaminantes en la zona litoral.

48. Con todo lo anterior, el tema concreto de contaminantes líquidos descargados en la zona costera litoral resulta lógicamente complejo, aunque de gran importancia ecológica (y obviamente también para el uso recreacional). Sin embargo en el marco de una normativa como el D.S. 90 es un tópico problema, que nos se puede obviar al momento de definir condiciones de emisión para esos contaminantes.

4.6.1. Zona exterior a la Zona Litoral.

49. La corriente costera en este caso, tiene su origen centralmente con las mareas, los vientos, la morfología, el clima o balances de masas (párrf. 19) y con muy limitada influencia del oleaje. Generalmente su desplazamiento sigue una trayectoria paralela a la costa (oscilante) **que retrasa** la posibilidad de un ingreso de la "pluma" de una descarga submarina de aguas residuales hacia la costa (Brooks, Ludwig, Roberts).

50. Con "boyancia" positiva marcada por la diferencia de densidad entre el medio marino y la del agua residual, la "pluma" tiende a flotar en el medio ambiente, y seguir una trayectoria lagrangeana conducida por esas corrientes. Mientras las condiciones de mezcla inicial (por chorro en el difusor) y luego de la turbulencia hidrodinámica (Prandtl, Karmann, Boussinesq) permitan alcanzar un alto grado de dilución del agua residual, la "pluma" del emisario aparecerá integrada a ese medio marino, y desplazándose según sus corrientes.

51. Sólo cuando existen condiciones muy particulares, generalmente asociadas a un mal diseño del difusor del emisario y condiciones especiales del perfil de densidades del mar, se da la forma desfavorable de "pluma emergente inmiscible". En este caso, existe el riesgo de una deriva hacia la costa de ella, obviamente con grave potencial de contaminación. Esta deriva se produce en esos casos por efectos del "esfuerzo cortante" del viento sobre la superficie del agua.

52. Todo parece indicar que la descarga económica y ambientalmente adecuada de aguas residuales en esta zona es en definitiva altamente favorable, y posible de predecir con base al "estado del arte disponible" (Roberts&Casanadi). Esto se comprueba claramente de la estadística de monitoreo y control de emisarios de ESVAL en la V Región, en donde su comportamiento real se ajusta adecuadamente a las predicciones de diseño, y a la fenomenología que ocurre en la zona marina exterior a la Zona Litoral:

- **Emisario de Loma Larga (Q. diseño 6m³/s):** Sobre la base de un patrón de estaciones de monitoreo (Fig. N° 11) y una data de obtenida entre los años 1999 – 2006, es posible construir la distribución real de valores de "colimetría" en el eje de la "pluma" (orientación Norte – Sur, paralela a la costa), y contrastarla respecto de su tendencia calculada para el largo plazo (periodo de previsión de las obra) (Fig. N° 12).

FIGURA N° 11:

ESTACIONES DE MONITOR EN LOMA LARGA

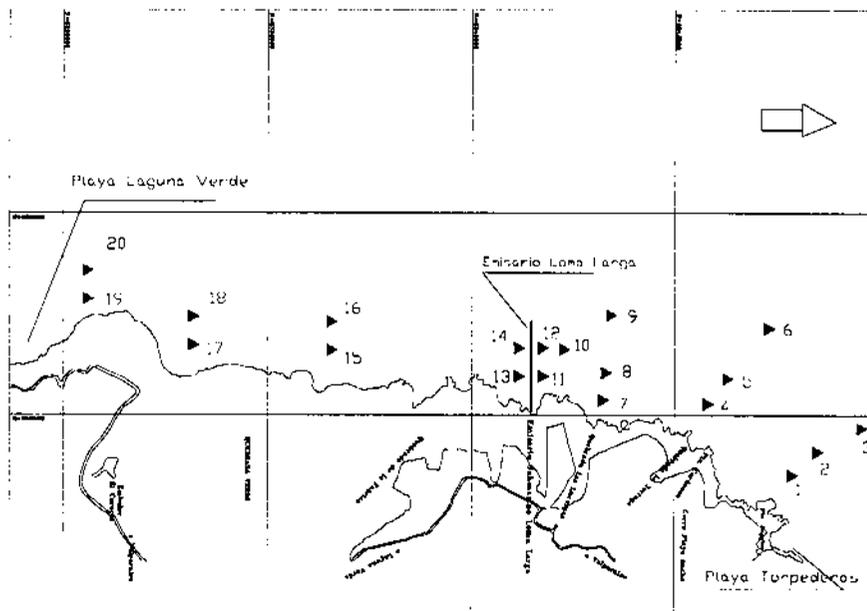
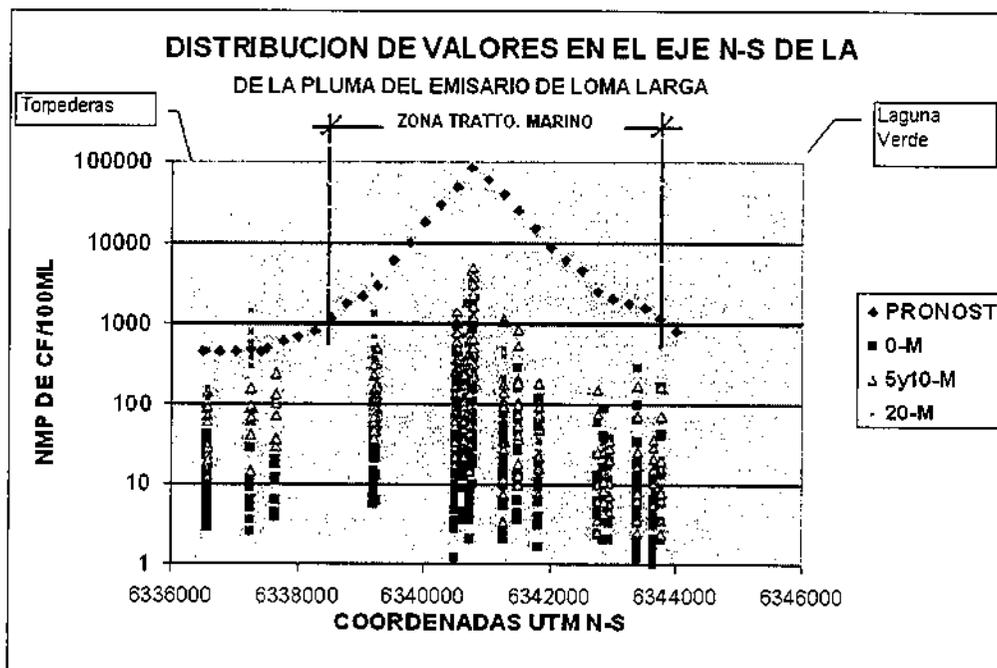


FIGURA Nº 12:



- **Emisario de Concón Oriente (Q. diseño 310 l/s):** Sobre la base de un patrón de estaciones de monitoreo (Fig. N° 13) y una data de obtenida entre los años 2002 – 2006, es posible construir la distribución real de valores de “colimetría” en el eje de la “pluma” (orientación hacia costa), y contrastarla respecto de su tendencia calculada para el largo plazo (periodo de previsión de las obra) (Fig. N° 14).

FIG. N° 13: Estaciones de monitoreo del medio marino del E. Concón Oriente, E. Higuerrilla, y de Playas

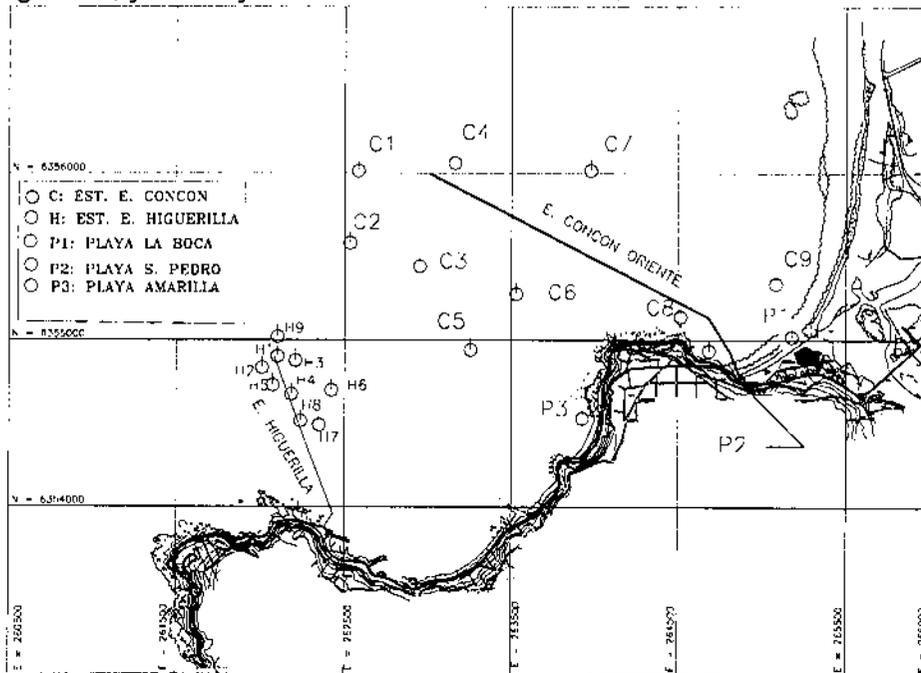
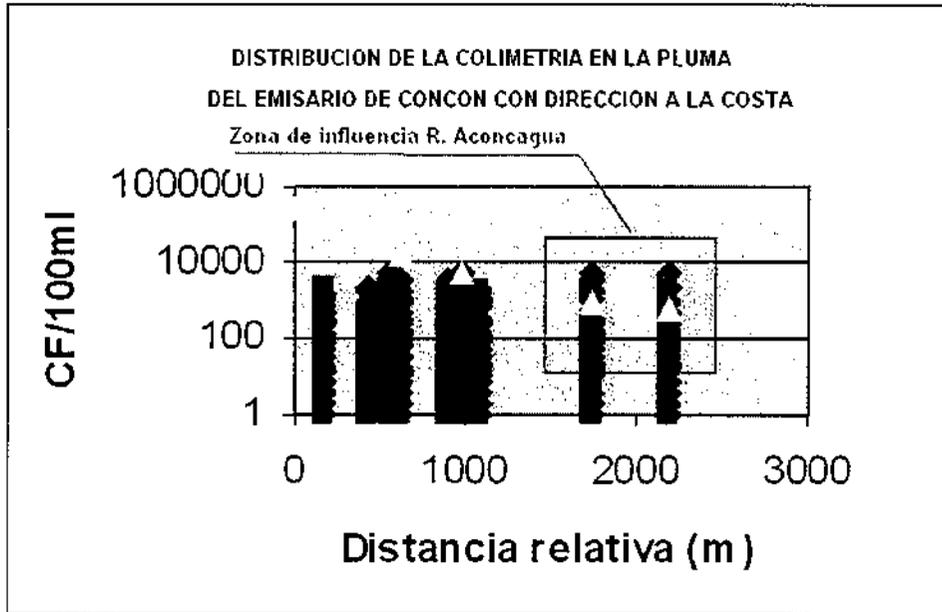
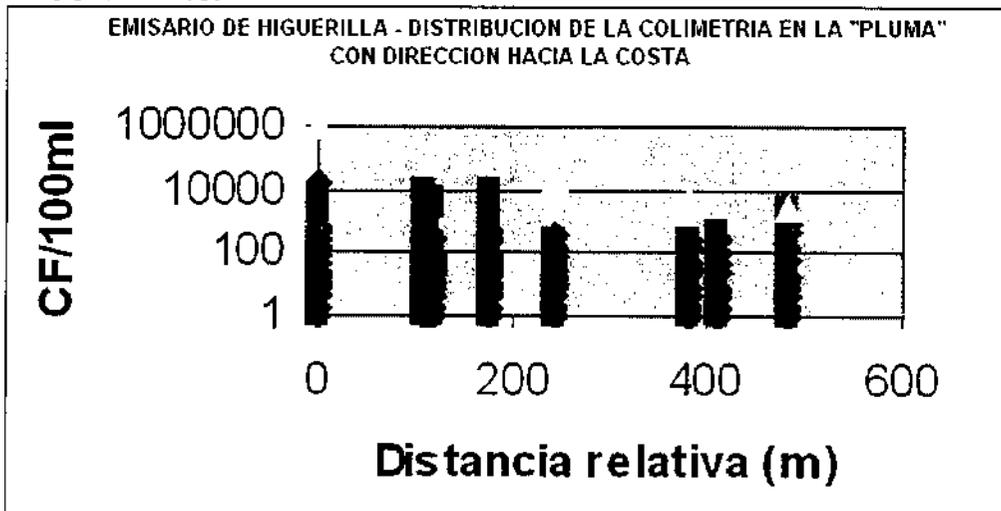


FIGURA N° 14:



- **Emisario de Higuerrilla (Q. diseño 204 l/s):** Sobre la base de un patrón de estaciones de monitoreo (Fig. N° 13) y una data de obtenida entre los años 2002 – 2006, es posible construir la distribución real de valores de “colimetricia” en el eje de la “pluma” (orientación hacia costa), y contrastarla respecto de su tendencia calculada para el largo plazo (periodo de previsión de las obra) (Fig. N° 15)

FIGURA N° 15:



53. También, asociado a un emisario se reconoce y acepta una "zona de tratamiento marino" (Fig. N° 12) de los sustratos del agua residual (no tóxicos) aledaña al difusor, y de dimensiones definibles con razonable precisión. Dentro de ella, es posible alcanzar localmente concentraciones altas de algunos contaminantes muy específicos (por ejemplo coliformes fecales por su alta concentración inicial - el resto por dilución inicial a la salida del difusor son sólo trazas). O donde por sedimentación de algún material particulado naturalmente floculado, es depositado en el lecho marino, y por lo tanto la hidrodinámica de esta zona costera, resulta favorable según lo definido anteriormente (Párrf 29 – 32, 46).

54. En particular el movimiento de sedimentos aparece muy limitadamente o asociado a la "fricción turbulenta de fondo" (pto. 4.5.1), con lo que las condiciones de control (por ejemplo mediante monitoreo) resultan también óptimas.

55. En síntesis, esta es una zona del mar en que es posible efectuar descargas submarinas de manera controlable, con impactos ecológicos menores localizados.

4.6.2. Zona Litoral y zona de rompiente.

56. En esta zona (párrf. 19), tanto para descargas submarinas dentro de ella, como simplemente para descargas de orilla, los antecedentes antes señalados demuestran una condición tanto sanitaria como ecológica mucho más desfavorable (párrfs. 29 – 32, 46).

57. No obstante la importante consideración anterior, este es un tema limitadamente estudiado científicamente. **Por lo mismo, ello aconseja cautela al momento de definir recomendaciones o normativas para la entrega segura de contaminantes dentro de ella.**

58. Cuando la descarga se efectúa dentro de la "zona de rompiente" (párrf. 19), algunos estudios detallados de terreno (Inman, D. L.; Tait, R. J.; Nordstrom, C. E. *J. Geophys. Res.* 1971, 76, 3493.), han revelado que un material conservativo introducido es rápidamente mezclado a lo ancho y en profundidad de esa zona por la turbulencia del oleaje. Luego es transportado paralelamente a la orilla por las corrientes de deriva

(párrf. 33), y diluido desde la esa zona hacia la de mar adentro, a través de las celdas de corriente "rip" (párrf. 36).

59. Sin embargo algunos estudios analítico – experimentales de campo (S. B. Grant, J. H. Kim, B. H. Jones, S. A. Jenkins, J. Wasyl, and C. Cudaback, 2005) realizados en California, han permitido profundizar algunos aspectos centrales de este importante tópic, en particular para descargas francamente de orilla. Los experimentos incluyeron tanto uso de trazadores como determinación de colimetría (*Escherichia coli* y enterococci).

60. Dicha investigación resultó concluyente, respecto de definir que el flujo y transporte a lo largo de la playa de contaminantes desde "descargas de orilla", resultó ser entre 50 a 300 veces superior al flujo perpendicular a la orilla y hacia mar adentro. Aún es más, se pudo comprobar que las distancias recorridas por las aguas residuales resultaron considerables (hasta 4000 m) antes de alcanzar diluciones apropiadas (extinción de los coniformes).

61. Esta condición ha sido comprobada para las áreas aledañas al río Aconcagua, desde los resultados del intenso programa de monitoreo ambiental llevado a cabo por ESVAL S.A en medio marino y playas. En efecto, si se toma la estadística de mediciones en playas situadas desde la desembocadura del Río hacia el sur, en el cuadro N° 1 (Referido a figura N° 13), es dado apreciar una situación muy ilustrativa relacionada con descargas de orilla.

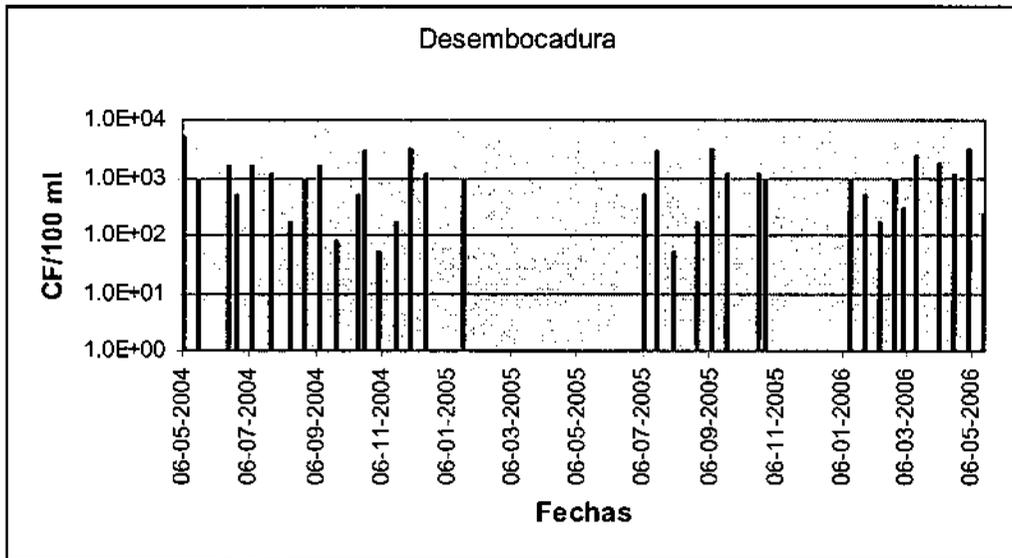
Cuadro N° 1: Impacto contaminante del río Aconcagua sobre orilla de playa.

PARAMETRO	Desembocadura río Aconcagua	Playa La Boca	Playa San Pedro	Playa Amarilla
DISTANCIA DESEMBOCADURA (M)	0	100	200	500
NUMERO MUESTRAS	36	71	71	71
VALOR MAXIMO(CF/100ML)	5000	5000	5000	500
MEDIA GEOMETRICA (CF/100ML)	671	72	76	22
% EXCEDENCIA NORMA (1)	46	7	7	0

(1) Valores sobre 1000 CF/100 ml

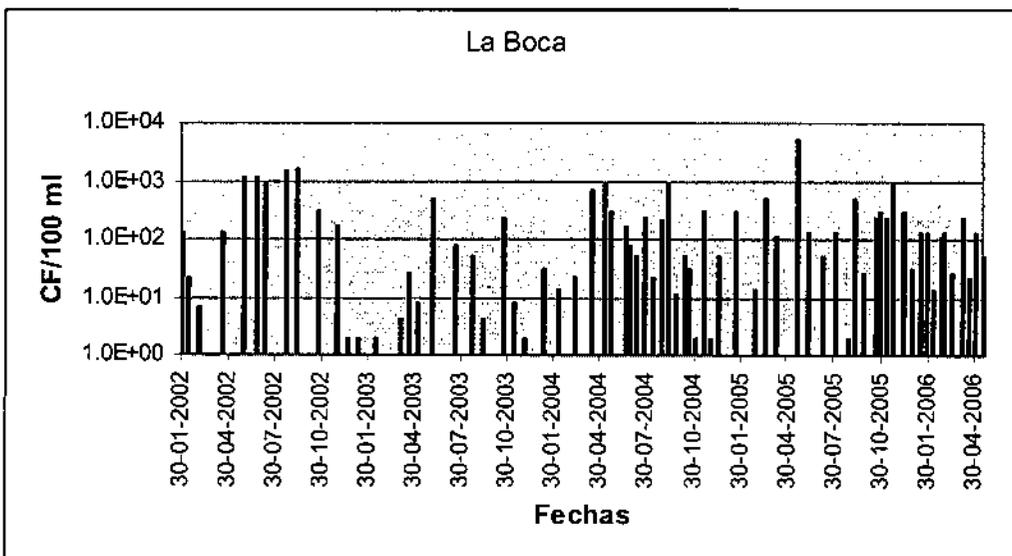
62. La tendencia cronológica en cada una de esas ubicaciones se incluye como figuras 16 a); b); c); d).

FIG: N° 16 a): Serie histórica de colimetría en la desembocadura del Aconcagua.



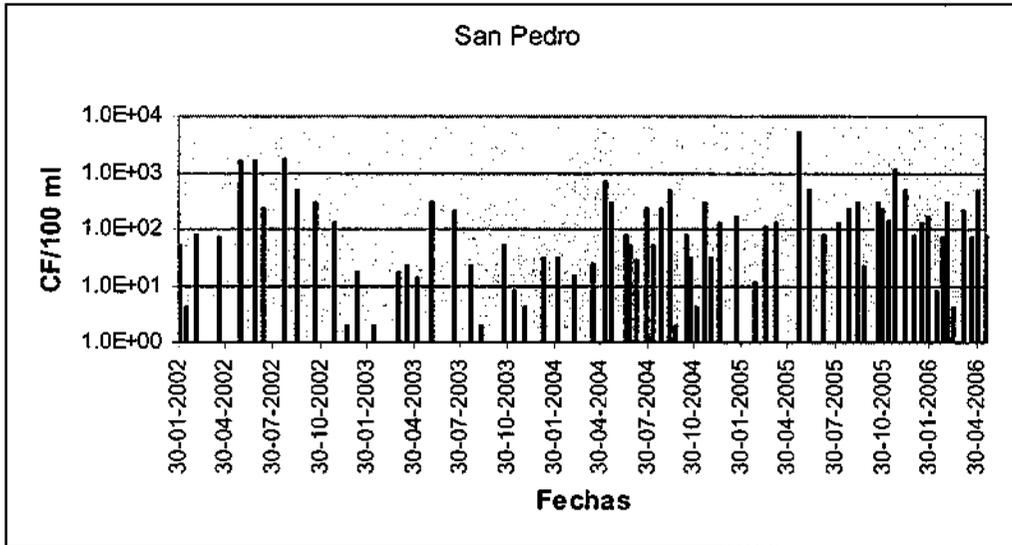
Fuente: Datos PVA ESVAL S.A.

FIG: N° 16 b): Serie histórica de colimetría en la playa La Boca



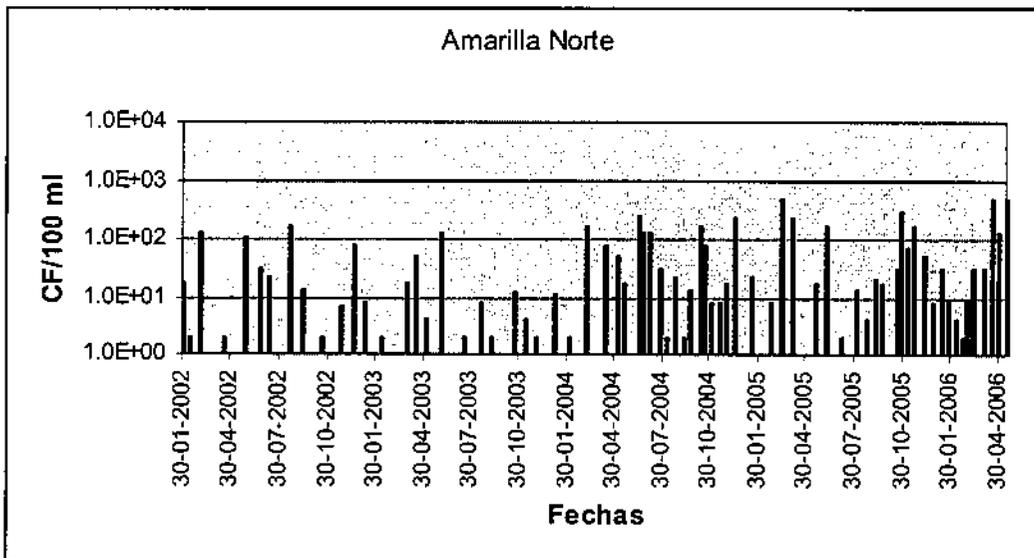
Fuente: Datos PVA ESVAL S.A.

FIG: N° 16 c): Serie histórica de colimetría en la playa San Pedro



Fuente: Datos PVA ESVAL S.A.

FIG: N° 16 d): Serie histórica de colimetría en la playa Amarilla.



Fuente: Datos PVA ESVAL S.A.

63. Desde un punto de vista humano entonces, sanitariamente este tipo de descargas implicaría entonces un alto riesgo para las actividades recreacionales en zonas litorales en que se ellas se efectúen. Desde el punto de vista ecológico, debida consideración a lo señalado en el punto 4.2, es también esperable un impacto comparativamente mayor.

64. Adicionalmente a lo anterior, si se considera el tipo de movimiento de sedimentos que es dado esperar en esta zona marina (pto. 4.5.2- Párrfs. 20 - 25), provenientes de una eventual "zona de tratamiento marino" (párrf. 53) asociada a un difusor situado dentro de la zona de rompiente, es posible el desplazamiento de material de fondo contaminado por sedimentación del agua residual descargada, gradualmente hacia la orilla de playa.

4.7. Definición de la longitud de la zona de rompiente.

4.7.1. Fundamentos teóricos y empírico-experimentales.

65. El tema de la rompiente, es aun un tópico de gran interés para la investigación. Si bien existen formulaciones relativamente simples de origen semi - empírico para el inicio del rompimiento, la mayoría de ellas han sido calibradas en laboratorio, y para oleaje monocromático. El concepto básico para el rompimiento, es que la ola es limitada en su crecimiento por la presencia del fondo, y alcanza una altura límite.

66. La hidrodinámica del inicio del rompimiento esta relacionada con una inestabilidad, y tradicionalmente se explica en términos simples como que la cresta de la ola avanza más rápido que la ola como conjunto. Sin embargo, diversos otros fenómenos juegan un rol importante, como por ejemplo que tan empinada es la cara frontal de la ola, la presencia de perturbaciones, etc.

67. En laboratorio, los valores típicos de esta altura (tren monocromático de olas), es de alrededor H/d (altura ola / profundidad)=0.8, pero el rango va desde 0.5 a 1.2. Por su parte las determinaciones en estudios de campo en playas naturales en cambio, han dado valores típicos de alrededor de $H/d=0.42$.

68. Derivada de la anterior relación, la longitud o distancia en donde se manifiesta el fenómeno de rompimiento depende en gran medida de la batimetría (el fondo), en

definitiva centralmente su pendiente. Por cierto también de las características del oleaje.

69. Siendo que la aproximación por criterios semi - empíricos permiten definir para fines prácticos razonablemente el inicio del rompimiento, mucho más complejo es determinar cuando se detiene, pues esto involucra el estudio del "roller" (la parte altamente turbulenta que se ve cuando una ola rompe). La hidrodinámica del roller y la turbulencia asociada al rompimiento es sumamente compleja, y poco se conoce aún de esto.

70. Finalmente y en lo concreto, las observaciones en laboratorio en olas monocromáticas en playas demuestran que la altura H de la ola en la zona de rompiente, esta limitada por la profundidad h del agua en la zona de rompiente, según una relación:

$$H=ah$$

71. Con "a" dependiente de la pendiente en esa zona y lo empinado de la ola. El valor de "a" se encuentra entre 0,7 a 1,2, y resulta similar al teórico obtenido del análisis en olas solitarias, monocromática y profundidad constante.

4.7.2. Definición del ancho de la ZPL del D.S. 90 y su asociación con la longitud de la distancia a la rompiente.

72. Derivado de todo lo anterior, en particular lo relativo a la fragilidad tanto sanitaria (punto 4.6.2) como ecológica ((párrfs. 29 – 32, 46)) de la "zona litoral de rompiente" (párrf. 19)) y por extensión de la "zona 2" (párrf. 46), **todo parece indicar que la definición de una normativa ambiental de descarga que identifique restricciones mayores para ellas que en la zona adyacente mar adentro, es muy razonable.**

73. Eso fue así debidamente recogido e incorporado por el actual D.S. 90 al incluir la definición de la ZPL, y la incorporación de condiciones más estrictas para ella. Así se deduce del siguiente análisis:

- Dada la ecuación establecida por el D.S. 90 para el ancho de la ZPL:

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

Donde:

H_b: altura de ola al rompimiento

m: pendiente del fondo

- Considerando que para el supuesto de una pendiente media del fondo marino:

$$d = Axm$$

Entonces la relación:

$$H_b/d = H_b/(Axm)$$

- Valor que se situaría entre 0,42 a 1,2 según lo señalado en el punto 4.7.1.

Es decir:

$$0,42 \leq H_b/(Axm) \leq 1,2$$

Y por lo tanto:

$$0,83 H_b/m \leq A \leq 2,38 H_b/m$$

74. La ecuación del D.S. 90 considera entonces un factor 1,28 comprendido en el rango anterior. Sin embargo por razones de seguridad mayor ese factor en un 60%, con lo que el factor final resulta de $1,28 \times 1,6 = 2,05$, muy razonable.

75. En la práctica, ello ha permitido alcanzar definiciones concretas y muy razonables para la ZPL de los emisarios de ESVAL en la V Región (Cuadro N° 2).

Cuadro N° 2: Ancho de la ZPL autorizados para los emisarios de ESVAL.

EMISARIO SUBMARINO	Caudal Diseño (l/s)	ANCHO ZPL (m)
QUINTERO	212	130
CONCON ORIENTE	310	300
HIGUERILLAS	204	300
DOS NORTE	2600	340
LOMA LARGA	6000	50
ALGARROBO	410	142
EL TABO	425	646
CARTAGENA	468	146
SAN ANTONIO	540	148

Fuente: ESVAL S.A.

5. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS ANTECEDENTES.

76. Se procederá a efectuar el análisis e interpretación de los antecedentes obtenidos en el acápite 4, con vistas a los objetivos definidos en el acápite 2, párrafo 12.

77. La definición conceptual de la ZPL del DS 90, incluye un juicioso balance entre una norma de emisión (lo que propiamente es) para aguas residuales, con una norma de calidad asociada a una importante zona aledaña la orilla de playa, lugar de encuentro de diversos intereses. Al mirar entonces hacia la zonificación física, oceanográfica y ecológica del área litoral adyacente a la línea de costa, surgen de inmediato claras restricciones y características que perfilan identidades ambientales nítidas: en la zona marina adyacente a la playa y luego mar afuera.

78. Muy claramente la zona de rompiente (párrf. 19), presenta un hábitat complejo, de rica bio-diversidad y muy propicio para una ecología sensible y relevante para todo el sistema marino (Párrf. 24). Ello, justifica plenamente su jerarquía de protección ambiental que la ha conferido el D.S. 90, al establecer una "zona de protección litoral (ZPL)" con exigencias para la descarga de aguas residuales mucho más elevadas que las de la zona inmediata adyacente de mar.

79. Sobre dicha ZPL, que en el presente informe se comprueba asociada a la zona de rompiente, aún se conoce muy poco, y su ecología es "sistemicamente muy compleja". Resulta por lo mismo pretencioso basar de modo general, en estudios ecológicos prácticos su dimensionamiento, y la definición de restricciones para su uso o descarga de contaminantes líquidos.

80. Mucho más pertinente en lo práctico, resulta (y ha resultado) normar con mayor exigencia su uso, y establecer sus dimensiones a partir de fenómenos más conocidos científicamente, como es el caso de los oceanográficos. **Se estima por ello que en esto el actual enfoque del D.S. 90, es el más que adecuado.**

81. Para el caso concreto de descarga de aguas residuales, la zona de rompiente presenta una hidro - dinámica y una morfodinámica activa y compleja, asociada muy cercanamente a la dinámica de las olas que irrumpen sobre la playa.

82. Algunas investigaciones experimentales y de campo, resultaron concluyente respecto de definir que el flujo y transporte a lo largo de la playa de contaminantes desde "descargas de orilla" resultó ser entre 50 a 300 veces superior al flujo perpendicular a la orilla y hacia mar adentro. Aún es más, se pudo comprobar que las distancias recorridas por las aguas residuales resultaron considerables (hasta 4000 m) antes de alcanzar diluciones apropiadas (extinción de los coniformes). Esto pudo ser contrastado afirmativamente con resultados estadísticos provenientes de los "Programas de Vigilancia Ambiental" de algunos emisarios de ESVAL.

83. Desde un punto de vista humano entonces, sanitariamente este tipo de descargas implicaría entonces un alto riesgo para las actividades recreacionales en zonas litorales en que se ellas se efectúen. Desde el punto de vista ecológico, debida consideración a lo señalado en el punto 4.2, es también esperable un impacto comparativamente mayor. Adicionalmente a lo anterior, si se considera el tipo de movimiento de sedimentos que es dado esperar en esta zona marina (pto. 4.5.2- Párrfs. 20 - 25) y provenientes de una "zona de tratamiento marino" (párrf. 53) asociada a un difusor situado dentro de la zona de rompiente, es posible el desplazamiento de material de fondo contaminado por sedimentación del agua residual descargada, gradualmente hacia la orilla de playa

84. Derivado de todo lo anterior, en particular lo relativo a la fragilidad tanto sanitaria (punto 4.6.2) como ecológica ((párrfs. 29 – 32, 46)) de la "zona litoral de rompiente" (párrf. 19)) y por extensión de la "zona 2" (párrf. 46), **todo parece indicar que la definición de una normativa ambiental de descarga que identifique restricciones mayores para ellas que en la zona adyacente mar adentro, es muy razonable**

85. En cambio todo parece indicar (párrf. 52) que la descarga económica y ambientalmente adecuada de aguas residuales en esta zona es en definitiva altamente favorable, y posible de predecir con base al "estado del arte disponible" (Roberts&Casanadi). Esto se comprueba claramente de la estadística de monitoreo y control de emisarios de ESVAL en la V Región, en donde su comportamiento real se ajusta adecuadamente a las predicciones de diseño, y a la fenomenología que ocurre en la zona marina exterior a la Zona Litoral

86. También, asociado a un emisario se reconoce (párrf. 53), y acepta una "zona de tratamiento marino" (Fig. N° 12) de los sustratos del agua residual (no tóxicos) aledaña al difusor, y de dimensiones definibles con razonable precisión. Dentro de ella, es posible alcanzar localmente concentraciones altas de algunos contaminantes en el agua o por sedimentación de algún material particulado naturalmente floculado, depósitos en el lecho marino. Por lo tanto la hidrodinámica de esta zona costera, resulta favorable según lo estudiado (Párrf 29 – 32, 46), para evitar que estos impacten sobre la playa.

87. En síntesis, esta es una zona del mar en que es posible efectuar descargas submarinas de manera controlable, con impactos ecológicos menores localizados

88. Definitivamente la ecuación del D.S. 90 para la definición del ancho de la ZPL es muy razonable. Se encuentra comprendida en el rango científicos de valores establecidos. Más aún, en el lado de la seguridad de éste.

89. Existirían sin embargo desde el origen de su fundamento científico, objeciones para su aplicación en lugares distintos de aquellos en que existan playas y una rompiente claramente definida. Por ejemplo este sería el caso de fiordos, lagos, áreas sin oleaje o lugares de acantilados en donde la profundidad del agua en la orilla de mar excediera a la profundidad de $\frac{1}{2}$ la longitud de la ola característica.

90. Lo anterior, claramente no invalida la aplicabilidad del método y ecuación actualmente incluido en el D.S. 90, a la gran mayoría de los otros casos. Esto ha quedado demostrado en la práctica con la aplicación práctica exitosa de dicha normativa a la definición de la ZPL de 9 emisarios de ESVAL en la V Región.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Aparecen incluidas en el Resumen Ejecutivo al inicio del Informe.

001038

PRESENTACIÓN GRUPO 3
MONITOREO Y METODOLOGÍAS
DE ANÁLISIS

5° Reunión Comité Ampliado

Santiago, 01 julio 2008

COMITÉ AMPLIADO REVISIÓN DS-90**Grupos de trabajo – Comisiones****Grupo 3: Monitoreo y Control**

Fecha 1ª reunión: Jueves 12 de junio 10 hrs.

Sala reuniones AIDIS, Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental

Barros Errázuriz 1954 Piso 10 Oficina 1007, Providencia Santiago (Metro Estación Pedro de Valdivia)

Asistentes (10 personas):

- AIDIS: Sra. Elizabeth Echeverría
- Superintendencia de Servicios Sanitarios: Sra. Verónica Vergara
- Universidad de Chile-Aidís: Sra. Gabriela Castillo
- Universidad de Chile-Aidís: Sra. María Pía Mena
- CENMA: Sra. Isel Cortes
- ANDESS (ESVAL): Sr. Raúl Donoso
- ANDESS (ANAM - Aguas Andinas): Sr. Cristian Riquelme
- Arauco Planta Nueva Aldea: Sr. Arturo Jiménez
- ASIPNOR (Corpesca): Sr. Andrés Montalvo
- ASIPNOR (Serenor): Sr. Santiago Estay

Excusas (1 persona):

- APOOCH: Sra. Ivonne Etchepare

ACTA DE ACUERDOS**1.- Organización del grupo para trabajo de la Comisión**

- a) Las reuniones serán mensuales, dentro de los 10 días siguientes a las reuniones del comité ampliado, de manera tal que los integrantes del grupo se contacten entre ellos cada 15 días.
- b) El horario se mantiene a las 10 hrs., en día a definir según disponibilidad de sala de reuniones, lo que será avisado oportunamente por la profesional coordinadora.
- c) Las observaciones al decreto DS-90, a generarse del trabajo de esta comisión, corresponderán a la cláusula 6. "Procedimientos de Medición y Control".
- d) En esta primera reunión, se recogerán las inquietudes de los asistentes y se visualizarán los aspectos más relevantes, donde se sugerirán modificaciones. Posteriormente y en aquellos temas, donde además de existir acuerdo se disponga de los antecedentes de respaldo a aportar por la persona responsable de la sugerencia y otros miembros de la comisión, se realizará una proposición de redacción para la modificación, que se entregará a CONAMA.
- e) Adicionalmente se revisarán en esta comisión, los planteamientos recibidos desde la comisión del Grupo 2: "Descargas a cuerpos fluviales y a lagos", las que se hicieran llegar a través de su coordinador Sr. Pedro Navarrete (Anexo de esta acta).

2.- Aspectos relevantes que se proponen como posibles modificaciones

- a) Las referencias que se citen en el decreto en todo el texto, no debieran indicar años, de manera que se utilice la última versión actualizada de cada uno, salvo indicación contraria de una situación particular. Tal es el caso de las normas de muestreo NCh 411, de los métodos de análisis según NCh 2313 y de Standard Methods, cuya actualización va en 21th edición del año 2005.
- b) Para los procedimientos de monitoreo, las referencias deberían limitarse exclusivamente a la norma oficial actualizada NCh 411/10 última edición que ahora corresponde al año 2005, donde se han reunido todos los aspectos técnicos pertinentes al "Muestreo de aguas residuales. Recolección y manejo de las muestras", por lo que no cabe citar otras normas 411 que son sólo guías y tampoco el Standard Methods que establece exigencias distintas a las establecidas en NCh 411/10. Además, debiera eliminarse del texto de DS-90, la tabla sobre extracción de muestras o cualquier otra consideración relativa a su recolección y manejo.
- c) Respecto a los monitoreos, se reconoce que uno de los factores más relevantes para ejecutar correctamente la actividad es la competencia técnica, calificación y capacitación que se entregue al personal de terreno, por lo que se sugiere que independientemente de cualquier acreditación u otro reconocimiento que pueda poseer el laboratorio o la entidad de muestreo responsable, es necesario implementar un sistema de certificación de los técnicos de muestreo como personas uno a uno, que sea otorgado por un organismo gubernamental como la SISS y que contemple exámenes de renovación periódicos, como son las licencias de conducir.
- d) Ante fiscalizaciones efectuadas por SISS o DIRECTEMAR, existe preocupación por establecer algún sistema, que permita a la industria fiscalizada, conocer la trazabilidad de la información y registros asociados a cadena de custodia de las muestras recolectadas y analizadas por los laboratorios contratados para tal efecto por ambos fiscalizadores. Del mismo modo, se considera útil que el industrial pueda acceder a contramuestras o a muestras paralelas recolectadas en el mismo momento.
- e) En cuanto a metodologías de análisis, hay consenso en que la serie de normas NCh 2313 compuesta por 33 normas, debe revisarse a la brevedad y a la par de las modificaciones de este decreto DS-90, o de cualquier otra norma de emisión. No tiene sentido modificar límites máximos permisibles o introducir nuevos parámetros de control, si no hay una actualización de normas que ya tienen más de 10 años y en las cuales falta definir criterios específicos de aseguramiento de calidad, verificación de desempeño de métodos y calidad analítica de resultados. Entre estas, la de más urgente revisión sería la norma NCh 2313/21 correspondiente a la determinación de Poder espumógeno, parámetro en el cual no se tenía suficiente experiencia en el tiempo que se elaboró y se basó en una metodología ISO, por no estar en Standard Methods de esa época.

Se estima necesario que CONAMA solicite oficialmente y urgentemente este trabajo al INN. Paralelo a este, debieran definirse los criterios mínimos de desempeño analítico respecto a límite de detección, precisión y exactitud de resultados, a cumplir por los laboratorios en la ejecución de los distintos métodos de aguas residuales, tomando como modelo el Manual SISS 2007 para Agua Potable que exigió estos aspectos. Estas exigencias serían relevantes para mejorar reproducibilidad de resultados a nivel nacional y dar el primer paso en disminuir la incertidumbre de resultados y disparidad entre los distintos laboratorios que se observa hoy.

- f) Continuando con metodologías de análisis, se considera relevante que se incentive a los laboratorios nacionales a implementar las tecnologías y métodos necesarios para medir en el país todos los parámetros normados en normas de emisión u otras normas ambientales. En la actualidad hay casos como el de Planta Nueva Aldea, donde el laboratorio acreditado que realiza los muestreos y análisis del efluente, diariamente debe enviar muestras al extranjero para realizar algunos análisis exigidos con esa frecuencia en la resolución de calificación ambiental, para los cuales no existe suficiente potencial en Chile, o no se realizan por falta de equipamiento u otros requerimientos del método.

Por la misma razón antes expuesta, para aquellos nuevos parámetros que se puedan incorporar a norma de emisión DS-90 (Ej. color) que hoy no cuentan con una 2313, debe definirse si esta se elaborará o bien se dejará establecido como oficial un método único y específico del actual SM 21th ed., que sea totalmente posible de aplicar a nivel de todo el país.

- g) Respecto a ensayos en aguas con presencia de microalgas, se considera que el detalle de metodologías de descuento algal presentadas en punto 6.6 debe eliminarse de DS-90, ya que el descuento algal para DBO está incluido en NCh 2313/5-2005, que es la única norma de método que ha sido actualizada y lo mismo debiera hacerse para Sólidos Suspendidos en la actualización de NCh 2313/3.

En este mismo punto, se sugiere reemplazar la correlación con Clorofila, por otra metodología que realmente signifique retirar el contenido de algas que afecta a determinados ensayos, ya que obtener correlación con clorofila es engorroso, largo y de alto costo. De no cambiarse, debe igualmente revisarse, ya que en la práctica se ha visto durante los ensayos experimentales, que el período de crecimiento del cultivo de algas actualmente indicado de 48 horas es en ocasiones insuficiente bajo las condiciones de luminosidad y flujo de aire establecidos, normalmente puede demorar alrededor de una semana, e incluso más en periodos de invierno donde la masa algal es deficitaria.

- h) Dada la modificación de norma sobre método para DBO NCh 2313/5-2005, ya mencionada en el punto anterior, el DS-90 debe eliminar la cita a ensayo de toxicidad en remuestreo al que se refiere el punto 6.4.1, en atención a que este ya no figura en esta metodología.
- i) Respecto al tipo de muestras que se deben recolectar para efectuar el control, debe aclararse en el texto de DS-90, que para determinación de Coliformes fecales la muestra requerida es puntual, lo mismo que para determinación de temperatura y pH.
- j) Adicionalmente se visualizan otras necesidades de modificación, que se refieren a frecuencia de monitoreo, muestras puntuales que conforman la muestra compuesta, submuestras que conforman la muestra puntual, mediciones de caudal, plazos para repeticiones de muestras con anomalías, etc. Estas serán analizadas en una próxima reunión de la comisión del Grupo 3.

3.- Revisión de planteamientos del Grupo 2.

- a) 1 "Deberían quedar muy claras las metodologías de medición para todos los parámetros. Un ejemplo de esto es el hecho que aparentemente no queda perfectamente explícito sobre que fracción (¿carbonácea?) debe realizarse el análisis de la DBO5".

Respuesta: La comisión considera que la norma NCh 2313/5 es una norma de método de ensayo y no de regulación de efluentes, esta es muy clara en señalar la metodología para medir DBO total, sin perjuicio que indica también como proceder para medir otras formas de DBO.

Existe acuerdo que donde se debe especificar el "apellido" del parámetro es en las tablas correspondientes del decreto DS-90 para que no haya duda en lo que se está normando. Debe revisarse en el comité operativo si se mantiene el valor como DBO total o se cambia a DBO carbonácea, dado que existen en el país plantas de tratamiento que presentan actividad de microorganismos nitrificantes.

- b) "2.La metodología de medición del Poder Espumógeno, expresada en centímetros, podría reemplazarse por otra que determine, por ejemplo, la concentración de los compuestos que generan la espuma."

Respuesta: La comisión considera complejo determinar separadamente los muchos compuestos que pueden ser causa de producción de espuma y estos en su conjunto quedan reflejados en la determinación de SAAM. El cambio o no del parámetro de control, debiera depender de la revisión detallada de NCh 2313/21 y de la experiencia adquirida desde el año 1997 cuando se elaboró dicha norma.

- c) "3. Debe asegurarse que las metodologías de medición, siempre estén sintonizadas con los límites de detección requeridos."

Respuesta: De acuerdo, este punto va asociado a la actualización de las normas 2313 y a la definición de exigencias mínimas de calidad analítica y verificación de desempeño de los métodos, ya mencionada.

- d) "4. Las Resoluciones de monitoreo no atienden a la actividad que controlan, es decir, se está solicitando monitorear parámetros no característicos. Existen Resoluciones distintas para industrias/plantas con procesos similares. Sería conveniente referenciar el Código CIUU tal como lo fue en una de las primeras versiones del actual DS-90."

Respuesta: De acuerdo, respecto a parámetros que deben controlar las fuentes emisoras generadoras de Riles, se sugerirá incluir en DS-90 las tablas de CIUU, de manera que sirva de base para que exista mayor concordancia con las actividades económicas y las resoluciones de monitoreo.

- e) "5. Estandarizar/homologar monitoreos SISS y DIRECTEMAR, lo que debe quedar expreso en el texto de la norma".

Respuesta: Se esta de acuerdo con homologar, pero se entiende que cada organismo fiscalizador tiene atribuciones propias, por lo que no hay claridad si este requisito pudiese aparecer en el texto de la norma. Se llevará consulta a reunión de comité ampliado, de manera que la haga llegar al seno del comité operativo.

- f) "6. Las resoluciones de monitoreo deberían permitir flexibilizar las exigencias en cuanto a la frecuencia y número de parámetros para aquellas actividades que se desarrollan estacionalmente."

Pendiente para siguiente reunión

- g) "7. Complementar Coliformes Fecales con E. Coli que es un parámetro que aplica mejor en industrias, distintas de las sanitarias."

Pendiente para siguiente reunión

- h) "8. Precisar que la excedencia en C. Fecales considera escala logarítmica."

Pendiente para siguiente reunión

4. –Información técnica entregada por ANDESS.

En forma posterior a la primera reunión, el representante de ANDESS Sr. Raúl Donoso, hace entrega vía correo electrónico a todos los miembros de la comisión Grupo 3, de documentos que aportan antecedentes y sustentan las observaciones planteadas por su institución al tema de Monitoreo y Control, que él pone a consideración de la comisión, para ser revisados en las siguientes reuniones.



"Reunión N°5 Comité Ampliado, Proceso de revisión "Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, D.S N° 90"

01 JUL 2008
Santiago.....

N°	NOMBRE	INSTITUCION	DIRECCION	FONO	FAX	E-MAIL
1.	Nicole Porcile	Antofagasta Minerales	Alameda 11	798 7008	-	nporcile@aminerals.cl
2.	P. Navarrete	CORINA	Aputuca, 1977	02-6887977		pnavarrete@celabna.compe.cl
3.	CRISTIANO PÖSSSEL	SONAMI	APOQUINDO 2000	798 4192		gposse@pelandes.cl
4.	Fernando Aguirre Z	DGA - WOP	Agustina 1144	4193794		fernando.aguirre@wop.gor.cl
5.	Juonne Echeverre	APOCGM	Marjuri 298 Gpb.	51-324859	321159	mundoopcion@entelejaile.net
6.	Sergio Barrientos	Asighim	Av. Andres Bello 2777, of. 501	56-2-2033310		Sbarrientos@Asighim.cl
7.	CARLOS DESCORRIEVEDAS	CHILE ALIMENTOS	R.V. ANDRES BELLO 2777, of. 501	2033770		CDESCORRIEVEDAS@CHILEALIMENTOS.COM

8. JOSE R. CANON ASIPNOR
 al Golf (50)
 P.R. 115
 9969013
 -
 jcanon@crpna.cl
 001043

N°	NOMBRE	INSTITUCION	DIRECCION	FONO	FAX	E-MAIL
8.	Francisco Lucero B.	Chilecimientos	Av. Andres Bello 2377, Piso 1	2033740		flucero@invertec.cl
9.	Miguel Osses	CORMA		62-271400		Miguel.Osses@cora.cl
10.	CEZAR PUNETO L.	ANIDESS (ESVALSA)		32-2209000		c.puneto@esval.cl
11.	Paola Rudime.	Freddi.				Primedimae@eebaw.cl
12.	Claudio Pérez Rudolph	DuRio				claudio.perez@esval.cl
13.	Nancy Cepeda	SISS				nancy
14.	Marianne Hermanns	PSIRES	O'Higgins 840-809	41-2243487	41-2243488	mhermanns@atelchile.cl
15.	Jeanine Hermansen	SAB Central	Dubner 140 5to Piso	345-1549/1532	3451533	jeanine.hermansen@sup.gob.cl dgo@pinga@sup.gob.cl
16.	Pablo HERRERA B.	ANDESS	Isidoro Goyeneche 3365, of 304	2344873	2344873	pherrada@andess.cl
17.	Ximena Molina	CENMA-UdeChile	Avda LARRAIN 9975	2994151		Xmolina@CENMA.cl
18.	Isel Cortés Nodarse	CENMA-Ude Chile	Av. Larrain 9975 ha Rema	2994173		icorts@cenma.cl
19.	Fabio Pastén	U. Católica	Vicuña Mackenna 4860 - Macul	3544219	3545876	ppasten@ing.puc.cl
20.	Ximena Rojas H.	Salmon Chile - Jutera	Quilón Puro 257 Puerto Montt.	065-256666	065-236666	xrojas@salmonchile.cl