



**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
DPTO. DE CONSERVACION Y PROTECCION DE RECURSOS HIDRICOS**

**ANTECEDENTES PARA EL ANALISIS GENERAL
DEL IMPACTO ECONOMICO Y SOCIAL DE LA
NORMA DE CALIDAD SECUNDARIA DE AGUAS
CONTINENTALES SUPERFICIALES EN LA CUENCA
DEL LIMARI**

REALIZADO POR:

UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE

S.I.T. N° 197

SANTIAGO, DICIEMBRE DE 2009

**Ministro de Obras Públicas
Sr. Sergio Vitar Chacra**

**Director General de Aguas
Sr. Rodrigo Weisner Lazo**

**Jefa Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos
Sra. Mesenia Atenas Vivanco**

Inspector Fiscal Srta. Mónica Musalem Jara

NOMBRE CONSULTORES:

**Jefe de Proyecto
Dr. Rodrigo Sfeir Yazigi**

**Profesionales:
Dr. Cristian Morales Letzkus
Dr. Ernesto Cortés Pizarro
Mg. Rodrigo Gallardo Núñez
Mg. Alvaro Pacheco Hodges
Mg. Niris Cortés Pizarro
Ing. Com. Marcelo Olivares Arenas**

INDICE

	Pág.
1. Introducción.....	1
2. Descripción del anteproyecto de norma	2
3. Metodología de evaluación	4
4. Estimación de Beneficios del Análisis General de Impacto Económico y Social de la Norma	5
4.1. Cálculos Proyección Parámetros incluidos en la Norma de Calidad Secundaria de Agua	5
4.2. Cálculos de Índices de Calidad de Agua ponderados por tramo y receptor	6
4.3. Cálculos Valorización de la Producción de la Provincia del Limarí por Sectores Relevantes	8
4.4. Cálculos de cambios en la productividad.....	16
4.5. Cálculos Beneficios Implementación de la Norma.....	18
5. Estimación de Costos del Análisis General de Impacto Económico y Social de la Norma	20
6. Análisis General de Impacto Económico y Social.....	21
7. Impactos identificados, pero no valorizados	22
8. Comentarios sobre el anteproyecto de norma.....	23
8.1. Sobre los valores de los parámetros de la norma.....	23
8.2. Aspectos generales	23
8.3. Aspectos biológicos.....	24
9. Referencias	26

1. Introducción

El presente documento contiene los antecedentes para el Análisis General del Impacto Económico y Social de la Norma de Calidad Secundaria de Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Limarí.

De acuerdo al Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión, las normas secundarias de calidad ambiental son aquellas que establecen los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.

Para determinar las normas secundarias de calidad ambiental, es necesario, junto a la recopilación de antecedentes desarrollar una serie de estudios a través de los cuales se pueda identificar el estado de conservación y explotación en el que se encuentra el medio ambiente, tanto desde una perspectiva global como de sus especies y componentes más relevantes para el desarrollo de las comunidades locales.

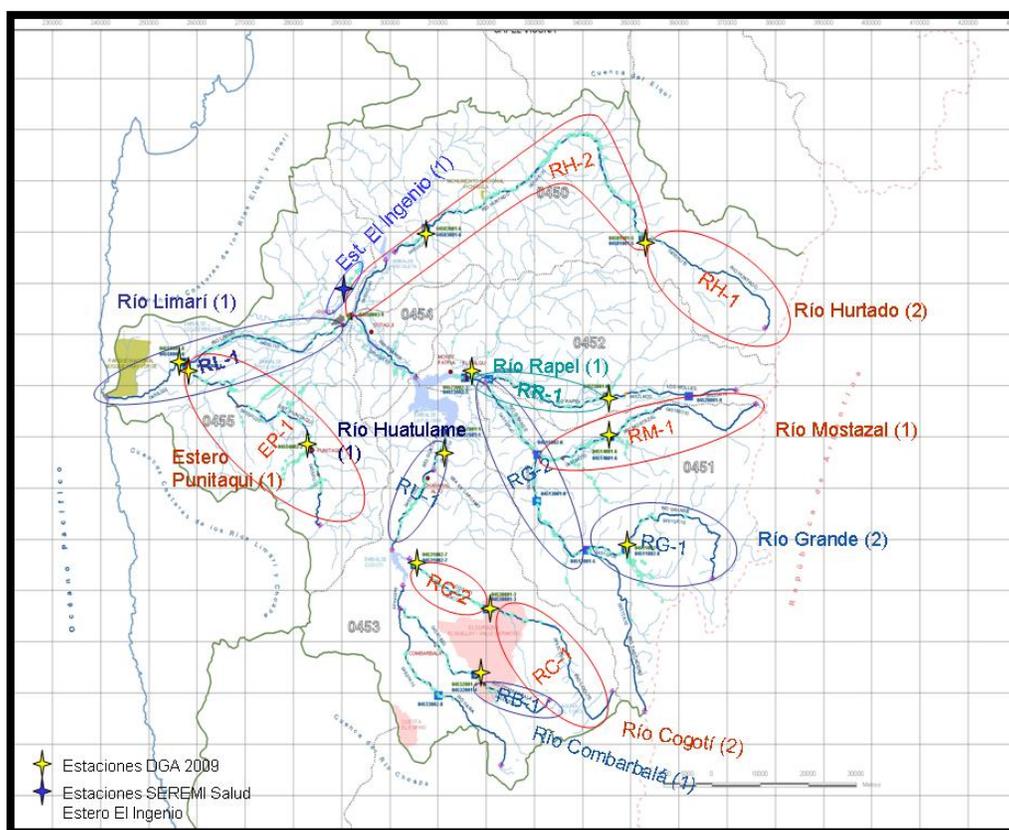
Adicionalmente, la Ley 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad y Emisión (D.S. Nº93/95 MINSEGPRES) establecen el requisito de evaluación económica y social de los anteproyectos de planes y normas ambientales. La Ley, de manera general, establece que dentro de las etapas de la dictación de normas se debe realizar un “análisis técnico y económico”. El reglamento especifica que dicho análisis debe poner énfasis en “... evaluar los costos y beneficios para la población, ecosistemas o especies directamente afectadas o protegidas; los costos y beneficios a él o los emisores que deberán cumplir la norma; y los costos y beneficios para el Estado como responsable de la fiscalización del cumplimiento de la norma”.

Se ha procurado presentar un documento suficientemente ejecutivo, centrado en la identificación de beneficios y costos asociados a la norma, sin embargo, su desarrollo se sustenta en dos anexos digitales complementarios: Anexo Caracterización de la Cuenca del Limarí (ncsl_anexo_v03.pdf) y Anexo Memorias de Cálculo (ncsl_anexo_memorias_v03.xlsx). En el primero de ellos se abordan aspectos económicos, sociales, calidad de aguas y ecosistemas nativos relevantes asociados a la cuenca del Limarí. En el segundo de ellos está contenida la información utilizada para efectos de la valoración, como la serie histórica de los parámetros con su proyección, construcción de índices de calidad de agua por receptor relevante y potencial y estimación de cambios en la productividad.

2. Descripción del anteproyecto de norma

El Anteproyecto de Norma de Calidad Secundaria de Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Limarí establece 13 estaciones de monitoreo asociadas a 10 cauces de la cuenca. Los cauces considerados son (entre paréntesis aparece el número de tramos individuales o estaciones de monitoreo por cause): Estero Punitaqui (1), Río Cogotí (2), Río Combarbalá (1), Río Grande (2), Río Huatulame (1), Río Hurtado (2), Río Limarí (1), Río Mostazal (1), Río Rapel (1) y Estero El Ingenio (1) y sus respectivas estaciones de monitoreo y tramos asociados pueden apreciarse en la Figura 1.

Figura 1: Distribución espacial de áreas de vigilancia



Fuente: Anteproyecto de Norma

Por otra parte, la norma considera 16 parámetros, los que pueden ser clasificados en:

1. Físico-químicos: Conductividad eléctrica, DQO, Oxígeno disuelto, pH, RAS y Temperatura
2. Inorgánicos: Cloruro, Sulfato, $N(NO_3^-)$ y $P(PO_4^{3-})$
3. Metales esenciales totales: Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc
4. Metales no esenciales totales: Aluminio y Arsénico

Para estos 16 parámetros la norma establece valores límites diferenciados por tramo (Tabla 1).

Tabla 1: Valores límites de parámetros asociados a la norma

	Parámetro	Unidad	Río Cogotí		Río Combarbalá		Río Grande		Río Huatulame		Río Hurtado		Río Limarí	Río Mostazal	Estero Punitaqui	Río Rapel	Estero El Ingenio
			RC-1	RC-2	RB-1	RG-1	RG-2	RU-1	RH-1	RH-2	RL-1	RM-1	EP-1	RR-1	EI-1		
Físico-químicos																	
1	Conductividad Eléctrica	μS/cm	300	450	200	400	650	700	400	800	3500	550	2700	550	4500		
2	DQO	mg/L	40,0	40,0	55,0	45,0	25,0	45,0	35,0	40,0	50,0	35,0	55,0	40,0	--		
3	Oxígeno Disuelto	mg/L	>5,5	>6	>6	>6	>6	>6,5	>5,5	>6	>6,5	>6,0	>6,5	>6	--		
4	pH	Rango	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5		
5	RAS	-	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	1,5	0,5	0,9	6,0	0,5	6,0	0,4	--		
6	Temperatura	Δ°C	32-7	32-11	20-6	27-8	33-10	35-12	22-3	31-10	30-11	27-7	33-12	27-6	--		
Inorgánicos																	
7	Cloruro	mg/L	10	10	10	30	20	30	15	25	710	15	580	10	--		
8	Sulfato	mg/L	15	30	5	50	90	125	120	165	420	80	340	115	--		
9	Nitrato	mg/L	0,35	0,40	0,20	0,35	0,60	0,90	0,60	0,60	0,45	0,45	0,30	0,40	--		
10	Fosfato	mg/L	0,08	0,05	0,04	0,04	0,06	0,09	0,02	0,04	0,15	0,03	0,20	0,04	--		
Metales esenciales totales																	
11	Cobre*	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01		
12	Hierro	mg/L	0,7	0,8	1,5	0,9	2,5	0,2	0,5	0,4	0,4	0,5	0,2	0,4	0,7		
13	Manganeso	mg/L	0,07	0,08	0,03	0,15	0,25	0,04	0,30	0,06	0,08	0,06	0,03	0,06	0,02		
14	Zinc	mg/L	0,015	0,030	0,020	0,040	0,050	0,015	0,140	0,050	0,050	0,030	0,015	0,030	--		
metales no esenciales totales																	
15	Aluminio	mg/L	1,90	1,50	1,10	3,20	4,30	0,90	1,90	1,05	2,00	1,30	1,10	1,30	--		
16	Arsénico	mg/L	0,005	0,007	0,005	0,030	0,009	0,005	0,007	0,007	0,007	0,005	0,003	0,007	--		

Fuente: Anteproyecto de Norma

*parámetro en límite de detección

3. Metodología de evaluación

Para realizar la evaluación se utiliza el método Costo Beneficio y cómo existe una dimensión temporal se hace necesario llevar a cabo la evaluación por medio de una proyección de flujos. Para identificar los beneficios de la norma se utiliza el concepto de Valor Económico Total (VET), ya que se puede entender que ésta busca proteger los activos ecosistémicos presentes en el medio. De esta forma, se hace necesario identificar los activos ambientales que pueden ser impactados por la norma.

El método del VET considera tanto los valores de uso (directo, indirecto, opción) y valores de no uso (existencia). En términos generales, se puede establecer que los bienes y servicios ambientales asociados a los valores de uso directo (extractivos y no extractivos) tienen un mercado definido, por lo que resulta bastante trivial su estimación, mientras que aquellos activos ambientales que están asociados a los otros valores, no poseen un mercado, por lo que su valor debe ser estimado a través de técnicas alternativas (mercados contruoidos, hipotéticos, contingentes, etc.).

Para poder determinar los activos ambientales o ecosistémicos que se deben evaluar se identificaron los receptores relevantes de la cuenca, siendo los más importantes: salud del ecosistema y biodiversidad, agricultura, ganadería, agroindustria, gas y agua, y turismo.

4. Estimación de Beneficios del Análisis General de Impacto Económico y Social de la Norma

En esta sección se presentan, secuencialmente todos los pasos seguidos para la estimación de los beneficios utilizados para la realización del AGIES de la Norma de Calidad Secundaria de Agua de la Cuenca de Limarí.

Los pasos que se incluyen son los siguientes: proyección de parámetros que incluye la norma en el horizonte de evaluación; construcción de índice de calidad de agua ponderado que incluya parámetros validados para los escenarios de la norma, la línea base, y la proyección de la línea base (5 años) para cada receptor relevante; valorización de la producción de los receptores relevantes en cada tramo de la cuenca (los cuales fueron asociados a nivel comunal); determinación de los cambios de productividad en los receptores asociados a la comparación entre los escenarios de implementación de norma y línea base y su proyección; y, valorización de los beneficios de la norma.

4.1. Cálculos Proyección Parámetros incluidos en la Norma de Calidad Secundaria de Agua

A partir de mediciones del agua de algunos tramos de ríos de la cuenca de la provincia de Limarí se hace un análisis de la evolución temporal de una serie de parámetros (concentración de sustancias químicas y propiedades físico-químicas) de cuyo nivel depende directamente la calidad del agua.

A este efecto se analizaron los valores históricos disponibles de cada parámetro por tramo de río con el objetivo de determinar si los valores proyectados para un futuro cercano no exceden los límites que la establece la propuesta de norma que se desea evaluar.

Los datos que componen las series de tiempo estudiadas contienen mediciones trimestrales que comienzan en diferentes momentos entre comienzos de los 80 y finales de los 90 - según el tramo y parámetro - y terminan la mayoría de ellos en el segundo trimestre de 2008 (ver anexo digital `ncsl_anexo_memorias_v03.xlsx`).

Como método empleado para las proyecciones de los 16 parámetros de la norma- exceptuando al estero El Ingenio - se usó el suavizado exponencial (exponential smoothing) debido tanto al elevado número de parámetros a estudiar, como a su reconocido poder de predicción. El trabajo numérico se ejecutó con el programa STATISTICA, versión 5. Se empleó principalmente suavizado exponencial con tendencia lineal y estacionalidad y, en su defecto, suavizado exponencial sin tendencia para aquellos casos en que los valores proyectados eran negativos. Este último, que es un caso especial de modelo ARIMA (0,1,1), se puede estimar de acuerdo con las fórmulas

$$s_0 = x_0$$

$$s_t = \alpha x_t + (1-\alpha)s_{t-1},$$

donde x_t y s_t son los valores de la serie original y la suavizada, respectivamente, en el momento t , y el factor de suavizado α es tal que $0 < \alpha < 1$.

Los datos disponibles se clasificaron por el trimestre de la medición correspondiente. Esto quiere decir que la unidad de tiempo utilizada es el trimestre. Es de notar que los datos de los trimestres en los que no se hicieron mediciones (casos perdidos) se completaron automáticamente por el método de interpolación de valores adyacentes.

En algunos pocos casos en que se detectó un posible valor atípico que pudiera influir negativamente en las proyecciones, particularmente los que ocurrían al final de la serie, el valor atípico se eliminó y pasó a tratarse como un caso perdido.

Para cada parámetro y tramo se proyectaron valores para cinco años de la manera siguiente. El primer año lo componen los 2 últimos trimestres de 2008 y los 2 primeros de 2009; el segundo año, los 2 últimos trimestres de 2009 y los 2 primeros de 2010; y de la misma manera se llega al quinto año con los 2 últimos trimestres de 2012 y los dos primeros de 2013. El valor estimado de cada uno de estos años corresponde al valor máximo de los 4 trimestres que lo componen.

Los datos relativos al estero El Ingenio eran muy pocos numerosos y demasiado homogéneos para un análisis tradicional. Entonces las proyecciones se tomaron como iguales al último dato disponible (en el anexo digital `nchl_anexo_memorias_v03.xlsx` se pueden consultar los resultados de la proyecciones).

4.2. Cálculos de Índices de Calidad de Agua ponderados por tramo y receptor

Para el cálculo de los índices de calidad de agua ponderado de los parámetro que incluye la propuesta de Norma, se siguió la metodología propuesta por Cifuentes (2008). Dicha metodología se basa en clasificar las aguas de las diferentes áreas de vigilancia, a partir de los tipos de agua definidos en la Guía CONAMA (2004). Para cada área de vigilancia se identifican los receptores potencialmente afectados por cambios en la calidad de las aguas, como también los parámetros contenidos en la norma que inciden en dicho efecto.

Con esta información se pueden calcular Indices de Calidad de Aguas ponderados (definidos por el Cifuentes (2008) como ICAs), los cuales posteriormente se pueden correlacionar a indicadores de productividad para poder valorizar los impactos de la Norma.

Se construyeron los ICAs asociados a los siguientes escenarios:

- Escenario de Norma. Este escenario corresponde a la situación que todos los parámetros contenidos en la norma cambien a los valores más desfavorables que permita dicha norma.
- Escenario Línea Base. Este escenario corresponde a la situación que reflejan los datos históricos disponibles para todos los parámetros contenidos en la norma.
- Escenario línea base proyectada 1%. Este escenario corresponde a considerar los proyectos por área de vigilancia que pueden afectar a futuro la calidad actual de las aguas. En base a las emisiones declaradas por los proyectos en el SEIA, se identifican por área de vigilancia los parámetros de la norma que podrían verse potencialmente afectados (el análisis de éstos proyectos puede consultarse en el anexo Caracterización de la Cuenca del Limarí). Para efectos de cálculo en primer lugar se proyectan matemáticamente las tendencias de los valores asociados a los parámetros, tal como se explicó en la sección anterior. Adicionalmente, siguiendo la metodología de Cifuentes (2008), se incorpora el efecto de los proyectos a ejecutarse en la cuenca considerando un incremento del 1% anual para los parámetros identificados como potencialmente afectados. El período de evaluación es de 5 años.
- Escenario línea base proyectada 2%. Este escenario corresponde a considerar la misma situación anterior pero bajo un supuesto más pesimista de incremento del 2% anual para los parámetros identificados como potencialmente afectados. El período de evaluación es de 5 años.

El cálculo de estos índices de calidad, considera la inclusión de dos tipos de parámetros; obligatorios y relevantes. De los parámetros obligatorios, con ponderación de un 70% definidos por Cifuentes (2008), sólo están presente en la propuesta de norma conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y pH. Los demás son definidos como parámetros relevantes y tienen un peso ponderado como conjunto de un 30%.

Los parámetros DQO, fosfato y nitrato no están considerados en la Guía CONAMA para establecer los tipos de calidad de agua. Por lo tanto, no es posible utilizarlos en la metodología de cálculo de ICAS. Esto, indudablemente introduce una limitación por cuanto se considera que son parámetros que pudieran verse impactados por actividades antrópicas en la cuenca. La DQO está relacionada con la DBO5 en el caso de riles, y es mucho más rápida de medir. Entendemos que esta es la razón para incluirla en la norma. Sin embargo, en términos de calidad de agua no es posible establecer sus rangos de efecto. Se requiere entonces, estudios y definiciones previas que relacionen rangos de DQO con calidad de agua según su uso. Esta situación es similar para los parámetros nitrato y fosfato, los cuales están relacionados a nutrientes esenciales para el compartimento ambiental flora. Estos están relacionados a la agricultura y uso de fertilizantes.

Por otra parte, en la construcción de los índices de calidad se dejó fuera el parámetro temperatura, ya que la norma asociada a la cuenca del río Limarí fija el valor del parámetro entre rangos y en el caso del índice de calidad de agua ponderado la metodología hace referencias a variaciones con respecto a la temperatura natural de las aguas, sin embargo, con la información

disponible y los impactos de la estacionalidad no fue posible obtener dichas variaciones de temperatura.

Los valores de ICAs calculados para cada escenario, por receptor y tramo de la cuenca se pueden consultar en el Anexo archivo digital ncsI_anexo_memorias_v03.xlsx y un análisis de esto en el Anexo Caracterización de la Cuenca del Limarí: ncsI_anexo_v03.pdf).

4.3. Cálculos Valorización de la Producción de la Provincia del Limarí por Sectores Relevantes

A fin de valorizar la producción total de la Cuenca del Limarí que es determinada por el uso del agua del río y sus afluentes, se han considerado como pertinentes de analizar los siguientes receptores relevantes: Salud del ecosistema y biodiversidad, Agrícola, Ganadería, Agroindustria, Turismo y Gas y Agua.

Para el receptor Salud del ecosistema y biodiversidad se buscó valorizar los impactos de la norma a través de estudios comparados, sin embargo, la falta de antecedentes disponibles no permitió llegar a establecer confiablemente dicha valorización, por esta razón los impactos sólo son identificados y cuantificados.

En el caso de los receptores Agrícola, Ganadería, Agroindustria, Turismo y Gas y Agua la valorización se ha llevado a cabo realizando estimaciones y ajustes en la valorización total de la producción, debido a la falta de información específica y actualizada para cada sector (o indistintamente receptor) relevante. La valorización de la producción para cada receptor se hizo a nivel comunal, para luego poder relacionarla directamente con los tramos que incluye el anteproyecto de Norma.

Debido a la escasez de información y a la volatilidad en los precios de algunos sectores, como es el caso agropecuario, se ha considerado la utilización del Producto Interno Bruto (PIB) de los sectores Agropecuario-silvícola, Industria Manufacturera y Electricidad, Gas y Agua para su valorización, con excepción del sector Turismo. Las últimas cifras oficiales disponibles para la Región de Coquimbo corresponden al PIB Real del año 2006, por lo cual se realizaron las siguientes estimaciones y ajustes para cada receptor a fin de poder determinar el valor de la producción nominal al año 2008:

Tabla 2: Estimación Producto Interno Bruto Región de Coquimbo

PIB Real (MM\$)	2003	2004	2005	2006	2008 ¹	2008 nominal ²
Agropecuario-silvícola	94.502	91.948	103.860	97.719	99.924	112.642
Industria Manufacturera	68.462	75.174	77.013	74.183	78.259	86.823
Electricidad, Gas y Agua	37.519	30.277	34.398	34.465	32.568	86.502

Fuente: Elaboración propia en base a información del Banco Central de Chile.

Tabla 3: Deflactor del PIB 2008

Deflactor PIB	2008
Agropecuario-silvícola	113
Industria Manufacturera	111
Electricidad, Gas y Agua	266

Fuente: Banco Central de Chile.

Una vez ajustado el PIB regional, se valorizó la producción de los receptores relevantes, para lo cual se consideró la utilización de la Matriz Insumo Producto de la Región de Coquimbo³ para determinar la participación de los subsectores relevantes.

i. Salud del ecosistema y biodiversidad

Squeo *et al.* (2001), reconocen en la cuenca del Limarí cuatro sitios prioritarios para la conservación de la flora nativa, estos son: Parque Nacional Bosque Fray Jorge (9.959 ha), Monumento Natural San Pedro de Pichasca (7.000 ha), El Durazno - El Quillay - Valle Hermoso (20.000 ha) y Cuesta El Espino (con una superficie total de 6.000 ha, pero sólo 2.369 ha en el Limarí). Por otra parte, en la cuenca también se encuentra el humedal de la desembocadura del Río Limarí, considerado un Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad.

Al vincular estos sitios con los tramos de vigilancia establecidos en la norma, el Parque Nacional Bosque Fray Jorge y el humedal de la desembocadura del Río Limarí están relacionados con el tramo Río Limarí 1 (RL-1), el Monumento Natural San Pedro de Pichasca está relacionado con Río Hurtado 2 (RH-2), El Durazno - El Quillay - Valle Hermoso están relacionados con Río Combarbalá 1 (RC-1) y Cuesta el Espino no se relaciona con ninguno de los tramos de la Norma.

Es importante destacar que el Parque Nacional Bosque Fray Jorge posee 154 especies vertebrados terrestres, de las cuales 21 son endémicas de Chile. En categorías de conservación En Peligro de Extinción y Vulnerables existen respectivamente 7 y 17 especies. Este Parque Nacional ha sido intensamente estudiado desde el punto de vista biológico, recientemente se publicó el libro "Historia Natural del Parque Nacional Bosque Fray Jorge" (Squeo *et al.*, 2004), en el cual se compila un número importante de investigaciones, tanto del bosque relicto de Olivillo como de la zona de matorral desértico.

En los restantes sitios prioritarios para la conservación la información es incipiente y de baja representación, especialmente en términos del área geográfica que éstos abarcan. Además, existen zonas de la Provincia del Limarí en las cuales no se dispone de antecedentes de la fauna

¹ Estimación en base a la tasa de crecimiento promedio del PIB durante los años 2003 y 2006.

² El PIB nominal se obtuvo mediante el deflactor del PIB nacional para los sectores analizados.

³ Ver "Aproximación a las Economías Regionales con base en las Matrices Insumo Producto Regionales del Año 1996" (MIDEPLAN, 2005).

(Monte Patria, Punitaqui y Río Hurtado), situación que es preocupante. Por ejemplo, no se dispone de antecedentes para las zonas andinas de la Provincia, especialmente en áreas de humedales (vegas altoandinas), las que normalmente albergan una alta diversidad de especies, particularmente de aves, muchas de las cuales presentan problemas de conservación. Esto permite sugerir y acorde con lo propuesto por la Convención de Ramsar que además de los sitios mencionados, es preciso incorporar áreas altoandinas (e.g., Cordillera: Pichasca, Los Molles y Tulahuén), para la conservación de la biodiversidad de vertebrados terrestres.

ii. Sector Agrícola

La contabilización del PIB considera al sector agrícola como parte del sector Agropecuario-silvícola, para lo cual se ha utilizado la desagregación de la demanda final obtenida de la última matriz insumo-producto disponible para la región (1996), identificándose como subsectores propios de la actividad agrícola “productos agrícolas” y “frutas”. El ejercicio anterior, arrojó que el 89,4% del sector Agropecuario-silvícola corresponde a producción exclusivamente agrícola, lo cual a nivel regional asciende a los \$100.712 millones (el año 2008).

Al no existir información para el PIB a nivel provincial, se hizo una estimación en base a la participación de la producción agrícola (superficie plantada) del Limarí en el total regional en base al último Censo Agropecuario (2007). En la cuenca del río Limarí se encuentra el 54,8% de la superficie total plantada de la Región (ver Tabla 4), por lo cual se asume además dicho porcentaje como la participación provincial en el PIB regional. La valorización de la producción agrícola del Limarí se estima al año 2008, en **\$55.195 millones** de pesos.

Tabla 4: Superficie Total Plantada por Categoría de Cultivo Según Comuna (Hás.)

	Cereales, leguminosas y tubérculos	Cultivos Industriales	Hortalizas	Frutales	Total
Región de Coquimbo	6.610,2	401,4	11.400,9	31.740,1	50.152,6
Limarí	2.567,8	13,6	4.753,1	20.151,5	27.485,9
Ovalle	2.319,50	11,90	4.235,86	9.399,08	15.966,3
Combarbalá	59,10	-	41,87	1.848,81	1.949,8
Monte Patria	55,70	0,60	348,63	7.387,37	7.792,3
Punitaqui	89,50	1,00	78,21	1.054,80	1.223,5
Río Hurtado	44,00	0,10	48,48	461,40	554,0

Fuente: VII Censo Agropecuario, INE 2007

Utilizando la superficie total plantada como factor de asignación, es posible también determinar el valor de la producción agrícola por comunas:

Tabla 5: Valor Producción Agrícola Provincia del Limarí por Comunas (MM\$)

	2008
Limarí	\$ 55.195,0
Ovalle	\$ 32.062,3
Combarbalá	\$ 3.915,4
Monte Patria	\$ 15.647,9
Punitaqui	\$ 2.457,0
Río Hurtado	\$ 1.112,5

Fuente: Elaboración propia

iii. Sector Ganadería

Al igual cómo fue estimado el valor de la producción agrícola de la provincia del Limarí, se ha hecho para la ganadería, cuya participación relativa en el total de dicho sector asciende al 10,6% de acuerdo a la composición de la demanda final de la matriz insumo producto regional. Así, la producción pecuaria de la Región al año 2008 ascendió a los \$11.930 millones.

El valor de dicha producción a nivel provincial ha sido determinado como una proporción del total regional en función del número de cabezas de ganado de la provincia. De esta manera, considerando que en el Limarí se encuentra el 46,2% del total regional de ganado, se puede estimar el valor del sector en **\$5.508 millones** para la provincia.

Tabla 6: Número de Cabezas de Ganado

Región de Coquimbo	575.261
Limarí	265.598
Ovalle	72.918
Combarbalá	60.745
Monte Patria	54.030
Punitaqui	45.773
Río Hurtado	32.132

Fuente: VII Censo Agropecuario, INE 2007

Utilizando el número de cabezas de ganado como factor de asignación, es posible también determinar el valor de la producción ganadera por comuna:

Tabla 7: Valor Producción Pecuaria Provincia del Limarí por Comunas (MM\$)

Limarí	\$ 5.507,84
Ovalle	\$ 1.512,1
Combarbalá	\$ 1.259,7
Monte Patria	\$ 1.120,4
Punitaqui	\$ 949,2
Río Hurtado	\$ 666,3

Fuente: Elaboración propia

iv. Sector Agroindustrial

Dentro de la Industria Manufacturera se identificó relevante de analizar la Agroindustria, debido a su importante desarrollo en la provincia del Limarí, y a su dependencia e incidencia en los cursos de agua. Al igual que en el caso anterior, no existen cifras oficiales respecto al valor total de la producción agroindustrial, por lo cual la determinación del valor total de la producción se ha estimado de igual manera que el caso agrícola.

Utilizando la desagregación de la demanda final obtenida de las matrices insumo-producto regionales del año 1996, se han identificado como relevantes las siguientes categorías dentro del sector manufacturero: Conservas de frutas y vegetales; Aceites y grasas; Productos lácteos; Productos de molinería; Pan, fideos y pastas; Otros productos alimenticios; Alimentos para animales; y, Licores; cervezas; bebidas analcohólicas y vinos

La participación de estas categorías en el total de la industria manufacturera de origen local para la Región es del 77,9%. De esta manera, se estima que la producción agroindustrial de la Región correspondiente al año 2008 es \$67.675 millones. Luego, al no existir cifras oficiales para la provincia del Limarí, el valor del sector analizado se ha estimado en **\$37.089 millones** en base a la participación provincial en la superficie total plantada a nivel regional.

Utilizando, al igual que en los casos anteriores la superficie total plantada como factor de asignación, es posible también determinar el valor de la producción agroindustrial por comunas:

Tabla 8: Valor Producción Agroindustrial Provincia del Limarí por Comunas (MM\$)

	2008
Limarí	\$ 37.089,3
Ovalle	\$ 21.544,9
Combarbalá	\$ 2.631,0
Monte Patria	\$ 10.514,9
Punitaqui	\$ 1.651,0
Río Hurtado	\$ 747,5

Fuente: Elaboración propia

v. Sector Gas y Agua

El valor de la producción del sector Gas y Agua ha sido determinado de igual manera que los otros sectores, logrando su desagregación del sector Electricidad, Gas y Agua, el cual es el utilizado oficialmente en la clasificación del PIB. Lo anterior se realizó basándose igualmente en el análisis de la desagregación de la demanda final en base a la matriz insumo producto, que determinó que el 36,97% del sector corresponde a Gas y Agua, lo cual significa que el valor de la producción regional ascendió al año 2008 a \$31.984 millones. De esta manera y considerando la participación del total poblacional de la provincia del Limarí en el total de la Región de Coquimbo, el cual alcanza un 24,1% (168.497 habitantes), se estima el valor de la producción de dicho sector para la provincia en base a dicha proporción en **\$7,717 millones**.

Tabla 9: Población Estimada año 2008

	2008
Región de Coquimbo	698.018
Limarí	168.407
Ovalle	109.115
Combarbalá	12.617
Monte Patria	31.897
Punitaqui	10.257
Río Hurtado	4.521

Fuente: INE

Utilizando la población como factor de asignación, es posible también determinar el valor de la producción Gas y Agua por comuna:

Tabla 10: Valor Producción Gas y Agua Provincia del Limarí por Comunas (MM\$)

	2008
Limarí	\$ 7.717
Ovalle	\$ 5.000
Combarbalá	\$ 578
Monte Patria	\$ 1.462
Punitaqui	\$ 470
Río Hurtado	\$ 207

Fuente: Elaboración propia

vi. Sector Turismo

La valorización del sector turismo se ha realizado en base al gasto promedio diario de los visitantes que llegan a la Región de Coquimbo⁴, el cual se ha considerado al no existir estudios posteriores ni mayores antecedentes respecto a los ingresos que genera la actividad turística. No obstante la

⁴ Ver Estudio del Gasto Turístico Región de Coquimbo (SERNATUR, 1999)

antigüedad del gasto diario estimado, éste ha sido reajustado tanto para turistas nacionales como extranjeros de acuerdo al aumento en el nivel de precios.

Tabla11: Parámetros utilizados sector turismos

	Gasto Turístico Diario Región de Coquimbo		Ajustes Monetarios	
	Chilenos	Extranjeros	UF	\$/USD
1999	US\$ 39,50	US\$ 56,40	\$14.869,00	\$508,78
2007	\$26.522	\$37.869	\$19.622,66	\$522,47

Fuente: Estudio del Gasto Turístico Región de Coquimbo (SERNATUR, 1999)y Banco Central de Chile

Respecto al número de visitantes, para estimar el gasto total del sector para el Limarí se han considerado la última cifra oficial disponible del número total de pernoctaciones en establecimientos de alojamiento turístico en la provincia, con lo cual el valor total del sector para la provincia es de **\$1.321 millones**.

Tabla12: Pernoctaciones Turistas Provincia del Limarí y Gasto Total

	Chilenos	Extranjeros	TOTAL
Pernoctaciones Turistas Limarí	40.876	6.245	47.121
Gasto Total Turistas	MM\$ 1.084	MM\$ 237	MM\$ 1.321

Fuente: Pernoctaciones INE 2007

Para poder estimar el valor del sector por cada comuna, y no existiendo cifras oficiales respecto a las pernoctaciones a nivel comunal, este se ha asignado en relación al número total de camas en establecimientos de alojamiento turístico existentes por comuna⁵. El detalle se presenta a continuación:

⁵ Caracterización Demanda y Oferta Turística Provincia de Limarí (Universidad Católica del Norte, 2007)

Tabla 13: Número de Camas en Establecimientos de Alojamiento Turístico por Comuna, Provincia del Limarí (2007)

	Limarí	Ovalle	Combarbalá	Monte Patria	Río Hurtado
Albergue	5	-	1	4	-
Apart – Hotel	2	2	-	-	-
Bed & Breakfast	2	-	-	1	1
Hotel	11	6	3	1	1
Hostería	9	-	1	7	1
Motel / Cabañas	10	5	-	2	3
Camping	10	3	-	2	5
TOTAL N° DE ESTABLECIMIENTOS	49	16	5	17	11
TOTAL N° DE CAMAS	4.426	3.426	106	528	366

Fuente: Caracterización Demanda y Oferta Turística Provincia de Limarí (Universidad Católica del Norte, 2007)

En base a lo anterior, el gasto total del sector turismo para la provincia del Limarí y sus comunas es el siguiente:

Tabla 14: Gasto Total Turismo Provincia del Limarí según Comuna (2007) (MM\$)

	Chilenos	Extranjeros	TOTAL
Limarí	\$ 1.084,0	\$ 237,0	\$ 1.321,0
Ovalle	\$ 839,1	\$ 183,5	\$ 1.022,5
Combarbalá	\$ 26,0	\$ 5,7	\$ 31,6
Monte Patria	\$ 129,3	\$ 28,3	\$ 157,6
Río Hurtado	\$ 89,6	\$ 19,6	\$ 109,2
Punitaqui	\$ -	\$ -	\$ -

Finalmente, se presenta un resumen de la valorización de la producción de la provincia del Limarí por receptor relevante (MM\$)

Tabla 15: Valorización de la producción de la cuenca del Limarí por receptor relevante (MM\$)

	Agricultura	Agroindustrial	Turismo	Agua y Gas	Ganadería
Limarí	\$ 55.195,03	\$ 37.089,30	\$ 1.321,00	\$ 7.716,62	\$ 5.507,84
Ovalle	\$ 32.062,33	\$ 21.544,86	\$ 1.022,54	\$ 4.999,79	\$ 1.512,14
Combarbalá	\$ 3.915,39	\$ 2.631,02	\$ 31,64	\$ 578,13	\$ 1.259,70
Monte Patria	\$ 15.647,87	\$ 10.514,87	\$ 157,59	\$ 1.461,56	\$ 1.120,45
Punitaqui	\$ 2.456,95	\$ 1.651,00	\$ -	\$ 469,99	\$ 949,22
Río Hurtado	\$ 1.112,46	\$ 747,54	\$ 109,24	\$ 207,16	\$ 666,34

Fuente: Elaboración propia

4.4. Cálculos de cambios en la productividad

Con el cálculo de ICAs para cada tramo y receptor relevante, se puede estimar un nivel de productividad para cada actividad asociado al Índice de Calidad de Agua ponderado, el cual está compuesto de los parámetros establecidos en la Norma. La productividad asociada a un determinado nivel de calidad de agua por receptor relevante es tomada de Cifuentes (2008).

Tabla 16: determinación de productividades

Calidad del Agua	Valor ICAs			
	100-90	90 -70	70 -50	50 - 25
(Receptor)	Excelente	Buena	Regular	Mala
Acuicultura	100%	100%	77,80%	50%
Agricultura	100%	84,60%	69,20%	50%
Deportes Acuáticos	100%	100%	77,80%	50%
Ganadería	100%	100%	100%	50%
Pesca Artesanal	100%	100%	77,80%	50%
Pesca Recreacional	100%	100%	77,80%	50%
Recreación Informal	100%	100%	77,80%	50%
Salud Ecosistemas y Biodiversidad	100%	84,60%	69,20%	50%
Industrias (potabilización)	100%	84,60%	69,20%	50%

Fuente: Cifuentes, 2008

De esta manera, si un determinado valor de ICAs para el sector Agrícola en un tramo respectivo de la cuenca dio 95%, podremos afirmar que la calidad de agua permite una productividad de un 100% para este receptor.

Así, se estimó un nivel de productividad asociado para cada ICAs calculado para cada receptor y tramo de la cuenca en los siguientes escenarios:

- Escenario Norma
- Escenario Línea Base

- Escenario Proyección línea base 1% (5 periodos)
- Escenario Proyección línea base 2% (5 periodos)

Posteriormente, para los dos escenarios proyectados (1% y 2%) se estimaron las diferencias entre la productividad asociada a la Norma y la línea Base y su proyección. A modo de ilustración se presentan resultados parciales obtenidos para un sector (agricultura) en dos periodos para todos los tramos de vigilancia que establece la norma.

Tabla 17: Cambio productividad Agricultura dos periodos. Escenario 1%

Área	Escenario Norma		Periodo					
			Línea Base (0)			Año 5		
	ICAS	Productividad	ICAS	Productividad	Diferencia con Norma	ICAS	Productividad	Diferencia con Norma
RC-1	97,0	100%	97,0	100%	0%	97,0	100,0%	0%
RC-2	97,0	100%	97,0	100%	0%	70,8	84,6%	15%
RB-1	97,0	100%	97,0	100%	0%	97,0	100,0%	0%
RG-1	97,0	100%	97,0	100%	0%	97,0	100,0%	0%
RG-2	93,5	100%	97,0	100%	0%	97,0	100,0%	0%
RU-1	93,5	100%	97,0	100%	0%	93,5	100,0%	0%
RH-1	95,2	100%	97,0	100%	0%	69,0	69,2%	31%
RH-2	86,5	85%	97,0	100%	-15%	97,0	100,0%	-15%
RL-1	63,3	69%	73,2	85%	-15%	64,5	69,2%	0%
RM-1	97,0	100%	97,0	100%	0%	97,0	100,0%	0%
EP-1	63,3	69%	84,7	85%	-15%	64,5	69,2%	0%
RR-1	97,0	100%	97,0	100%	0%	97,0	100,0%	0%
EI-1	25,0	50%	25,0	50%	0%	25,0	50,0%	0%

Los resultados relevantes están en la columna Diferencia con Norma. Los resultados posibles son 3: que el valor sea positivo, cero o negativo. El primer caso significa que la Norma impacta de manera positiva la productividad del receptor analizado en un tramo determinado (beneficio de la norma). De esta manera, por ejemplo, se espera que el año 5, la implementación de la norma impacte en 15% la producción del sector agrícola en el Tramo RC-2⁶ (beneficio de norma). Si el valor de esa columna es cero, significa que no existe ninguna diferencia entre la productividad que asegura la norma y la determinada en el periodo base o el cinco. Finalmente si el valor es negativo, significa que la Norma es muy permisiva, y por tanto aunque las proyecciones den un

⁶ Si nos damos cuenta en ese tramo (RC-2) La norma establece una determinada calidad de agua que se traduce en asegurar un 100% de la productividad del sector Agricultura. Por su parte la proyección de la calidad futura de la calidad de agua el año 5 arrojara una calidad de agua tal que la productividad del sector agrícola sería un 84,6%, por lo cual la norma estaría impactando en un 15% de la producción de ese sector, ya que permite que se mantenga la productividad en un 100%.

determinado valor de productividad, la norma permite que la calidad de agua empeore y que la productividad disminuya⁷.

Es importante destacar que este cálculo se realiza en los dos escenarios (1% y 2%) para todos los tramos de la cuenca y todos los receptores (se incluyen además de los relevantes: salud ecosistema y biodiversidad, agricultura, ganadería, agroindustria, gas y agua y turismo; receptores potenciales tales como acuicultura, pesca artesanal, deportes acuáticos, recreación informal, pesca deportiva, entre otros) en 6 periodos (el periodo inicial o línea base, mas los 5 periodos proyectados) (ver anexo digital ncsi_anexo_memorias_v03.xlsx).

4.5. Cálculos Beneficios Implementación de la Norma

Los beneficios de la Norma resultan de multiplicar, para cada tramo y receptor relevante, el valor de la columna diferencia con Norma de la Tabla de la sección anterior, por el valor de la producción de cada receptor relevante.

Es necesario antes de esto poder asignar la producción de cada comuna determinada en la sección 2.3 a nivel de los Tramos de la cuenca incluidos en la Norma. Para ello se ponderó en función de la longitud de cada tramo, esto ya que hay tramos de la cuenca que están presentes en más de una comuna, o una comuna tiene más de un tramo (ver Tabla 18).

Tabla 18: determinación de longitud de tramos

Área	Comuna	Longitud del Tramo (kms)	Participación comunal
RC-1	Combarbalá	40,9	52,1%
RC-2		19,0	24,2%
RB-1		18,7	23,8%
RG-1	Monte Patria	18,8	11,5%
RG-2		47,3	29,0%
RU-1		26,8	16,4%
RM-1		42,6	26,1%
RR-1		27,7	17,0%
RH-1	Río Hurtado	25,7	22,5%
RH-2		88,5	77,5%
RL-1	Ovalle	53,8	68,8%
EI-1		5,6	7,2%
EP-1		18,8	24,0%
EP-1	Punitaqui	18,8	100,0%

⁷ Eventualmente este valor, en el peor escenario de cumplimiento de la norma, podría considerarse un costo de la implementación de la misma.

Los resultados de la Valoración de Beneficios son los siguientes⁸:

Tabla 19: Beneficios implementación de la Norma (MM \$)

	Escenario 1%					
	LB Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Agricultura	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 233,86	\$ 236,67
Agroindustrial	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Turismo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Agua y Gas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ganadería	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Escenario 2%					
	LB Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Agricultura	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 233,86	\$ 236,67
Agroindustrial	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Turismo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Agua y Gas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ganadería	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

En el caso de la agricultura, en el año 4 y 5 de evaluación los beneficios en los escenarios 1% y 2% se distribuyen en un 65% en la comuna de Combarbalá (Tramo RC-2) y un 35% en la Comuna de Río Hurtado (Tramo RH1).

⁸ Los valores de la producción se hicieron crecer cada año a la tasa de crecimiento promedio 2003-2006 de cada receptor, a excepción de turismo cuyo crecimiento se estimó en función del número de pernoctaciones (2003-2007).

5. Estimación de Costos del Análisis General de Impacto Económico y Social de la Norma

De acuerdo a información proporcionada por la DGA, los costos asociados a la medición de los parámetros que conforman la norma pueden clasificarse en costos de análisis y costos de recolección de muestras.

En relación a los costos de análisis, sus respectivos costos unitarios pueden apreciarse en la Tabla 19. Es importante tener en consideración que no se considera el costo de los análisis realizados en terreno o gabinete, como los de temperatura y RAS respectivamente.

Tabla 19: Costos de análisis unitarios (\$)

Análisis	Valor unitario (\$)
Conductividad Eléctrica	4.759
DQO	3.810
Cloruro	4.759
Sulfato	4.759
N(NO3-)	3.671
P(PO4-3)	4.759
Cobre	2.453
Hierro	2.453
Manganeso	4.628
Zinc	2.453
Aluminio	2.306
Arsénico	2.306

Fuente: DGA (14 enero de 2009)

Considerando que la norma establece 13 estaciones de monitoreo y que la correspondiente a El Ingenio requiere solamente análisis de los parámetros cobre, manganeso y hierro, el costo de análisis por cada campaña de monitoreo es de \$526.926 y dado que se requieren cuatro campañas al año, el costo anual es de \$2.107.704.

Por otra parte, los costos anuales de recolección de muestras asociados a las 13 estaciones de monitoreo se han estimado en \$3.406.882.

6. Análisis General de Impacto Económico y Social

El punto central de la evaluación económica y social lo constituye la construcción del flujo de caja, para esto se consideran tanto los beneficios valorados como los costos asociados a la norma. El horizonte de evaluación se ha estimado en 5 años, fundamentalmente por lo difícil y poco confiable que resulta proyectar la evolución de los parámetros para una unidad de tiempo mayor. En relación a la tasa de descuento, se ha utilizado la tasa social (6%) reportada por MIDEPLAN para la evaluación de proyectos sociales, esto por el carácter y sentido que tiene la norma.

Dada la orientación social de la evaluación no se han incorporado los impuestos, ya que estos son considerados transferencias.

Tabla 20: Evaluación económica y social (MM\$)

Escenario 1%						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Beneficios agricultura					233,86	236,67
Costos aplicación norma		(5,51)	(5,51)	(5,51)	(5,51)	(5,51)
Flujo Neto		(5,51)	(5,51)	(5,51)	228,35	231,16
VAN (6%)	338,86					

Escenario 2%						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Beneficios agricultura					233,86	236,67
Costos aplicación norma		(5,51)	(5,51)	(5,51)	(5,51)	(5,51)
Flujo Neto		(5,51)	(5,51)	(5,51)	228,35	231,16
VAN (6%)	338,86					

En ambos escenarios de análisis la implementación de la norma tendría un efecto positivo asociado fundamentalmente a la agricultura. Es posible observar que dentro de un horizonte de evaluación de 5 años y de acuerdo a la proyección de los parámetros asociados a la norma el VAN en ambos escenarios es de MM\$ 338,9.

Por último, es interesante de destacar que de acuerdo al análisis de sensibilidad unidimensional, basta con que los beneficios asociados a la agricultura sean de MM\$ 15 en los años 4 y 5 para que el VAN alcance el punto de indiferencia (VAN=0).

7. Impactos identificados, pero no valorizados

Los impactos identificados y no valorizados se traducen en costos y beneficios. Respecto a los costos se pueden mencionar aquellos que se encuentran al contrastar los valores de los parámetros de la norma con las proyecciones realizadas de estos.

Cada vez que el valor proyectado de un parámetro sobrepasa el valor de la norma se estaría en una condición de saturación, con lo cual debiese activarse un plan de descontaminación. En este sentido, los costos de este impacto identificado están asociados a las tecnologías de abatimiento que deben implementar los emisores para volver a un escenario de cumplimiento de norma. Los costos van a estar directamente relacionados con el tipo de tecnología que se quiera o deba implementar. Los casos identificados se pueden ver en la tabla siguiente:

Tabla 21: Tramos con saturación proyectada

Parámetros	RC-1	RC-2	RU-1	RG-1	RM-1	RG-2	EP-1	RH-1	RL-1
Ph		X				X	X	X	X
Al		X							
Zn	X		X				X		
Sulfato		X	X						
P(PO4)				X	X			X	

Sin embargo, en los talleres participativos no fue posible vincular a emisores con estos parámetros que vulneran el cumplimiento de la norma.

En relación a los beneficios, en el caso de salud del ecosistema y biodiversidad, si bien no fue posible valorar los cambios en la productividad, si es importante tener en consideración que de acuerdo a los valores proyectados se identifican beneficios en el tramo Río Hurtado 1 (RH-1) para el año 5 de evaluación en los escenarios del 1% y del 2%. Aquí la norma garantiza una productividad del 85%, pero la proyección en el año 5 en los escenarios del 1% y 2% predice una productividad de un 69% (ver anexo digital ncsi_anexo_memoriasv03.xlsx). No obstante, en este tramo no se identificaron sitios prioritarios para la conservación.

Así también, de acuerdo a los valores proyectados, la norma presenta beneficios en el tramo Río Hurtado 1 (RH-1) en los años 4 y 5 de evaluación en los escenarios 1% y del 2% para las actividades pesca artesanal, deportes acuáticos y pesca deportiva. En el mismo tramo y para el escenario del 2% en el año 5 la norma presenta beneficios para la acuicultura. Si bien todas estas actividades no se desarrollan en este tramo, es importante tener en consideración que eventualmente habría un beneficio futuro en el caso que dichas actividades comiencen a desarrollarse.

8. Comentarios sobre el anteproyecto de norma

8.1. Sobre los valores de los parámetros de la norma

i. Se recomienda incorporar explícitamente los criterios usados para definir cada valor de los parámetros contenidos en la tabla, ya que presenta valores diferentes en algunos tramos. Esto facilita su comprensión e interpretación.

ii. Al aplicar la norma sobre el último trienio se detectan niveles de latencia en el caso del Cobre, para el cual, según lo indicado, se definió como norma el límite de detección. Esto significaría que es necesario definir como norma:

$$\text{Valor norma} > \text{Límite detección} / 0,8$$

De esta forma se asegura que toda concentración bajo el límite de detección se interpretará como un valor menor al 80% de la norma.

8.2. Aspectos generales

i. Se recomienda incorporar formalmente el concepto de “Probabilidad de excedencia” como se hace, por ejemplo, en Normas de Calidad Secundaria de Aire. Se ha comprobado que esto permitiría trabajar en base a niveles de alerta antes de superar la norma. En general, se podría hablar de un Nivel de alerta 1 para una eventual variación gradual en la calidad y por corto tiempo; o de un Nivel de alerta 2 para cambios que impliquen efectos significativos.

Al trabajar con percentiles de alguna manera se está tomando este concepto. Sin embargo, al momento de fijar el valor en la norma el incumplimiento se interpreta en la práctica como una situación de saturación que requeriría medidas reactivas importantes y no preventivas (que pudieran incluso desactivarse). Esto último es el objeto de establecer niveles de alerta. Para ello sería necesario trabajar en profundidad con la definición de la línea base, el comportamiento histórico de los parámetros para establecer formal y expresamente las características naturales de las aguas.

Este concepto puede ser aplicado en una primera etapa sobre aquellos parámetros de la norma que presenten, por ejemplo, mayor variabilidad o estén más claramente asociados a aspectos ambientales significativos, o correspondan a los definidos por Cifuentes (2008) como “obligatorios”, etc.

ii. Se considera que en cuanto a la metodología y criterios utilizados para definir los valores de la norma, se pueden introducir algunas herramientas para incrementar la certeza de alcanzar

los objetivos específicos planteados en el ítem III.1 de la guía de CONAMA (2004). Esto tiene relación con incorporar consideraciones ecosistémicas, o al menos diagnosticar estado y necesidades para realizar estas consideraciones.

iii. No hay suficiente información para pronunciarse por calidad de agua según uso a partir de la totalidad de los parámetros. La base más completa es para riego, donde un 52% de los parámetros aproximadamente están en cumplimiento, un 7% por sobre el valor y un 41% sin información. Esto significa que no es posible pronunciarse con 100% de confiabilidad sobre la calidad de aguas para riego. Por lo mismo, menor confiabilidad existe para un pronunciamiento sobre los otros usos. Esto lleva a una limitación de la metodología de Cifuentes (2008) por cuanto se está estableciendo un promedio de calidad de agua sin que estén incluidos todos los parámetros definidos en la Guía CONAMA (2004) para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas.

iv. Relacionado al punto anterior se recomienda al menos agregar algunos parámetros fundamentales para el uso en riego, aún cuando no sean fiscalizables, pero son altamente impactantes. Es el caso de coliformes fecales, DBO5. En el caso del Ingenio se piensa que se debería incluir el pH, dadas las características de las actividades antrópicas (minería) en el área.

v. La Norma no incluye efecto por uso de plaguicidas, estando el Valle del Limarí caracterizado por su actividad agrícola, sustentando por ejemplo la mayor parte de la producción de uva pisquera. De hecho, en la revisión de proyectos en el SEIA se identifican dos tratamientos de residuos (ID 161 e ID 165). A esto se agrega que no existe definida formalmente un área, ni estación de vigilancia para el tramo Tranque Paloma-Ovalle.

vi. Adicionalmente, la situación anterior no se encuentra completamente considerada en la norma definida, porque a modo de ejemplo no se contempla el efecto que el Tranque tiene como ecualizador, sedimentador, habitat para especies acuáticas, etc. Mayor necesidad, entonces, de revisar los puntos 5 y 6 de manera integral.

8.3. Aspectos biológicos

i. Un mal manejo de agroquímicos puede originar la contaminación de las aguas superficiales y en consecuencia del componente biológico asociado; provocando disfunciones del sistema ecológico, por ejemplo en aspectos como:

- Pérdida de los depredadores superiores
- Inhibición del crecimiento y a los problemas reproductivos.
- Bajas en el rendimiento productivo por temporada de cosecha
- Pérdida total o parcial de cosechas
- Disminuciones de la diversidad de especies cultivables

- Cambios en la calidad de los alimentos producidos.
 - Enfermedades en el ganado y/o cosechas
 - Pérdida de peso en ganado, entre otros
- ii. Si el análisis, se realiza ahora desde el punto de vista de salud pública, las consecuencias son evidentemente negativas, ya que nuestra dieta alimenticia considera en un gran porcentaje, productos “elaborados” en los sistemas ecológicos existentes en cuencas hidrográficas.
- iii. Se sugiere ampliar los conocimientos biológicos actuales existentes en la cuenca, a fin de poder evaluar con mayor certeza la magnitud e importancia de los impactos generados de la norma secundaria.

9. Referencias

Cifuentes (2008), Generación de metodología para el desarrollo del Análisis General del Impacto Económico y Social de Normas Secundarias de Calidad de Agua

CONAMA (2004), Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de la calidad ambiental para aguas superficiales continentales y marinas