



000989

**NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL
PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES
DE CHILE**

Documento Preparado Por:

Departamento de Asuntos Hídricos y Ecosistemas Acuáticos
Departamento de Economía Ambiental

Santiago, Noviembre 2013



Índice

1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANÁLISIS DE LOS ANTEPROYECTOS DE NSCA	4
2.1 DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS DE VIGILANCIA	4
2.2 SELECCIÓN DE PARÁMETROS	4
2.3 NIVELES DE CALIDAD AMBIENTAL	4
3. METODOLOGÍA PROYECTO DEFINITIVO.....	6
3.1 DELIMITACIÓN ÁREAS DE VIGILANCIA	6
3.2 SELECCIÓN DE PARÁMETROS	8
3.3 NIVELES DE CALIDAD.....	9
3.3.1 <i>Evaluaciones de riesgo ecológico</i>	10
3.3.2 <i>Clases de calidad: riesgo relativo</i>	10
3.3.1 <i>Objetivos ambientales</i>	12
3.4 SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	15
4. ANEXOS.....	17



1. Introducción

El uso intensivo de cuerpos de agua como medios de recepción y dilución de contaminantes y nutrientes ha sido ampliamente asociado a cambios significativos en las funciones y estructura de los ecosistemas acuáticos.

En casos extremos, cuando los aportes de contaminantes desde las fuentes puntuales y difusas sobrepasan la capacidad de carga de los ecosistemas o producen aumento o disminución de la concentración de determinados parámetros físicoquímicos relevantes para la biota se genera un deterioro que puede producir efectos adversos, tales como la aceleración de procesos de eutrofización, o la generación de toxicidad aguda y/o crónica, bioacumulación, biomagnificación o bioconcentración, etc. El nivel de impacto atribuible a esos aportes está determinado por las características de los cuerpos de aguas receptores (ej. características hidrológicas, hidrodinámicas, geomorfológicas), características de las emisiones (ej. parámetro, concentración, caudal, patrones de descarga, etc.) y los niveles de aportes difusos (ej. sobrefertilización, erosión de suelo por usos forestal y silvo-agropecuario).

Considerando estos antecedentes, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) ha impulsado dictación de Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA) para la protección de las aguas continentales superficiales de las principales cuencas del país (desde ahora NSCA-Agua), de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de dictación de normas (D.S. 93/95). Este mismo reglamento indica que el Anteproyecto de norma debe ser publicado en el diario oficial, para posteriormente ser sometido a la participación ciudadana, consejo consultivo y la evaluación del Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES).

Estas etapas proporcionan nuevos antecedentes que deben ser incorporados para la confección del proyecto definitivo el cual es presentado para su aprobación al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.

La presente minuta tiene por objetivo sintetizar las modificaciones realizadas a los Anteproyectos de norma para las cuencas de los ríos Maipo, Biobío y Valdivia. En particular, la minuta está compuesta por dos secciones. La primera resume las observaciones y problemáticas que planteaban los Anteproyectos, mientras que la segunda se detalla la metodología generada por el Ministerio del Medio Ambiente con el fin de mejorar los decretos normativos.

2. Análisis de los Anteproyectos de NSCA

Los anteproyectos de NSCA para las cuencas de los ríos lo componen principalmente 3 etapas fundamentales: (i) delimitación de áreas de vigilancia, (ii) la selección de parámetros, y (iii) la determinación de niveles de calidad ambiental de cada parámetro. A continuación se hará mención de las conclusiones en cada una de estas tres etapas, las cuales surgieron de las observaciones de la ciudadanía, del consejo consultivo y/o del AGIES desarrollado para cada anteproyecto.

2.1 Delimitación de las áreas de vigilancia

Algunas de las áreas de vigilancia fueron definidas con estaciones de referencia ubicadas en sus inicios o zonas medias, no siendo representativas, entre otras, de las presiones generadas por las fuentes puntuales y difusas. En otros casos algunas áreas de vigilancia no cuentan actualmente con estaciones de control definidas.

Además, la participación ciudadana dio luces que en algunos casos no había necesidad de crear tantas áreas de vigilancia en función de las presiones de la cuenca, lo que tiene directa influencia en la complejidad y la gestión posterior de la norma.

2.2 Selección de parámetros

Se detectaron algunos parámetros menos prioritarios que otros en relación a los objetivos ambientales planteados en específico para las normas secundarias en ciertos tramos de los ríos.

Por otra parte, se detectaron parámetros con problemas de información (falta de ella o de calidad precaria para la utilización en una norma), problemas en la técnica de medición de un parámetro en la actualidad, y parámetros en una misma norma que describían el mismo fenómeno ambiental. Todos estos puntos generaban incertidumbre a la hora de evaluación de la norma.

El número de parámetros propuestos, unido al número de áreas de vigilancia, generaba que cada regulación contara con más de 500 límites normativos a cumplir, afectando directamente la gestión posterior del instrumento.

2.3 Niveles de calidad ambiental

Considerando las limitaciones expuestas, los análisis de cumplimiento realizados a los anteproyectos de NSCA de las cuencas de los ríos Maipo, Biobío y Valdivia, en el supuesto de que éstas estuviesen operativas, develaron que en general todas las áreas de vigilancia y todos los parámetros propuestos presentarían un alto número de incumplimientos (latencia y/o saturación)¹.

¹ Estos resultados sólo constituyen un escenario referencial, puesto que la evaluación del cumplimiento de las normas, una vez aprobadas, se lleva a cabo a través de un análisis que evalúa la representatividad de los datos, siendo posible excluir aquellos influenciados por fenómenos excepcionales y/o transitorios, tales como inundaciones, sequías, catástrofes naturales, terremotos, entre otros.



Los resultados obtenidos mostraron que, de estar operativas las NSCA de las cuencas de los ríos Maipo, Biobío y Valdivia, una proporción importante de los incumplimientos no podrían ser vinculados a fuentes puntuales, ya sea por la magnitud de las emisiones reportadas o bien por la falta de información disponible. Así, de forma acotada y con un nivel de certidumbre adecuado, se estimaron costos para una baja fracción de las saturaciones pronosticadas pero importantes en magnitud.

El uso de percentiles utilizando como criterio la calidad actual posee dos inconvenientes:

- a) En primer lugar, no hay una correlación con la calidad ecológica del área de vigilancia en cuestión, por lo que la aplicación de un percentil sólo mantiene la situación actual, independiente de la calidad ecológica. La evaluación visualizó inconsistencias como por ejemplo zonas con muy buen estado ecológico con superaciones de norma y sin presiones antrópicas, mientras otras zonas fuertemente impactadas no existían superaciones.
- b) La elección del percentil, en especial del percentil 66 (p66), no asegura la protección del medioambiente dado que 4 de cada 12 datos son eliminados del análisis, pudiendo generar una alta frecuencia de altas concentraciones de los parámetros en la columna de agua durante el período considerado para el cumplimiento (2-3 años). Sólo en el caso del Anteproyecto NSCA de Valdivia se consideraba que sólo 1 dato cada 4 durante cada año, y 1 cada 8 datos para un período de 2 años, pudiera sobrepasar la norma en el entendido que se utilizó además otro estadígrafo (p85) a diferencia de la propuesta de Biobío y de Maipo.

3. Metodología proyecto definitivo

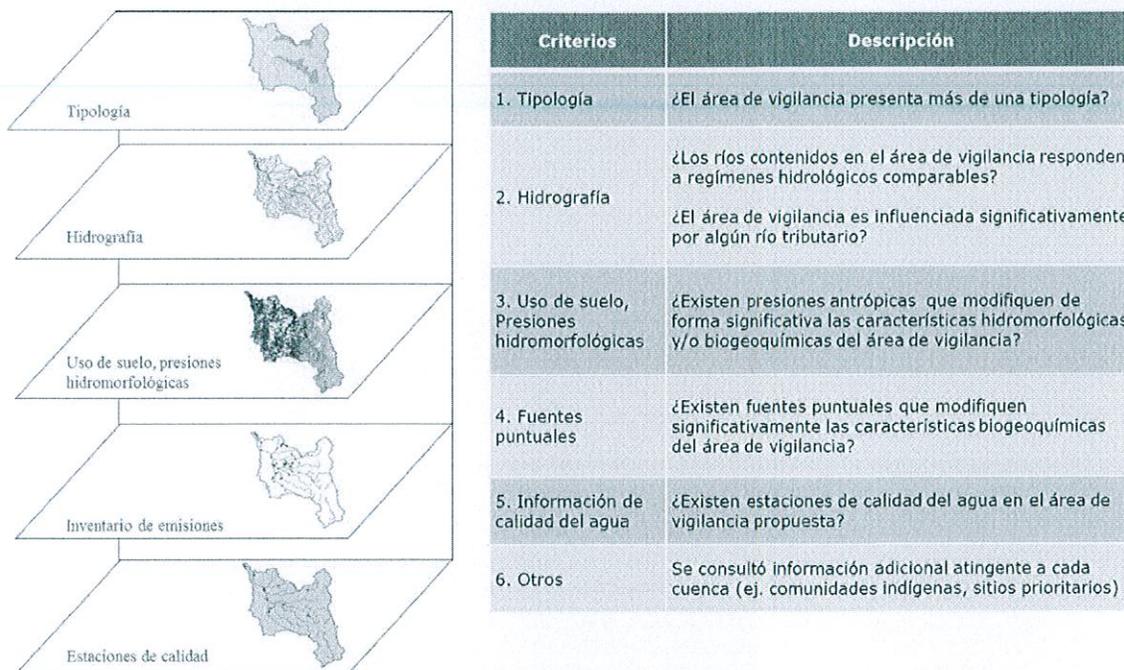
En virtud a los antecedentes expuestos en las secciones anteriores, el Ministerio del Medio Ambiente trabajó en la modificación de los anteproyectos de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales. Este esfuerzo supone la consolidación de una metodología estándar, aplicable a nivel nacional y que simultáneamente contemple las diferencias ecosistémicas y productivas propias de cada una de las ecorregiones del país.

Así, las modificaciones que se presentan a continuación se estructuran de la misma manera que el apartado anterior, dado respuesta a las observaciones que cada etapa y de la generación de la NSCA. Adicionalmente, es importante mencionar que este proceso contó con información adicional y/o actualizada en estos últimos años, así como asesorías nacionales e internacionales que permitieron una mayor robustez a la metodología implementada.

3.1 Delimitación áreas de vigilancia

Se revisaron los criterios para la definición de áreas de vigilancia y se readecuaron de tal manera que todas las cuencas usen los mismos criterios. Para ello se consideró que los patrones físico químicos observados en una estación de referencia no sólo obedecen a las características y presiones que caracterizan al curso de agua principal sino es respuesta de toda su área de drenaje. Siendo consecuente con este enfoque, los análisis realizados utilizaron como unidad mínima de trabajo las subsubcuencas definidas por la Dirección General de Aguas (DGA) (SSubc), siendo cada uno de estos elementos caracterizados con respecto a su tipología, hidrografía, uso de suelo, presiones hidromorfológicas, inventario de emisiones y cobertura de estaciones de calidad, entre otros (Figura 3-1 ~~Figura 3-1~~).

Figura 3-1: Criterios utilizados para la delimitación de áreas de vigilancia. Ejemplo de mapas cuenca del río Biobío



La idea central de esta fase del trabajo fue delimitar áreas de vigilancia que permitiesen gestionar adecuadamente la calidad de los ecosistemas y que tendiesen a aislar los efectos producidos por presiones antrópicas significativas. El primer paso fue identificar al interior de cada cuenca zonas hidrográficas con igual tipología. Para esto se utilizaron los resultados de la consultoría “Generación de información cartográfica para el sistema de tipología de ríos y lagos de Chile”, trabajo licitado por el Ministerio del Medio Ambiente y ejecutado por el Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables de la Universidad de Chile. En función de ellos fue posible agrupar subsubcuencas con características similares de altitud, pendiente del cauce, geología, composición del sustrato y caudal. La configuración obtenida permitió generar una propuesta de áreas de vigilancia, la cual fue validada o modificada en consideración de las características hidrológicas, hidromorfológicas, de cobertura de uso de suelo y del inventario de emisiones de cada cuenca. En particular, se utilizaron los datos de las estaciones de aforo DGA para verificar que las áreas de vigilancia propuestas resultasen coherentes en relación a los regímenes hidrológicos de los cursos de agua que contienen, o bien si alguna de ellas era significativamente influenciada por el ingreso de un río tributario, caso en el cual el área de vigilancia propuesta fue seccionada.

El siguiente paso fue analizar el uso de suelo de las áreas de drenaje y las presiones hidromorfológicas existentes. Para esto se consultó el Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile y diferentes coberturas cartográficas proporcionadas por servicios como DGA (ej. derechos de agua) y la Comisión Nacional de Riego (ej. canales de derivación), entre otros. Considerando esta información las áreas de vigilancia fueron validadas y/o modificadas en virtud del mosaico de usos (ej. cobertura



zonas agropecuarias, plantaciones forestales) y las modificaciones presentes a lo largo de los cauces normados (ej. extracciones de áridos, bocatomas con altos volúmenes de derivación, represas hidroeléctricas). De forma similar las áreas de vigilancia fueron también validadas y/o modificadas en función de los registros formales de emisión de residuos líquidos (D.S. 90, SISS), sistematizándose y espacializándose las descargas puntuales existentes (relación carga fuente emisora /carga río). Finalmente, a cada una de las áreas de vigilancia propuestas se le asignó una o más estaciones de referencia, ubicadas en puntos cercanos a la zona de cierre de cada una de estas unidades de gestión.

La aplicación de la metodología descrita se tradujo en una importante reducción de áreas de vigilancia en las cuencas de los ríos Maipo y Biobío y en un aumento de las áreas de vigilancia la cuenca del río Valdivia.

3.2 Selección de parámetros

Como se comentó anteriormente la DGA y otros organismos del Estado como la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR), además de diversos programas científicos o privados, tienen desplegada una red de monitoreo de parámetros físico químicos en los cursos de agua de las principales macrocuencas de Chile. De forma conjunta en nuestro país existe un marco normativo que demanda el monitoreo de diversos parámetros en los puntos de descarga de las fuentes puntuales².

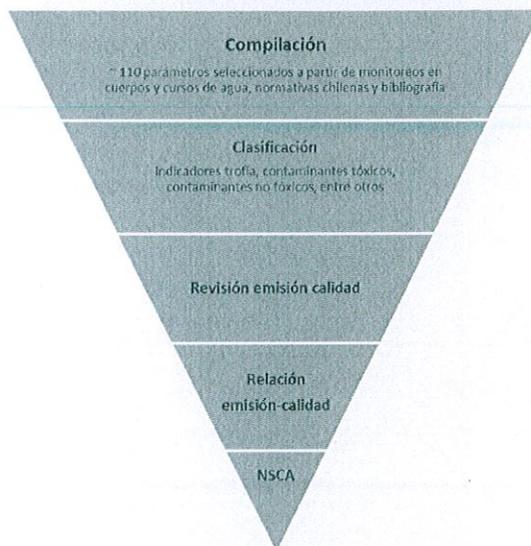
Se procedió a la sistematización de la información de parámetros físico químicos monitoreados en los ecosistemas acuáticos de Chile, que incorporó la actualización de toda la información incluida en los anteproyectos. Luego se caracterizó cada parámetro según su rol en instrumentos de gestión similares a las NSCA. Para esto se consultó experiencias internacionales como por ejemplo la Directiva Marco del Agua Europea³ o las guías técnicas de Australia y Nueva Zelanda⁴. La idea central fue caracterizar los parámetros compilados según nivel de toxicidad y/o como descriptores de los sistemas (ej: pH, oxígeno disuelto, conductividad). El siguiente paso fue analizar, a nivel de cuenca, la relación existente entre los parámetros monitoreados en los cursos de agua y los emitidos desde las fuentes puntuales, la finalidad de esto fue seleccionar parámetros que una vez incluidos en las NSCA puedan ser gestionados a través de medidas o acciones concretas (emisión-calidad). En este sentido se tuvo en consideración que existen numerosos parámetros cuya concentración en los sistemas acuáticos no responden solamente a una emisión en particular sino a variados procesos biogeoquímicos con componente natural o a la combinación de diversas emisiones desde las fuentes puntuales y difusas.

² Se destacan las Normas de Emisión que regulan las descargas de residuos líquidos hacia sistemas de alcantarillado (D.S N°609/1998), aguas marinas y continentales superficiales (D.S N°90/2000) y aguas subterráneas (D.S N°46/2002).

³ Real Decreto 60/2011, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas.

⁴ ANZECC, A. (2000). "Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality." Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand, Canberra: 1-103.

Figura 3-2: Esquema de la selección de parámetros incluidos en los proyectos definitivos de NSCA para la protección de aguas superficiales.



Fuente: Elaboración propia

Finalmente en conocimiento del inventario de emisiones y estimando indirectamente los posibles aportes difusos, se realizó un ranking de los parámetros más relevante en cada cuenca considerando su nivel de toxicidad e influencia de su carga total en relación a la transportada por los ríos (Figura 3-2). En función de estos análisis fueron seleccionados un número acotado de parámetros por cuenca, indicativos de los procesos y patrones físico-químicos de los sistemas a normar y de las presiones identificadas a nivel de fuentes puntuales y difusas de emisión.

3.3 Niveles de calidad

Una vez delimitadas las áreas de vigilancia y seleccionados los parámetros a incluir en las propuestas definitivas de NSCA, el siguiente paso correspondió al establecimiento de una metodología que permitiese definir niveles de calidad. En concreto el enfoque utilizado se basó en dos fuentes de información, la primera proveniente de Evaluaciones de Riesgo Ecológico (ERE) y la segunda correspondiente a los datos obtenidos desde la red de monitoreo de parámetros físico químicos. En presencia de ambos elementos se optó por realizar una verificación cruzada, determinándose si los niveles de protección informados por las aproximaciones de ERE se correspondían con los datos recopilados *in situ* en los cursos a normar.

A nivel internacional, en experiencias como la desarrollada en la Comunidad Europea, la clasificación del estado ecológico y por ende la gestión de los ecosistemas acuáticos se realiza a través de la definición de clases de calidad. Comúnmente se establecen cinco niveles de calidad que cubren desde la muy buena (clase 1) a la muy mala condición físico química (clase 5). La selección de estos niveles de calidad supone conocer con certeza los reales umbrales de protección y/o afectación de cada parámetro a normar (ERE).

En los casos donde la información físico química fue el único elemento de decisión, se estimaron niveles de riesgo relativos en relación a los gradientes espaciotemporales de cada

cuenca. Los valores obtenidos de esta última aproximación fueron igualmente validados en torno a datos de ERE reportados para ecosistemas acuáticos comparables, tanto de ámbito nacional como internacional.

3.3.1 Evaluaciones de riesgo ecológico

Una de las características más relevantes de aproximaciones de ERE es que permiten establecer estándares de calidad de agua en función del nivel de protección de las comunidades acuáticas locales, definidos en base a curvas de distribución de sensibilidad de especies (SSD por sus siglas en inglés). Así, esta metodología destaca por permitir una aproximación a la probabilidad que ocurran o estén ocurriendo efectos adversos en sistemas ecológicos por exposición de un ecosistema a determinadas sustancias contaminantes (agentes xenobióticos).

Entre las cuenca analizadas, la del río Valdivia destacó por la factibilidad de utilizar información de ERE⁵ para el establecimiento de niveles de calidad de 5 metales disueltos.

Como se mencionó anteriormente, la decisión de utilizar este tipo de metodología supuso comparar los valores obtenidos (ERE) con registros colectados en los cursos de aguas a normar, utilizándose como fuentes de información los monitoreos realizados por DIRECTEMAR y la Universidad Austral de Chile. Este proceso de verificación permitió verificar que los valores definidos como NSCA no fuesen significativamente distintos a los patrones físico-químicos de los ecosistemas y, por otra parte, que estos reflejasen potenciales condiciones de protección. En función de su alto nivel de utilidad se espera que en años venideros la utilización de ERE se constituya como un elemento central en las metodologías de diseño y dictación de NSCA.

3.3.2 Clases de calidad: riesgo relativo

Tal como se explicó anteriormente, en la cuenca del río Valdivia la conjunción entre análisis de ERE y monitoreos *in situ* permitió establecer clases de calidad con metodologías similares a las aplicadas internacionalmente. Sin embargo, en general las macrocuencas de Chile no cuentan con evaluaciones de riesgo ecológico, siendo la experiencia del río Valdivia un hito importante de ser replicado. En este escenario el Ministerio del Medio Ambiente optó por adaptar la generación de clases de calidad en función de la información existente. Así, el enfoque metodológico utilizado buscó caracterizar los patrones espaciales de cada parámetro con el fin de identificar zonas indicativas de las mejores y peores condiciones de calidad del agua (Figura 3-3Figura 3-3).

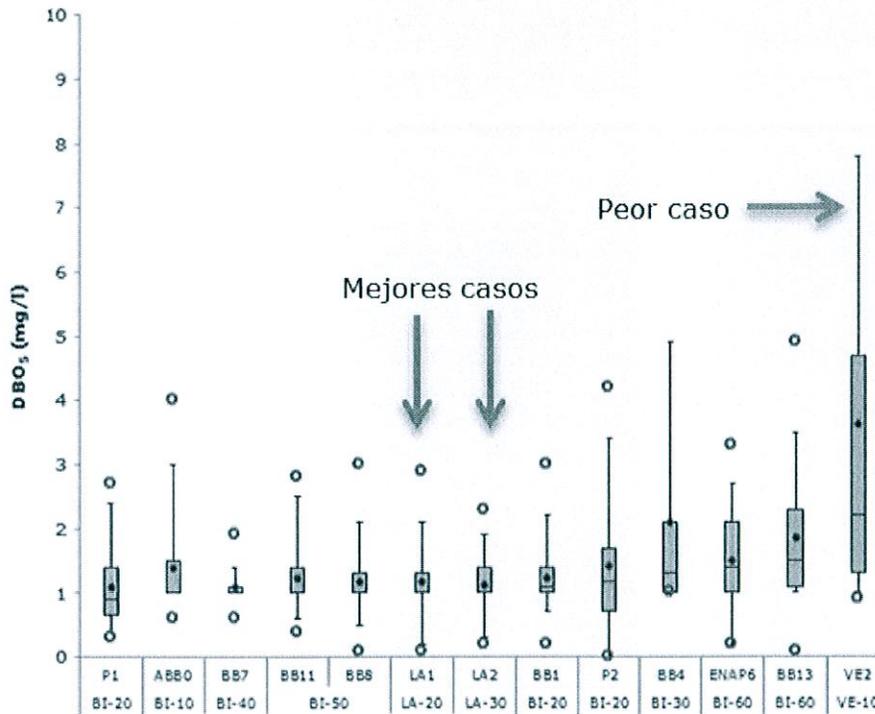
En específico los criterios utilizados fueron: la clases 1 y 2 se definieron en base a los patrones registrados en la o las mejores estaciones de monitoreos y correspondieron a los percentiles 50 (clase 1) y 95 (clase 2) respectivamente; la clase 4 se fijó como el percentil 95 de la o las peores estaciones; luego las restantes clases correspondieron al valor medio entre las clases 2 y 4 (clase 3) y a los valores superiores a los definidos como clase 4 (clase 5) (Figura 3-4Figura 3-4). Para los casos de los parámetros oxígeno disuelto y pH mínimo,

⁵ Evaluación de riesgo ecológico teórico, Evaluación de riesgo ecológico agudo para el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter y Evaluación de Riesgo Ecológico Crónico.

cuyo objetivo ambiental supone restringir valores mínimos, el criterio de definición de clase varío utilizándose el percentil 5 en vez del percentil 95.

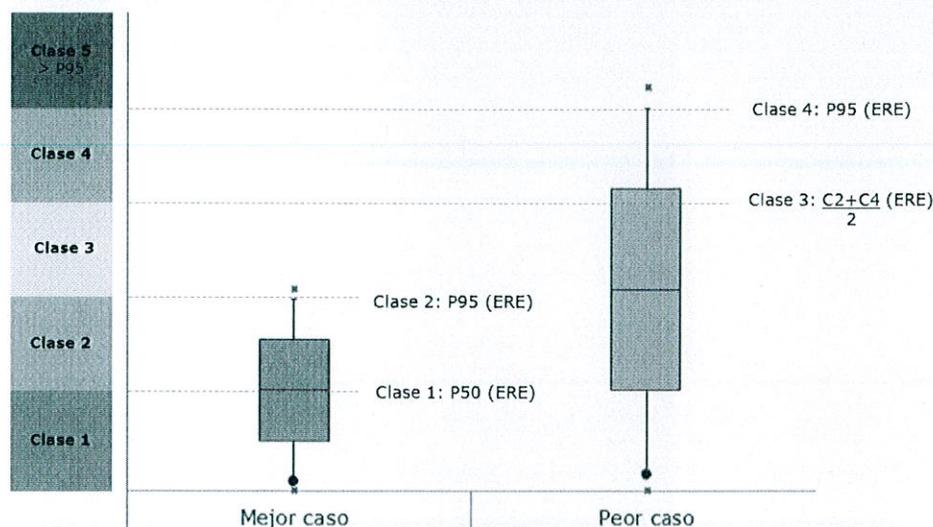
A escala temporal, se optó por analizar los datos contenidos entre los años 2001 y 2012, periodo que describe adecuadamente los procesos hidrológicos de las cuencas evaluadas y permite evaluar la entrada en vigencia del Decreto Supremo N°90. De forma complementaria una vez definidos los valores umbrales de cada clase de calidad, éstos fueron validados en relación con antecedentes de riesgo ecológico reportados en ecosistemas comparables y con Normas internacionales para la protección de biota acuática.

Figura 3-3: Ejemplo de la selección de estaciones de referencia para la generación de clases de calidad. Los datos presentados corresponden a la cuenca del río Biobío.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-4: Esquema fijación clases de calidad.



Fuente: Elaboración propia

El producto final de esta etapa es tener, para cada parámetro seleccionado y área de vigilancia definida, 5 niveles de clases de calidad. Posteriormente, en la etapa del objetivo ambiental se define el nivel de norma a alcanzar en base de los criterios que se explicarán a continuación.

3.3.1 Objetivos ambientales

Se recabaron antecedentes sobre el estado de conservación de cada unidad de gestión, a nivel de paisaje, hidromorfología y biota. Como primer paso se analizó la interacción espacial entre las áreas de vigilancia y las áreas bajo protección oficial del Estado, tales como parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, sitios prioritarios y santuarios de la naturaleza. Esto permitió identificar las secciones de las cuencas donde ya existen ciertos instrumentos de gestión destinados a la preservación de la naturaleza y conservación del patrimonio ambiental.

El siguiente paso correspondió a la caracterización de las componentes hidromorfológica y biológica. Para esto se recopilaban y/o generaban indicadores de condición, los cuales variaron en especificidad según los estudios disponibles en cada cuenca. Así por ejemplo en la cuenca del río Biobío se analizaron los patrones de presencia y/o ausencia de especies acuáticas nativas que fuesen descriptoras de procesos de perturbación antrópica (Tabla 3-1 Tabla 3-1).

De forma similar en la cuenca del río Maipo se utilizó la información existente sobre indicadores biológicos e hidromorfológicos, principalmente referidas a la aplicación de: i) el índice SIGNAL (Stream Invertebrates Grade Number-Average Level), indicador biológico adaptado a la realidad nacional y que consiste en la identificación de familias de macroinvertebrados bentónicos en cada estación de monitoreo, para las cuales se establece un valor de tolerancia (EULA 2008; EULA 2009) y ii) el índice IHG, desarrollado por Ollero et al (2008) y que se constituye como una de las herramientas que permite evaluar la condición hidromorfológica y el estado ecológico de sistemas fluviales (Figura 3-5 Figura 3-5, Figura 3-6 Figura 3-6).

Se analizaron los estudios principalmente faunísticos (zoobentos y peces) realizados en cada cuenca.

A pesar de comprender a dos ecorregiones distintas (mediterránea en el caso de Maipo y BíoBío y Lagos Valdivianos en caso de Valdivia) el listado de taxa revisados, en cuanto el bentos, no difiere significativamente entre las tres (Maipo=70; BíoBío=89 y Valdivia=67). El listado sistematizado, se revisó con los puntajes asignados por Figueroa (2007) para la región Mediterránea de Chile, tanto para el índice ChBMWP como para ChSignal (ChBMWP/nºfamilias) revisados ahí. El grado de tolerancia a la contaminación está dado por un puntaje asignado a cada familia en una escala de 10 a 1, desde las más sensibles a las más tolerantes. Este puntaje ha sido revisado dentro de la literatura científica y son altamente confiables. Esto se hizo de esa manera ya que trabajos más exhaustivos sobre calibración de los distintos índices se encuentran en desarrollo, y los datos fueron insuficientes como para aplicar de manera directa en la asignación de clases de calidad química y posteriormente la fijación de las normas de calidad secundarias.

Sólo la Ecorregión mediterránea presenta una gran variabilidad a nivel de familias (19 a 89), y esta variabilidad tiene importantes implicancias en la aplicación del índice por lo tanto el análisis se enfocó en tres puntos:

- a) Determinar los rangos de parámetros químicos monitoreados en el mismo momento de la muestra biológica para relacionar la presencia de familias sensibles con ese rango de valores químicos, aplicando algunos factores de seguridad a través del resultado del índice (en clases de calidad biológica) como respuesta de la comunidad bentónica completa en cada muestreo.
- b) Determinar las zonas más impactadas de la cuenca y las con menor grado de impacto.
- c) Determinar que grupos de familias se asocian a los sectores ritrales y potamales en los ríos de la cuenca (preferencias de hábitat) y determinar en base a su rol trófico y fuentes de alimentación, su correlación con el contenido de metales y nutrientes en esos sectores para aplicar lo más fielmente el principio preventivo de la Ley 19.300.

En cuanto a la temporalidad de los muestreos biológicos aplicados en bentos es consenso científico que no representan sólo el estado del ecosistema acuático en el momento de la muestra, sino también las condiciones durante el desarrollo de las especies que se encuentran, es decir, que integran tanto los datos físico-químicos como fluviométricos a los que han sido expuestos los individuos de la comunidad, en un plazo de tiempo que dependerá del tiempo de desarrollo de cada taxa, pero que en ningún caso superará el año debido a ciclos anuales, y que como mínimo debieran reflejar 3 meses hacia delante o atrás lo que se asimilaría al muestreo de DGA correspondiente a una estación del año. El foco de los muestreos ha sido el período de primavera tardía (sep-nov) por comprender una buena aproximación a los meses donde la comunidad biológica se encuentra mejor representada.

Tabla 3-1: Recopilación de información biológica como apoyo para el establecimiento de niveles de calidad en la cuenca del río Biobío. E: Especie posiblemente extinta, P: Especie con registros actuales de presencia, AD: Especie no presente según distribución geográfica histórica y preferencias de hábitat, SR: especie sin

registros actuales, sin embargo de acuerdo a su distribución debiese estar presente. Fuente de información: Marquet et al., 2002; GESAM, 2006; Habit et al., 2006.

Áreas de vigilancia	BI-10	BI-20	BI-30	BI-40	BI-50	BI-60	LA-10	LA-20	LA-30	VE-10	RE-10
<i>Diplomystes nahuelbutaensis</i>	P	P	P-E*	P	AD	AD	P	P	AD	SR	SR
<i>Nematogenys inermis</i>	AD	AD	P	E**	P	AD	AD	AD	AD	AD	AD
<i>Aegla conceptionensis</i>	AD	AD	AD	AD	P	SR	AD	AD	AD	AD	AD
<i>Aegla expansa</i>	AD	AD	AD	AD	P	SR	AD	AD	AD	AD	AD
<i>Aegla pewenchae</i>	P	P	P	P	AD	AD	SR	P	SR	P	P
<i>Aegla bahamondei</i>	AD	AD	AD	AD	SR	AD	AD	AD	AD	AD	AD

Figura 3-5: Estado de la calidad del ecosistema acuático de la cuenca del río Maipo según indicadores biológicos. Fuente: EULA (2008,2009).

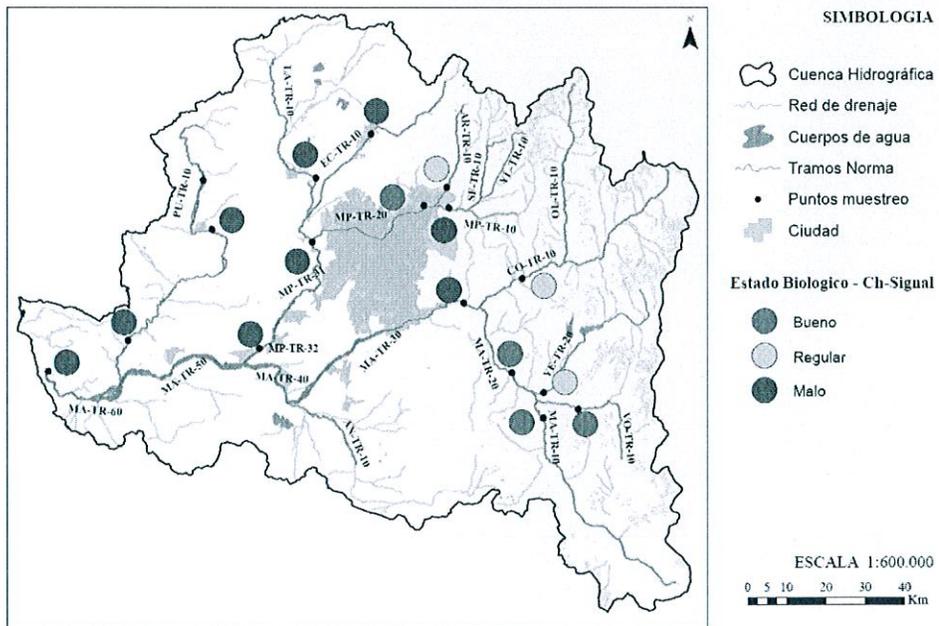
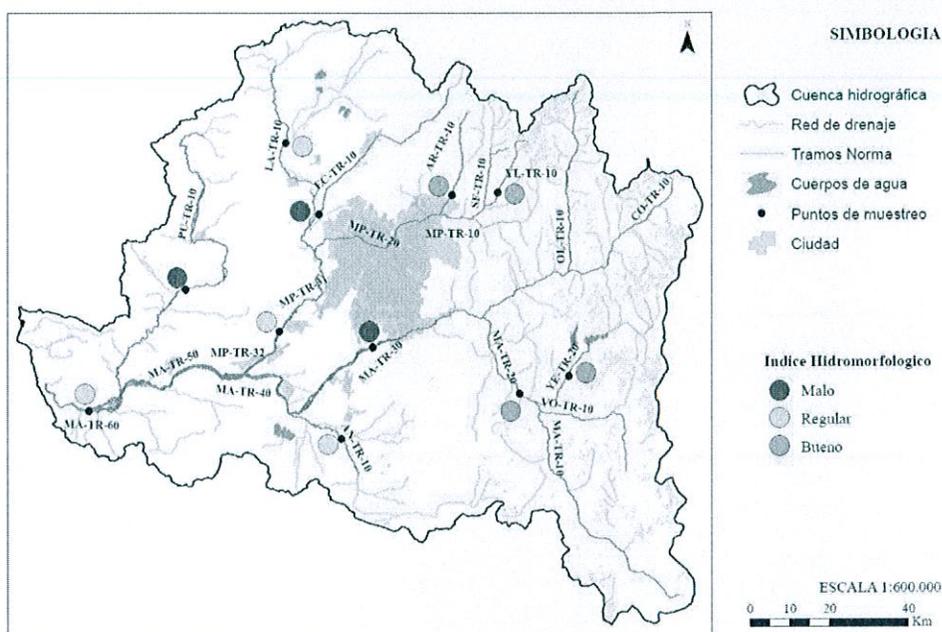


Figura 3-6: Estado de la calidad del ecosistema acuático de la cuenca del río Maipo según índices hidromorfológicos. Fuente: ECOHYD (2010, 2011).



En base a la información recopilada y analizada cada una de las áreas de vigilancia fue caracterizada y se le asignó un objetivo ambiental por parámetro referido a mantener o recuperar cierto nivel de calidad. En específico se establecieron como criterios comunes i) el alcanzar niveles de calidad indicativos de buenas condiciones físico-químicas en las áreas de vigilancia que interactúen con zonas bajo protección oficial del Estado y ii) propender a mejorar las condiciones actuales en las áreas de vigilancia con evidencias de perturbación antrópica significativa (Tabla 3-1Tabla 3-4; Figura 3-5Figura 3-5, Figura 3-6Figura 3-6).

Para definir el estado actual de cada combinación área de vigilancia-parámetro se utilizó el penúltimo dato de los registros físico-químicos del periodo 2009-2012. Este valor fue caracterizado según las tablas de clases de calidad decidiéndose posteriormente si el objetivo ambiental propuesto era plausible de ser logrado en virtud de: patrones característicos de las áreas de vigilancia ubicadas aguas arriba y aguas abajo, emisiones catastradas y adicionalmente la valorización de costos estimados según medidas de abatimiento.

3.4 Sistematización de la información

Adicionalmente hubo un esfuerzo en la sistematización y actualización de la información contenida en los expedientes, de cada una de las NSCA en una base de datos fácilmente disponible para todos los usuarios de la cuenca y/o cualquier interesado en estos procesos normativos que poseen una larga data.



La información disponible varía según la cuenca analizada, pero en términos generales la componen de los siguientes ítems:

- a) Calidad físicoquímica histórica de los ríos, generada por la Dirección General de Aguas, DIRECTEMAR y otras instituciones tales como EULA, CENMA, CEA, entre otras.
- b) Información geográfica disponible (Usos de suelo, características hidrológicas de cada cuenca, etc.)
- c) Modelos hidrodinámicos
- d) Inventarios de emisiones
- e) Modelos de dispersión de emisiones
- f) Evaluación de estructuras comunitarias
- g) Monitoreos biológicos e hidromorfológicos desarrollados de forma puntual por el Ministerio del Medio Ambiente u otras instituciones científicas o privadas
- h) Análisis de riesgo ecológico realizados en los ecosistemas a normar o en otras áreas comparables.
- i) Revisión de Normas Internacionales para la protección de vida acuática
- j) Caracterización y clasificación de especies con problemas de conservación (2013)
- k) Estimación de carga proveniente de fuentes puntuales en cada cuenca (SISS, 2011)
- l) Opinión de expertos nacionales e internacionales (España, 2013)
- m) Generación de información cartográfica para el sistema de tipología de ríos y lagos de Chile”, trabajo licitado por el Ministerio del Medio Ambiente y ejecutado por el Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables de la Universidad de Chile.entre otros (MMA,2011)
- n) Elaboración de tablas de Clases de Calidad, (MMA, 2013)

4. ANEXOS

Anexo 4-1: Siglas de parámetros.

Sigla	Parámetro
Al	Aluminio
As	Arsénico
B	Boro
Ca	Calcio
Cd	Cadmio
CE	Conductividad eléctrica
Cl-	Cloruro
CF	Coliformes fecales
Cl	Cloruro
CN	Cianuro
Cr	Cromo total
CT	Coliformes totales
Cu	Cobre
CV	Color verdadero
DBO ₅	Demanda bioquímica de oxígeno
DQO	Demanda química de oxígeno
Fe	Hierro
Hg	Mercurio
K	Potasio
Mg	Magnesio
Mn	Manganeso
Mo	Molibdeno
NT	Nitrógeno total
Na	Sodio
NH ₄	Amonio
NO ₂	Nitrito
NO ₃	Nitrato
OD	Oxígeno disuelto
Pb	Plomo
pH	pH
PO ₄	Fosfato
PT	Fósforo total
RAS	Razón de absorción de sodio
Se	Selenio
SO ₄	Sulfato
SST	Sólidos suspendidos totales
Zn	Zinc