

# **Generación de Metodología para el Desarrollo de Análisis General del Impacto Económico y Social de Normas Secundarias de Calidad de Agua**

Estudio realizado para la Comisión Nacional del Medio Ambiente

**Luis Abdón Cifuentes**

**INFORME Final**

Santiago, 28 de Noviembre de 2008

## Tabla de Contenidos

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 CONTEXTO .....	1
1.2 ALCANCE DE ESTE ESTUDIO .....	3
<b>2. REVISIÓN DE ANTECEDENTES .....</b>	<b>4</b>
2.1 EL USO DEL ACB EN LA EVALUACIÓN DE REGULACIONES AMBIENTALES .....	4
2.2 ANTECEDENTES NACIONALES .....	8
2.2.1 <i>Revisión de AGIES nacionales.....</i>	8
2.2.2 <i>Modelo de Impacto ambiental relativo .....</i>	13
2.3 EXPERIENCIAS INTERNACIONALES .....	14
2.3.1 <i>Directiva marco europea .....</i>	15
<b>3. PROPUESTA DE GUÍA METODOLÓGICA PARA AGIES DE NSCA.....</b>	<b>20</b>
3.1 PASO 1 – IDENTIFICACIÓN DE RECEPTORES.....	21
3.2 PASO 2 – SELECCIÓN DE RECEPTORES RELEVANTES.....	21
3.2.1 <i>Cambios de Concentraciones Proyectados.....</i>	22
3.3 PASO 3 – DETERMINACIÓN DE CLASES.....	28
3.4 PASO 4 – CAMBIO DE PRODUCTIVIDAD .....	30
3.5 PASO 5 – VALORIZACIÓN .....	35
3.6 DETERMINACIÓN DE COSTOS.....	40
3.7 RESULTADOS .....	41
3.8 ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE Y SENSIBILIDAD .....	42
<b>4. APLICACIÓN GUÍA METODOLÓGICA .....</b>	<b>43</b>
4.1 SELECCIÓN DE CUENCAS A ANALIZAR .....	43
4.2 REVISIÓN DE AGIES: BIOBÍO .....	43
4.2.1 <i>Caracterización de Actividades.....</i>	47
4.2.2 <i>Impactos, Costos y Beneficios.....</i>	50
4.3 REVISIÓN DE AGIES: CACHAPOAL .....	57
4.3.1 <i>Caracterización de Actividades .....</i>	60
4.3.2 <i>Impactos, Costos y Beneficios.....</i>	61
4.4 REVISIÓN DE AGIES: LOA.....	69
4.4.1 <i>Caracterización de Actividades .....</i>	70
4.4.2 <i>Impactos, Costos y Beneficios.....</i>	72
<b>5. GLOSARIO .....</b>	<b>80</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>81</b>
<b>7. REFERENCIAS .....</b>	<b>82</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>87</b>
8.1 ANÁLISIS Y VALORIZACIÓN DE BENEFICIOS POR ACTIVIDAD IMPACTADA.....	87
8.1.1 <i>Acuicultura y pesca comercial.....</i>	87
8.1.2 <i>Agricultura.....</i>	88
8.1.3 <i>Ganadería.....</i>	89
8.1.4 <i>Industrias .....</i>	90
8.1.5 <i>Pesca Artesanal .....</i>	91
8.1.6 <i>Deportes Acuáticos.....</i>	93
8.1.7 <i>Recreación informal .....</i>	95
8.1.8 <i>Pesca Recreacional.....</i>	97
8.1.9 <i>Salud de Ecosistemas y Biodiversidad.....</i>	98
8.1.10 <i>Patrimonio Cultural y Antropológico.....</i>	101

8.1.11	Turismo.....	102
8.1.12	Imagen País.....	104
8.2	MATRIZ PARÁMETRO/RECEPTOR.....	105
8.3	TABLA VALORES.....	106
8.3.1	Agricultura.....	106
8.3.2	Biodiversidad y Valores de No Uso.....	107
8.3.3	Deportes Acuáticos.....	109
8.3.4	Ganadería.....	110
8.3.5	Pesca Deportiva.....	110
8.3.6	Recreación Informal.....	110
8.3.7	Turismo.....	111

## Lista de Figuras

Figura 2-1:	Etapas necesarias para realizar un ACB de la DMA.....	6
Figura 2-2:	Rol de los diferentes tipos de ACB en un proceso de toma de decisiones.....	7
Figura 2-3:	Esquema para la estimación de beneficios.....	19
Figura 3-1:	Propuesta Metodológica para Realización de AGIES de NSCA.....	20
Figura 3-2:	Diagrama de interrelaciones entre los distintos niveles impactados.....	23
Figura 3-3:	Impacto potencial de NSCA sobre la evolución de la calidad del parámetro i.....	24
Figura 3-4:	Impacto potencial de la NSCA sobre la evolución de la calidad del parámetro i.....	25
Figura 3-5:	Diagrama Determinación Cambio de Concentraciones.....	27
Figura 3-6:	Procedimiento de Asignación de Clases.....	29
Figura 3-7:	Productividad vs. Calidad de Agua.....	30
Figura 3-8:	Comportamiento de la DAP según la distancia a un lugar y DAP total equivalente.....	34
Figura 3-9:	Pasos necesarios para determinación de costos.....	40
Figura 3-10:	Potenciales Beneficios.....	41

## Lista de Tablas

Tabla 2-1 Comparación ACB y ACE .....	4
Tabla 2-2 Ejemplo de determinación de impactos ambientales relativos.....	14
Tabla 2-3 Porcentaje de beneficio total según Categorías en la UE.....	18
Tabla 3-1: Identificación de Receptores .....	21
Tabla 3-2: Tabla de Receptores Relevantes.....	27
Tabla 3-3: Rangos de Calidad.....	28
Tabla 3-4: Estandarización de Clases .....	28
Tabla 3-5 Nivel de productividad del receptor asociado a la Calidad del Agua – Propuesta.....	31
Tabla 3-6 Límites de consideración del DAP, para valores de no uso .....	34
Tabla 3-7: Tipos de valores y métodos para obtención de impactos .....	36
Tabla 3-8: Antecedentes de AGIES realizados en Chile .....	37
Tabla 3-9: Antecedentes de valoración a nivel internacional .....	37
Tabla 3-10: Esquemas de Valorización .....	38
Tabla 3-11: Resumen de Beneficios según disponibilidad de información (Ejemplo) .....	41
Tabla 4-1: Áreas de Vigilancia según Anteproyecto NSCA Cuenca Biobío.....	44
Tabla 4-2: Áreas de Vigilancia según Proyecto Definitivo de NSCA Cuenca Biobío.....	46
Tabla 4-3: Uso de Suelo Cuenca Hidrográfica Río Biobío.....	48
Tabla 4-4: Tipo de Industria, Localización y Consumo de Agua.....	49
Tabla 4-5: Tramos Relevantes afectados por el Sector Industrial en la Cuenca del Biobío.....	49
Tabla 4-6: Beneficios Identificados por mejora en calidad del agua en la cuenca del Biobío .....	51
Tabla 4-7: Resumen de Costos .....	51
Tabla 4-8: Distribución Geográfica de receptores en la Cuenca del Biobío.....	52
Tabla 4-9: ICAS para tramos de la Cuenca de Biobío.....	53
Tabla 4-10: Cambio en productividad al año 2015 Cuenca Biobío.....	54
Tabla 4-11: Beneficios en Agricultura según escenarios de productividad (UF/año).....	54
Tabla 4-12: Indicadores Económicos.....	54
Tabla 4-13: Flujo Anuales Cuenca Biobío (UF).....	55
Tabla 4-14: Beneficios Cuenca Biobío .....	56
Tabla 4-15: Comunas y Provincias de la VI Región.....	57
Tabla 4-16: Proyecto Definitivo NSCA Cuenca del Cachapoal.....	59
Tabla 4-17: Actividades con mayor aporte al PIB de la VI Región .....	60
Tabla 4-18: Mejoramiento de la calidad de las aguas del río Cachapoal y sus afluentes. ....	61
Tabla 4-19: Beneficios Identificados por mejora en calidad del agua en la cuenca del Cachapoal .....	61
Tabla 4-20: Costo de la NSCA del río Cachapoal asociado al regulador.... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Tabla 4-21: Distribución Geográfica de receptores en la Cuenca del Cachapoal.....	63
Tabla 4-22: Disponibilidad de Información para la Cuenca del Cachapoal .....	64
Tabla 4-23: ICAS para tramos de la Cuenca del Cachapoal.....	64
Tabla 4-24: Cambio en productividad al año 2015 Cuenca Cachapoal.....	65
Tabla 4-25: Beneficios en Agricultura Cuenca Cachapoal según escenarios de productividad (UF/año).....	66
Tabla 4-26: Indicadores Económicos.....	66
Tabla 4-27: Flujo Anuales Cuenca Cachapoal (UF).....	67

Tabla 4-28: Beneficios Cuenca Cachapoal .....	68
Tabla 4-29: Productividad al año 2015 asociado a .....	68
Tabla 4-30: Comunas de la Cuenca del Loa .....	69
Tabla 4-31: Áreas de Vigilancia según Proyecto Definitivo de NSCA Cuenca del Loa.....	70
Tabla 4-32: Uso del Suelo Agropecuario Comuna de Calama .....	71
Tabla 4-33: Beneficios Identificados por mejora en calidad del agua en la cuenca del Loa.....	72
Tabla 4-34: Distribución Geográfica de receptores en la Cuenca del Loa .....	74
Tabla 4-35: Disponibilidad de Información para la Cuenca del Loa.....	75
Tabla 4-36: ICAS para tramos de la Cuenca del Cachapoal.....	76
Tabla 4-37: Cambio en productividad al año 2015 Cuenca del Loa.....	76
Tabla 4-38: Beneficios en Agricultura Cuenca de Loa según escenarios de productividad (UF/año).....	77
Tabla 4-39: Indicadores Económicos Cuenca del Loa .....	77
Tabla 4-40: Flujo Anuales Cuenca del Loa (UF).....	78
Tabla 4-41: Beneficios Cuenca del Loa.....	79
Tabla 8-1 Análisis cualitativo de los deportes acuáticos .....	94
Tabla 8-2. Análisis cualitativo de la Recreación Informal .....	96
Tabla 8-3. Clasificación del lugar de interés según tipo de conservación .....	98
Tabla 8-4. Funciones y servicios entregados por ríos y humedales.....	99
Tabla 8-5: Definición de impactos sobre la biodiversidad .....	100
Tabla 8-6. Clasificación de beneficios.....	100
Tabla 8-7 Análisis cualitativo del Turismo.....	103

## **1. Introducción**

### **1.1 Contexto**

Las normas secundarias de calidad ambiental (NSCA) para aguas continentales superficiales y marinas nacen ante la necesidad de proteger recursos naturales u otros, tales como cultivos, ecosistemas, especies de flora o fauna, monumentos nacionales o sitios con valor arqueológico. El proceso para la elaboración de normas secundarias comenzó en diciembre de 2004, cuando se oficializa la Guía respectiva (CONAMA, 2004), que tenía por objetivo orientar y servir de base técnica para la elaboración y homogeneización de las normas secundarias de calidad de aguas del país. La implementación de las NSCA estimulará el manejo integrado de cuencas hidrográficas y bahías, lo cual permitirá alcanzar los objetivos de calidad ambiental definidos a través de planes de descontaminación y/o prevención en el medio hídrico. Se trata de un avance importante en la consolidación de los sistemas de seguimiento y vigilancia de la calidad del agua a nivel de cuenca, información que ayudará a mejorar la comprensión de los ecosistemas acuáticos. Sin embargo, dado que los valores propuestos se basan esencialmente en la calidad actual de los ríos, los principales beneficios de la norma se producirán en el mediano y largo plazo. Es por esto que la norma tiene un carácter preventivo.

Como parte de las cuencas hidrográficas, los humedales se verán favorecidos por la gestión de la norma. Entre los humedales que serán objeto de especial atención en la implementación de esta estrategia se encuentran los Sitios Ramsar, que corresponden a humedales inscritos en la lista de la Convención Ramsar como sitios de importancia internacional de proteger (CONAMA, 2005).

Adicionalmente, la Ley 19.300 de Bases del Medio Ambiente establece la necesidad de realizar un análisis técnico y económico dentro del proceso de dictación de normas. En tanto, el reglamento para la dictación de normas de calidad y emisión (D.S.Nº93/95 MINSEGPRES) especifica que este análisis "deberá evaluar los costos y beneficios para la población, ecosistemas o especies directamente afectadas o protegidas; los costos y beneficios de los emisores que deberán cumplir con la norma; y los costos y beneficios para el Estado como responsable de la fiscalización del cumplimiento de la norma".

Si bien la normativa chilena exige un análisis general del impacto económico y social (AGIES) para la dictación de normas, no especifica la metodología del análisis ni el criterio que se debe usar para estimar el impacto. Cabe destacar que la ley exige evaluar costos y beneficios, pero no menciona la realización de un análisis costo beneficio y tampoco señala que los beneficios deben ser mayores que los costos para dictar la norma.

Para aplicar un AGIES, existen diversas metodologías de evaluación económica de proyectos en la literatura tales como análisis de costos, análisis de beneficios, análisis de costo efectividad, análisis costo-beneficio, análisis financiero y análisis económico. Sobre la aplicación de análisis costo-beneficio (ACB) en proyectos de regulación ambiental, existe una gran concordancia a nivel internacional de que esta metodología es la más recomendada para apoyar la toma de decisiones.

Dentro de los programas priorizados se ha establecido iniciar una serie de procesos de generación de normas de calidad secundarias de cuencas a lo largo del país. En este sentido las primeras normas iniciadas son las de las cuencas del río Loa, Elqui, Aconcagua, Maipo-Mapocho, Cachapoal, Biobío, Cruces, Aysén y Serrano. Dichas normas actualmente se encuentran en la etapa de proyecto definitivo. Sin embargo, existen diferencias evidentes entre los AGIES realizados, tanto por la metodología como en el nivel de resultados, debido a lo cual se ha considerado necesario revisar, evaluar, modificar y complementar, cuando corresponda, dichos estudios para que cumplan con los objetivos de protección de cada una de las propuestas normativas.

## 1.2 Alcance de este estudio

Este estudio tiene como objetivos los siguientes aspectos:

1. Desarrollar una metodología que permita desarrollar una evaluación del impacto económico y social de las NSCA, que permita conocer los beneficios y costos de su implementación.
2. Desarrollar material de tipo procedimental (manuales de procedimiento) para la aplicación de la evaluación del impacto económico y social de las NSCA.
3. Corrección de tres AGIES en cuanto al cálculo de beneficios, utilizando la propuesta presentada anteriormente.

Para alcanzar los objetivos se realizó lo siguiente:

- Un análisis crítico de los AGIES realizados con el objetivo de contrastar las metodologías, sus defectos y sus virtudes.
- Se revisó la literatura existente de normativas similares en otras partes del mundo, para así extraer lecciones relevantes y aplicables a la realidad nacional. Además de experiencias de aplicación metodológicas a nivel nacional e internacional.
- Se elaboró una metodología general en base a los puntos anteriores, la experiencia del equipo consultor, los antecedentes nacionales e internacionales, que integra los esfuerzos realizados en la materia y que considera de manera explícita los distintos niveles de información existentes. De tal manera que sirva como un apoyo explícito para estudios futuros.
- Además se aplicó esta metodología a 3 cuencas (Loa, Cachapoal y Biobío).



## 2. Revisión de Antecedentes

Se realizó una amplia revisión de las distintas experiencias internacionales y nacionales, tanto a nivel de implementación como de aplicación, referidas a evaluar el impacto social y económico de normativas de calidad de agua, con especial énfasis en la protección y conservación de ecosistemas acuáticos.

### 2.1 El uso del ACB en la evaluación de regulaciones ambientales

El análisis costo-beneficio (ACB), cuando se aplica correctamente, ha demostrado ser la mejor herramienta para evaluar la aplicación de cualquier regulación mayor, siendo el análisis costo-efectividad (ACE) la segunda tendencia más relevante. En la Tabla 2-1 se puede apreciar una comparación entre ambos métodos.

Tabla 2-1 Comparación ACB y ACE

<b>Análisis costo beneficio (ACB)</b>	<b>Análisis de Costo efectividad (ACE)</b>
Considera costos y beneficios del proyecto.	Sólo considera los costos de diferentes alternativas.
Considera la identificación, cuantificación y valoración de impactos.	No considera los impactos. Si la decisión ya está tomada, busca la manera más económica de realizarla.
Requiere mucha información y de buena calidad.	Permite decidir cuando la información es escasa.
Permite considerar múltiples parámetros y dimensiones de un proyecto en la toma de decisión.	No permite decidir considerando variaciones en múltiples parámetros simultáneamente (SO <sub>4</sub> , salinidad, etc.) y múltiples impactos (recreación, actividad productiva), no es operativo.
Determina claramente cual alternativa es más beneficiosa para la sociedad.	No permite determinar cual alternativa es más beneficiosa para la sociedad (no considera la evaluación de impactos).
Un buen ACB considera en su análisis un ACE.	Un ACE no considera en su análisis un ACB.

Fuente: Elaboración Propia.

Cabe destacar que la única ventaja del ACE, frente al ACB, es la facilidad de su ejecución y esto se debe a que se simplifica el problema de buscar el mejor mecanismo para una decisión de regulación ya tomada, sin contrastar beneficios con costos. El ACB sirve para comparar los costos y los beneficios de ejecutar programas o políticas. Un ACB debería intentar identificar, determinar y valorizar todos los impactos. Los costos deberían referirse a los costos económicos totales relacionados a la pérdida de bienestar debido a la implementación de políticas o proyectos. Esto implica la inclusión de los costos directos, los costos de financiamiento y los costos operacionales y de administración de las medidas adicionales. En tanto, los beneficios se refieren a los aumentos de bienestar producto de la implementación de las medidas. Los efectos de estas medidas pueden generar variaciones en los valores de mercado como también en otros aspectos que no son de mercado. En la literatura internacional (Arrow et al., 1996) se indican ocho recomendaciones para aplicar el ACB en la regulación de salud, ambiente y seguridad:

1. El ACB es útil para comparar los efectos favorables y desfavorables de políticas.
2. No se debe prohibir explícitamente la consideración de costos y beneficios en el desarrollo de regulaciones.
3. Se debe requerir un ACB para toda regulación mayor.

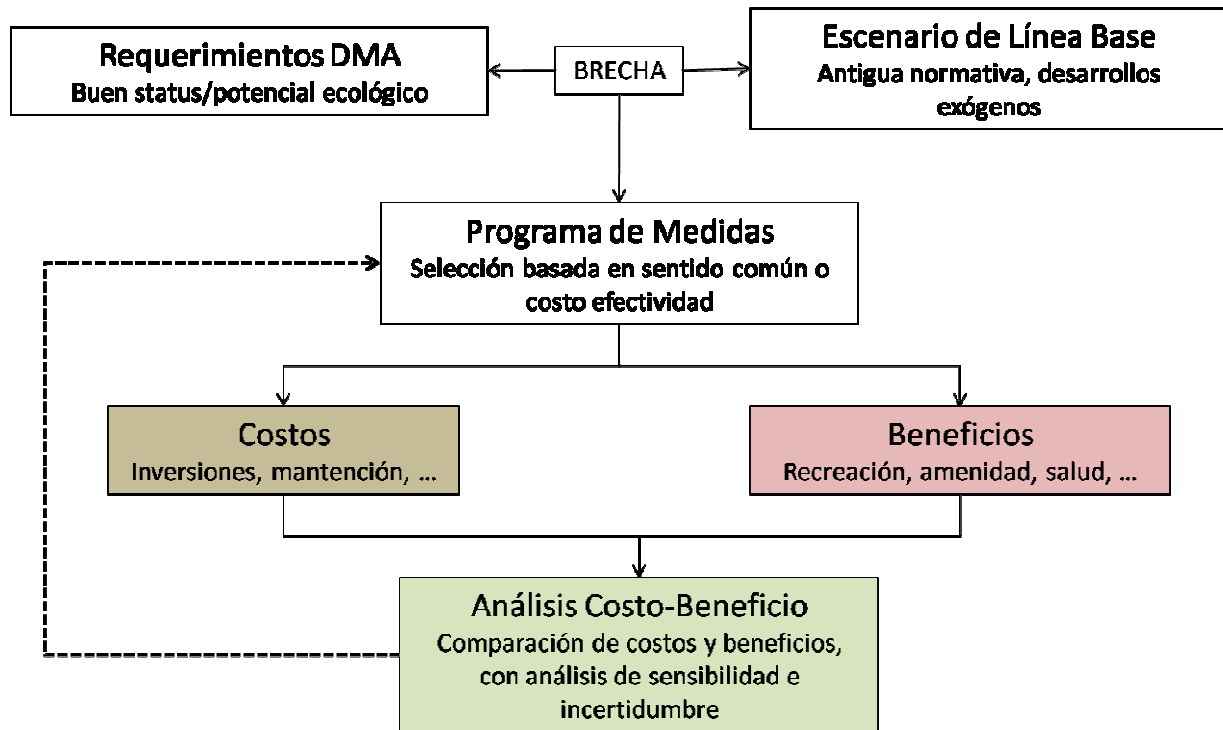
4. El ACB no debe ser la única variable de decisión.
5. Los beneficios y costos se deben cuantificar cuando sea posible, pero no se debe permitir que los factores cuantitativos dominen la decisión.
6. Mientras más revisiones externas tenga el análisis, mejor.
7. Se debe utilizar un conjunto común de suposiciones económicas en el cálculo de costos y beneficios.
8. Un buen análisis debe incluir un análisis de los efectos de distribución.

El ACB es un proceso metodológico que busca comparar los impactos positivos y negativos asociados a una acción. Según lo expuesto por (Eijgenraamet al., 2000), los cinco pasos esenciales para realizar un ACB son los siguientes:

1. Una buena definición de los alcances del análisis.
2. Una clara definición del paquete de medidas a ser evaluadas.
  - Definición de la línea de base o escenario de referencia.
  - Definición de los objetivos (cuantitativos y cualitativos).
  - Definición y selección del paquete de medidas.
3. Desarrollo de herramientas y recopilación de datos para determinar los costos de las medidas.
4. Desarrollo de herramientas y recopilación de datos para determinar los beneficios.
5. Comparación de costos y medidas.

En la Figura 2-1 se pueden apreciar las etapas necesarias para realizar un ACB en el contexto de una normativa (en este caso la Directiva de Marco de Europea del Agua (DMA)).

Figura 2-1: Etapas necesarias para realizar un ACB de la DMA



Fuente: (Sowerby and Grieve, 2003)

El primer paso para la realización de un ACB es la recopilación de la información relevante. Aspectos mínimos que deben ser incluidos son: caracterización geográfica de la zona, identificación de los principales agentes económicos y sociales del sector, recopilación de los datos que muestren la evolución de los parámetros de calidad del agua y los requerimientos de la norma.

Se deben identificar los agentes relevantes afectados, los parámetros que provocan este efecto (por ejemplo, en el caso del agua: pH, Conductividad Eléctrica (CE), Fe, Mn, Ar, etc.) y cómo estos interactúan con el medio para generar los impactos. Una vez reconocida la mayor cantidad de impactos posibles, la tarea siguiente es cuantificarlos, para posteriormente valorizarlos en la medida de lo posible. Es en este último paso, donde reside la mayor complejidad de este análisis, especialmente para el caso de los beneficios ambientales, ya que suele suceder que no existen mercados asociados directamente a estos bienes.

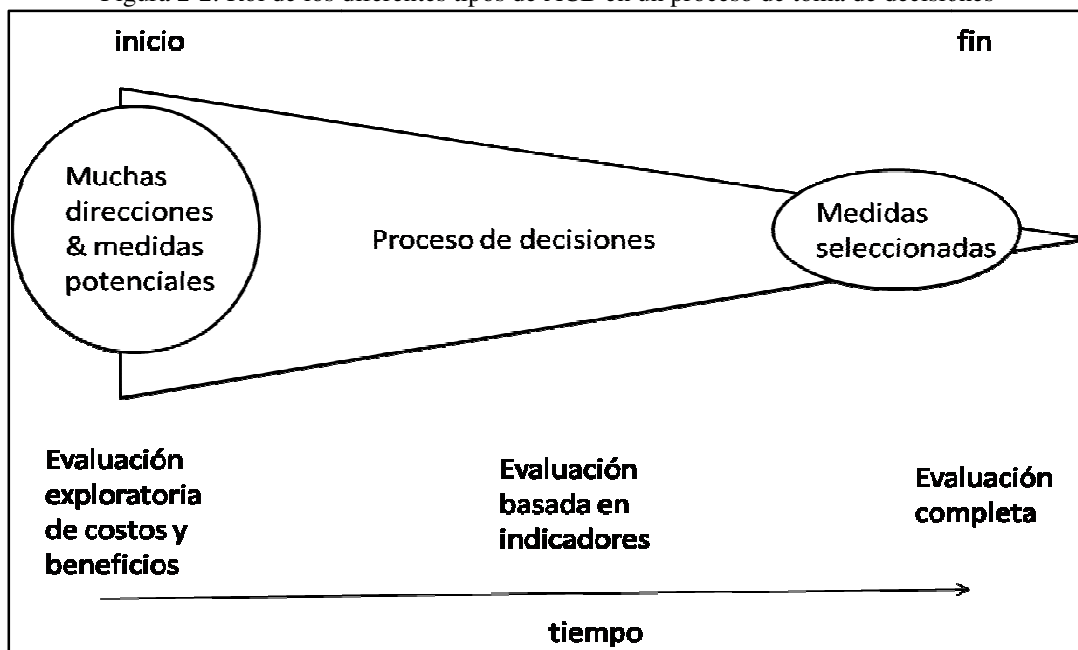
El alcance del ACB y la precisión de éste deben ser adaptadas según el contexto particular y la disponibilidad de información. De esta forma, se distinguen tres niveles de análisis:

- **ACB exploratorio:** Descripción de los tipos de costos y beneficios esperados si se cumplen los objetivos, con alguna referencia a indicadores numéricos.

- **ACB de indicadores numéricos:** Basado en indicadores numéricos que indican el orden de magnitud de todos los aspectos para cada paquete de medidas.
- **ACB completo:** Completo análisis de los costos y beneficios de cada una de las medidas.

La elección del análisis depende del alcance y la naturaleza de los objetivos, es decir, del nivel de claridad en la definición de los objetivos y medidas, de los plazos para la evaluación y de los recursos disponibles para su desarrollo. De este modo, un ACB exploratorio es especialmente útil en el comienzo de un largo proceso de evaluación, puesto que permite identificar que tipos de medidas son probablemente las que presenten mejores relaciones costo-beneficio y que factores son los más relevantes. Estimar indicadores numéricos o realizar un ACB completo es necesario en las últimas etapas del proceso de selección de medidas o parámetros (ver Figura 2-2). Actualmente la experiencia internacional no ha logrado realizar un ACB completo para aguas; en Chile la experiencia es menor aún (no existen bases de datos que tengan valores tipos, como la disposición a pagar (DAP), que permita valorizar. Además los estudios en el ámbito son escasos), lo que solo hace viable un análisis de nivel exploratorio.

Figura 2-2: Rol de los diferentes tipos de ACB en un proceso de toma de decisiones



Fuente: (Nockeret al., 2007b)

Un análisis riguroso no solo requiere un enfoque multidisciplinario que relacione los impactos ambientales con las implicancias económicas, sino que también es necesario contar con datos e información a nivel local de las cuencas. Por lo tanto, realizar un ACB completo sólo es posible cuando se cuenta con las herramientas apropiadas y existen datos disponibles. En otro caso, lo recomendable es primero investigar las alternativas para luego desarrollar esas herramientas. Cabe señalar que para el análisis económico de proyectos que impactan los ecosistemas acuáticos, ni siquiera en Europa existen herramientas completamente desarrolladas.

Esta situación contrasta con evaluaciones de proyectos energéticos o de calidad de aire, para los cuales existe una amplia tradición de análisis económico que ha conducido a la elaboración de

herramientas adecuadas. Para la calidad de aire se han desarrollado distintas herramientas de aplicación local y global en los campos de modelación de emisiones, modelación de la dispersión y valorización de impactos. En tanto, información similar ha sido usada para desarrollar indicadores de costos ambientales en el uso de energía en electricidad y transporte.

En general, las metodologías de valoración son sencillas en cuanto a los costos, ya que en general éstos tienen un mercado asociado, por lo que la reducción de emisiones, la fiscalización o las mejoras tecnológicas, tienen un valor conocido que es posible obtener. En cuanto a los beneficios, su valorización es un asunto de alta complejidad, ya que muchos beneficios no tienen un mercado asociado. Sin embargo, a lo largo del tiempo se han desarrollado distintas metodologías para valorizarlos, con distintos niveles de aceptación. Dentro de ellas, se destaca la utilización de conceptos tales como: La disposición a pagar, la disposición a aceptar compensación, los costos de viaje, la valoración energética, la tasa de absorción de CO<sub>2</sub>, la probabilidad de valor de opción, etc.

## **2.2 Antecedentes nacionales**

A nivel nacional la experiencia se resume principalmente a los nueve AGIES realizados para las NSCA (ver detalles en la sección 2.2.1) y a unas cuantas investigaciones adicionales desarrolladas por fundaciones y universidades. En general, estos estudios entregan antecedentes limitados. A modo de ejemplo, algunos de ellos abordan temas tales como la explicación del impacto sobre la biota de un parámetro en particular (Habitat et al., 2004), valoraciones difíciles de transferir a la variación de la calidad del agua (Espinosa and Arqueros, 2000) o estudios que sólo se limitan a dimensionar la complejidad de llevar a cabo análisis de esta índole. Esto da cuenta de la gran complejidad de estos estudios y el precario desarrollo de esta área de investigación a nivel nacional, especialmente con relación al elemento agua.

### **2.2.1 Revisión de AGIES nacionales**

Los nueve AGIES realizados utilizan principalmente dos metodologías, siendo la más común el Análisis Costo Beneficio (ACB), aunque también en algunos se realizaron Análisis Costo Efectividad (ACE). En particular, esta última metodología es inadecuada, ya que el Reglamento (DS93/95), exige considerar costos y beneficios, mientras que un ACE se limita exclusivamente a estudiar diferentes escenarios de costos.

En general, los AGIES desarrollados son incapaces de otorgar la información necesaria que permita tomar una decisión adecuada a la hora de decidir sobre normar o no. Esto se debe a diversos motivos: metodologías inadecuadas, falta de datos, conocimientos técnicos incompletos y principalmente a la gran dificultad que implica valorar los beneficios ambientales asociados, tema que incluso a nivel internacional aún está en vías de desarrollo.

A continuación se entrega una breve descripción de los AGIES realizados para cada cuenca.

### ***Río Aconcagua***

Se realizó un ACB, en el cual, primero se presentó un diagnóstico de la situación actual, para los distintos agentes relevantes. Después se realizó una proyección de la evolución de los parámetros, para un panorama con y sin norma.

Se identificaron los principales usos del suelo de la zona, los parámetros más relevantes que están afectando la calidad del agua y las áreas más afectadas por la implementación de la norma. Se realizó una proyección del crecimiento de cada agente relevante (parámetros y sectores), en base a los antecedentes históricos.

Luego, se identificaron costos y beneficios, para los sectores productivos identificados, incluyendo el ecosistema, donde se hizo un análisis en el cual se intentó identificar la relación entre los parámetros, lo que se logró para los sectores silvoagropecuario y sanitario. Solamente se valorizaron costos en algunos sectores, sin mayor profundidad.

### ***Río Aysén***

Se planteó la realización de un ACE y se realizó un diagnóstico de la situación actual, además de una descripción de la zona, actividades industriales y parámetros más relevantes, para lo cual se dividió la cuenca de acuerdo a los ríos más importantes.

Se plantearon tres escenarios de crecimiento (actual, medio y óptimo), a partir de información de los últimos seis años, suponiendo distintas tasas de crecimiento del PIB por sector económico. También se inventó un indicador para medir el impacto en cada sector según el aporte económico, sin embargo, en las conclusiones su uso es catalogado como inútil a la hora de comparar los resultados, según los escenarios definidos.

En conclusión, el análisis no valoriza ni costos ni beneficios y se da a entender que todos los parámetros relevantes se encuentran actualmente en la categoría de excepción, por lo que solo podría existir un interés por preservar.

### ***Río Biobío***

Se contaban con muy buenos datos de los parámetros, gracias al Programa de Monitoreo de la Calidad de Agua del Sistema Río Biobío. Se intentó llevar a cabo un ACB, para lo cual se plantearon las estrategias de desarrollo de la zona, se identificaron costos y beneficios, para finalmente valorizar algunos impactos.

Los costos fueron identificados y luego valorizados correctamente, tanto para las distintas industrias como para el Estado. En cuanto a los beneficios, si bien se identificaron varios, no se realizó una buena descripción de ellos y únicamente se logró valorizar un beneficio. Aunque esta situación es destacable con relación al resto de los AGIES, dicho valor no alcanza a ser relevante en comparación a los costos estimados.

Para el ACB consideraron un horizonte de diez años y una tasa de descuento del 8%.

## ***Río Cachapoal***

Se intentó realizar un ACE, debido a la gran dificultad que implicaba considerar adecuadamente los beneficios de la norma. Primero se realizó una descripción de la cuenca, identificando los sectores productivos más relevantes, los parámetros más afectados (principalmente los componentes orgánicos) y sus fuentes (Riles, actividad agrícola, relaves mineros, etc.).

Para entender los costos de la aplicación de la norma, se consideraron los costos que debían incurrir tres empresas representantes de cada sector relevante (industria pecuaria, agroindustrial y servicios sanitarios), pero solo se incluyó un escenario posible de costos. También se estimaron los costos de fiscalización en los que debería incurrir el Estado.

Con respecto a los beneficios, el enfoque principal fue en la salud humana (aunque no corresponda directamente para la norma de calidad secundaria), la productividad de los recursos naturales, aumento en la productividad de los ecosistemas y biodiversidad y un aumento de las actividades recreativas, sin valorización de ninguno de ellos.

Finalmente, el AGIES no realiza un ACB ni un ACE, ya que al considerar técnicamente muy complejo hacer el primero, se optó por el segundo, pero como se definió un solo escenario posible de costos, tampoco se cumplió fielmente con esta metodología. En general, tiene una buena recopilación de datos a nivel de costos, tamaño de industrias, zonas, parámetros relevantes, etc. La selección de una empresa representante por sector económico de la cuenca es buen método, ya que estos costos son fáciles de transferir al resto de los miembros de la cuenca.

## ***Río Cruces***

Este es un AGIES bastante particular, ya que se realiza después del incidente que aquejó al humedal del Río Cruces, por lo que gira en torno a este hecho principalmente.

En 2004 la planta de Celulosa Arauco se pone en marcha y el mismo año se detecta una alta mortalidad de Cisnes de Cuello Negro. Existen 2 hipótesis relevantes, sobre la desaparición de las aves (ambas vinculadas a la escasez de su principal fuente de alimentación, el lucheillo). La primera, el alza en el contenido de metales pesados, principalmente hierro y manganeso. La segunda, el alza en el contenido de sulfato. Ambas hipótesis señalan como principal responsable a CELCO.

El estudio explica los antecedentes de la Cuenca, enfatizando lo complejo del equilibrio ecológico de los humedales (existen muchos estudios internacionales que han abordado este tipo de ecosistemas). En particular, este humedal es alimentado por dos ríos. También identificaron las actividades económicas más representativas en la descarga al río Cruces (industria y silvoagropecuaria, abarcando un 39% cada uno).

También se menciona la estrategia de desarrollo de la cuenca, que plantea cambiar el paradigma actual (pecuario y forestal), por una más sustentable y que genera más empleo por inversión como lo es el turismo.

La metodología utilizada es de tipo cualitativa, ya que consideraron muy complejo cuantificar el impacto económico de cada agente. Para establecer el nivel de norma, se usaron los valores de los parámetros antes del 2004 (antes de CELCO) y se tomó el valor máximo histórico para establecer el límite (destacan la limitación de usar solo parámetros que tienen registro histórico).

Se comentan los beneficios de proteger la cuenca, pero se centran esencialmente en el humedal. En este sentido, destacan que esta norma resulta insuficiente, ya que no hay una NSCA para el río Valdivia, que también es parte de este ecosistema. En cuanto a los costos se limitan a mencionar que tanto las empresas usuarias del río como el Estado deben incurrir en gastos, pero solo valorizan los costos de fiscalización.

Finalmente, el AGIES no constituye un real aporte con respecto a la NSCA, ya que se centra principalmente en el desastre ambiental, sin llegar a ninguna conclusión clara acerca de sus causas, impactos ni valores.

### ***Río Elqui***

Es un AGIES extremadamente precario, que no sigue ninguna metodología. Primero, se realiza una descripción de la cuenca, para lo cual se considera pertinente utilizar datos provinciales, y se describen las actividades económicas importantes de la región (minería, agricultura, turismo, pesca e industria). Luego, se destaca que el agua en la zona propuesta por la norma debe ser buena (calidad 1 o 2 para la mayoría de los parámetros). No se realiza un trabajo riguroso a la hora de identificar costos y beneficios, tampoco se valoran (solo se valorizan los costos de fiscalización).

### ***Río Loa***

Se intentó realizar un ACB. Para ello se comienza con una descripción de la cuenca, caracterizada por la industria minera (60% del PIB regional) y por otras actividades que giran en torno a ella (transporte, construcción, etc.). La calidad del río es de regular a mala, producto de las elevadísimas concentraciones de Boro y Arsénico que, si bien se deben en parte a factores naturales, la minería se ha encargado de acentuar en las últimas décadas.

Con respecto a las estrategias de desarrollo de la cuenca, según el estudio se pretende mantener la tradición minera, pero realizarlo de manera sustentable, protegiendo los pueblos nativos y el medio ambiente. De hecho existen proyectos y planes que intentan mejorar el manejo del recurso hídrico y apoyar las actividades silvoagropecuarias (más allá de su aporte económico, sino como fuente de sustento de las comunidades, principalmente las indígenas), tanto desde el gobierno regional, como desde la industria minera.

La metodología consideró las actividades económicas más impactadas por la aplicación de la norma (mineras, silvoagropecuarias, el turismo y el uso recreacional.), separadas por comuna. Para determinar los parámetros relevantes (CE, RAS, SD, Cl, NO<sub>2</sub>, HC, Mn, As y B), se consideraron aquellos que tuvieran una calidad peor a 3 en algún tramo, ya sea en la actualidad o tras la proyección a 15 años.



El análisis estableció la relación entre el crecimiento de la actividad minera y la caída del sector agropecuario (cuyo aporte económico es bajo pero constituye el único sustento de muchas comunidades locales) e incluso cuantificó este impacto, estableciendo una dosis-respuesta (único AGIES que lo hace). Sin embargo, este AGIES no valoriza ni costos ni beneficios.

### ***Río Maipo***

Este AGIES plantea la realización de un ACB. En primer lugar, se entregan los antecedentes relevantes de la cuenca, destacando los altos niveles de contaminación, lo cual motivó la implementación de plantas de tratamiento de aguas servidas (actualmente se cuenta con el 75% de las aguas tratadas y con el saneamiento del 100% en la región de Valparaíso.).

Para el análisis se intentó simplificar el problema, por lo que no se consideraron todos los tramos (esta cuenca es una de las más monitoreadas) y se incluyeron solo los parámetros más relevantes según el estudio (OD, PH, DQO, Fe, Mo, Zn, Pb, SO4-2, Cu, Cl, Mn y Al).

En cuanto a los costos y beneficios, solo se valorizaron los primeros, utilizando una metodología de abatimiento (consideraron una tasa de descuento del 10%), mientras que los beneficios solo se identificaron. Los costos valorizados corresponden exclusivamente al abatimiento (para alcanzar los niveles normados se consideraron dos escenarios) y a la fiscalización. Los beneficios no son dimensionados y se identifican muy pocos. Se destaca como antecedente la fuerte caída en la diversidad y cantidad de especies acuáticas en el último siglo. Por lo tanto, es un ACB incompleto, que solo informa los costos de implementación de la norma, pero que no valoriza los beneficios ni los identifica completamente.

### ***Río Serrano***

Este AGIES realiza un ACB. Primero se realiza una simplificación importante: Como la principal actividad económica de la zona es la Hotelería y el Turismo, solo se consideran los costos y beneficios de esta actividad (más los del Estado). Además, como la cuenca del Río Serrano abarca un 30% del ecosistema del Parque Torres del Paine, el análisis se limita exclusivamente a éste, aprovechando que existe información bastante detallada.

También se realiza una buena explicación del modelo económico, que debiera estar detrás de un AGIES (por ejemplo: los valores de uso actual son siempre menores a los valores de uso totales, porque éstos incluyen los valores potenciales).

En cuanto a los costos, identifican muy pocos y los consideran nulos, salvo el costo de fiscalización que debe incurrir el Estado. Mientras que con relación a los beneficios se identifican pocos y solo fue valorizado uno asociado a la gestión turística de las Torres del Paine. Sin embargo, existen muchos supuestos no respaldados y hay inconsistencia con lo que se plantea en el mismo informe.

En síntesis, este AGIES no entrega nuevas herramientas que permitan reconocer la influencia de la aplicación de la norma en la industria hotelera o en otra actividad.

### **2.2.2 Modelo de Impacto ambiental relativo**

En el AGIES de la Cuenca Aysén, se utilizó una metodología de riesgo v/s aporte relativo por sector, la cual resulta útil para determinar qué zonas presentan una mayor “presión” producto de la implementación de la NSCA. Para esto consideraron 3 aspectos: Aporte Económico, Impacto Ambiental y Vulnerabilidad Ambiental.

La metodología utilizada, fue creada por los consultores de ese AGIES (Yarrowet al., 2008 ) y su principal logro es que permite, ubicar las actividades y tramos según su nivel de impacto relativo. Esto si bien no es una herramienta del ACB, si puede ser un elemento adicional de un AGIES, que otorga información útil a la hora de hacer cumplir la norma, identificando geográficamente las zonas más relevantes.

Recomendamos utilizar el método propuesto, de manera parcial, midiendo solo el impacto ambiental relativo, ya que el aporte económico se analizará por medio del ACB. Además, el índice de vulnerabilidad ambiental propuesta por los autores, no aborda una temática asociada a la NSCA, sino un aspecto adicional, que si bien puede ser relevante, no tiene que ver directamente con la implementación de la NSCA.

Primero, hay que definir el Impacto Ambiental relativo, para esto se debe ver cuánto es el cambio entre los 2 escenarios para cada parámetro en cada tramo. Luego un grupo de expertos debe responder si el cambio propuesto por la NSCA, para cada parámetro afecta o no a cada actividad en ese tramo, dando valores de 0 (no hay impacto en la actividad), 1 (impacto leve), 2 (impacto moderado) y 3 (impacto alto). Esto difiere a lo propuesto por los autores, quienes daban

valores de 0 o 1, este cambio se debe a que una graduación de los impactos puede ser relevante en muchos casos (de hecho puede ser una causa de que este método no haya funcionado en el AGIES del Aysén). Después deben sumarse los valores para cada tramo y actividad, obteniéndose así un índice relativo de impacto, el cual debe estandarizarse a una escala de 1 a 10. Como ejemplo se propone la Tabla 2-2, en ella se pueden apreciar los distintos impactos relativos y así se puede ver que para el tramo 1 la actividad más impactada es Salud de Ecosistemas y Biodiversidad. Finalmente, se puede crear un índice de impacto relativo del tramo acumulado (que considere todas las actividades), cuando se hayan considerado todos los tramos. Para esto, se suman los puntajes totales de todas las actividades y luego se estandariza referenciándolos al resto de los tramos.

Tabla 2-2 Ejemplo de determinación de impactos ambientales relativos

<b>Tramo 1</b>						
<b>Parámetros/Actividad</b>	Agricultura	Ganadería	Pesca Artesanal	Recreación informal	Pesca Recreacional	Salud Ecosistemas y Biodiversidad
Conductividad Eléctrica	2	2	1	0	1	1
Oxígeno Disuelto	1	1	2	0	2	2
pH	0	0	0	0	0	0
RAS	1	0	1	0	1	2
Cloruro	1	0	1	1	1	1
Sulfato	1	2	1	1	1	3
Boro	3	3	3	3	3	3
Cobre	0	0	0	2	0	2
Hierro	1	1	1	0	0	0
Manganeso	2	1	1	1	1	2
Molibdeno	1	1	1	1	1	1
Zinc	0	1	2	3	2	0
Aluminio	1	1	0	0	0	1
Arsénico	0	3	1	0	2	2
Coliformes Fecales	3	1	2	0	2	1
Coliformes Totales	1	0	0	2	1	2
<b>Puntaje Total</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>23</b>
<b>Estandarización</b>	<b>7,83</b>	<b>7,39</b>	<b>7,39</b>	<b>6,09</b>	<b>7,83</b>	<b>10,00</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 2.3 Experiencias Internacionales

En cuanto a la experiencia internacional, las zonas con mayor nivel de avance en regulaciones de este tipo son: Estados Unidos y Europa. En EEUU, el desarrollo de esta área de investigación se inició con el Acta para el agua limpia (Clean Water Act), el cual exigió que la Agencia de Protección Ambiental (EPA en sus siglas inglesas) invirtiera en estudios relacionados a las normativas correspondientes, lo que se tradujo en una serie de análisis de impactos para regulaciones (Regulatory Impact Analysis, RIA). En tanto, la experiencia Europea tuvo un gran auge, tras la conformación de la Unión Europea, que aprobó la implementación de la Directiva de Marco de Agua (Water Frame Directive). Esta iniciativa ha generado grandes avances, constituyéndose en la principal referencia a nivel mundial. Más detalles de la experiencia europea, se entregan más adelante.

### 2.3.1 Directiva marco europea

Se trata de la iniciativa mundial con mayor desarrollo y recursos. Su inicio se remonta al año 2000, cuando la Unión Europea (UE) estableció la Directiva Marco Europea del agua (DMA), cuyo objetivo central es la protección y la gestión de los recursos hídricos.

La DMA integra políticas previas en términos de objetivos, pero con un enfoque global. Mientras que directivas anteriores estuvieron enfocadas principalmente en objetivos de salud pública, la DMA incorpora la funcionalidad de los ecosistemas acuáticos.

La norma comunitaria de agua contempla los siguientes objetivos específicos:

- Uso sostenible del agua, asegurando tanto el suministro y la mitigación de los efectos de las inundaciones y sequías, como el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos continentales y marinos.
- La prevención y protección de todas las aguas superficiales y subterráneas.
- Considerar todos los datos científicos disponibles y las características de las diferentes regiones de la comunidad, incluyendo condiciones medioambientales y socioeconómicas.
- La planificación se llevará a cabo mediante un programa de medidas, destinado a alcanzar los objetivos y plazos determinados, que se articulará con la elaboración de los planes hidrológicos para cada cuenca.
- Utilización de los indicadores de calidad y estado ecológico de las aguas, para determinar las presiones antropogénicas significativas, a la que se ve expuesta el agua en cada demarcación.
- Control combinado de las emisiones y vertidos para mejorar cualitativa y cuantitativamente, los sistemas acuáticos, de forma que se sancione a aquellos que incumplan estas emisiones (“quien contamina paga”).
- Introducción de instrumentos económicos, de tarificación, políticas de precios, etc., de forma que se incentive el uso racional del agua y se frene el derroche.
- Gestión integrada, coordinada, y armonizada, entre las políticas de las diferentes administraciones para que éstas sean coherentes, efectivas, duraderas y transparentes, así como el refuerzo de la información, las consultas y la participación pública.

La Comisión Europea decretó la realización de un análisis costo beneficio asociado a la implementación de la DMA. Para el año 2009 se estableció como objetivo contar con herramientas y bases de datos, que faciliten posteriormente la estimación de costos y beneficios a nivel de cuencas. En el año 2007 se publicó un completo reporte acerca del avance de este análisis y de las recomendaciones para realizarlo (Nocker, et al., 2007b). En dicho estudio se concluye que, dada la información disponible hasta la fecha, un análisis costo beneficio es aún imposible debido a las siguientes razones:

- Los objetivos finales de la DMA aún no han sido especificados ni tampoco las medidas necesarias para alcanzar aquellos objetivos.
- La línea de base para estimar costos y beneficios no ha sido definida.
- No existe un enfoque común para la determinación de costos y beneficios según la línea base.

- La efectividad de las medidas no ha sido determinada

La mayoría de los estados miembros de la UE se encuentran recién en etapas preliminares para determinar costos y beneficios de la DMA. Solo un par de miembros (Reino Unido, Holanda y Francia) han avanzado suficiente en este sentido y ya cuentan con resultados preliminares, los cuales ayudan a vislumbrar el orden de magnitud de los costos y beneficios estimados, los factores más relevantes y la incertidumbre que debe considerarse. Hay algunas lecciones importantes que se obtienen de estos estudios europeos:

- El éxito de los estudios fue el resultado de una estrategia de investigación y planificación bien definida, que consideró las necesidades de las decisiones estudiadas, los recursos disponibles, el tiempo y estudios futuros.
- Dichos estudios se basaron en guías y herramientas de análisis, producto de una experticia y tradición en el uso de análisis económico en proyectos ambientales.
- Los estudios combinan un análisis sofisticado de las herramientas e información disponible con un análisis simple y pragmático en las áreas donde la información es escasa.

Con relación a la implementación, se plantea que puede ser difícil por los siguientes motivos:

- Aunque los objetivos sean relativamente simples, el enfoque operacional para alcanzar dichos objetivos puede ser complejo.
- El conocimiento actual de la efectividad de las medidas dificulta realizar una selección de ellas a través de un análisis de costo efectividad
- Los costos pueden depender de la manera operacional de implementar el programa.

Con respecto a la estimación de beneficios se distinguen siete factores determinantes. Se plantea que un buen entendimiento de ellos es importante tanto para la interpretación de los resultados disponibles como para el diseño y la priorización de nuevos estudios:

- Análisis de las diferencias entre el escenario actual y el proyectado y la magnitud de la mejoría del estado de los cuerpos de agua.
- Cuerpos de agua y los usos incluidos en el análisis.
- Enfoque del estudio con respecto a las categorías de beneficios incluidas.
- Número de personas afectadas: Estudios demuestran que la mejora del estado de los cuerpos de agua es más relevante para aquellas personas que viven cerca de ellos.
- Preferencias, disposición a pagar y nivel de ingresos de las personas afectadas.
- Costos evitados por gestión de las aguas, entre otros.
- Agregación de resultados en el tiempo y en distintas cuencas.

Se sugiere que los beneficios incrementan a medida que la calidad ambiental mejora. Los beneficios esperados son mayores en cuencas o cuerpos de agua con calidad baja o mala, sin embargo, también es probable que cuencas con un estado actual bueno logren beneficios a través de las nuevas medidas.

Las categorías relevantes de beneficios por mejoras en el estado de las aguas tienen un contexto específico relacionado a las características naturales de los ríos, que determinan los bienes y servicios que pueden entregar. Incluso los beneficios pueden variar a lo largo de distintas secciones del río. Otro factor relevante es la interacción entre el río y la población cercana y con las personas que viven en un área remota. Para ríos similares, los beneficios pueden variar según la población cercana. También es importante la presencia de otros cuerpos de agua cercanos que entregan bienes y servicios similares.

La variedad y extensión de las categorías de beneficios potenciales dificulta llegar a conclusiones generales. En este sentido, hay tres conclusiones importantes:

- Los beneficios dependen del contexto específico de cada cuenca y se deben considerar todas las categorías de potenciales beneficios.
- Los estudios disponibles están incompletos, lo cual conduce a una subestimación del total de beneficios (a menos que las categorías incluidas estén sobreestimadas).
- La información y los resultados específicos de una cuenca no pueden ser usados en otro contexto. El uso de esta información requiere transferencia de los beneficios, para lo cual no existen guías metodológicas de aplicación general.

***Importancia Relativa de los Impactos***

En la Tabla 2-3 se aprecian las actividades que generan beneficios, junto a su importancia relativa. Esto para los tres países que más han avanzado en Europa con respecto a la DMA, el Reino Unido (UK), Holanda (NL) y Francia (FR).

Tabla 2-3 Porcentaje de beneficio total según Categorías en la UE

Categorías de beneficios	UK(1)	NL(2)	FR(3)
<b>Ambientales: Valores de uso</b>			
Costos evitados suministro de agua	NA	NA	28 %
Pesca (comercial)		-6 %	
Recreación formal		16 %	3%
Recreación informal	6 %		
Pesca Recreacional/deportes acuáticos	13 %		
Salud (baño, indirecta )		NA	NA
Amenidades	24 %	42 %	NA
<b>Funciones mejoradas por regulación:</b>			
Aumento de eficiencia en manejo de agua (inundación, sequía)	NA	NA	NA
Almacenamiento CO <sub>2</sub> , calidad del aire	35%	33%	
Mejoría de manejo de flujos	NA		
<b>Valores de no uso</b>			
Conservación-biodiversidad/legado	21 %	17 %	9 %
Protección de recursos de aguas subterráneas			60 %
Subtotal	100 %	100 %	100 %
TOTAL	NA	NA	NA

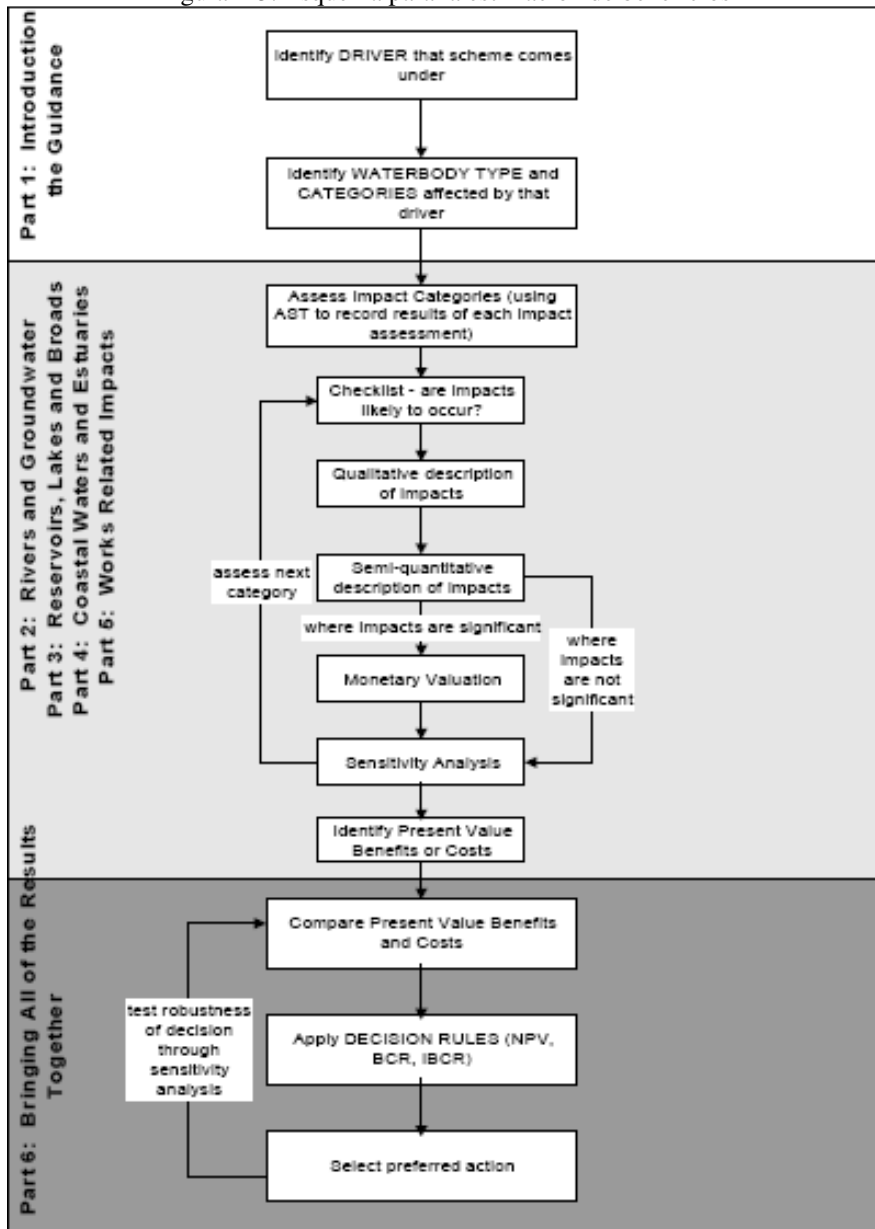
Fuente: (Nocker, et al., 2007b)

Mucha de esta información se obtuvo a través de cuestionarios (valoración contingente). Este enfoque metodológico puede incluir sesgos o errores puesto que muchas personas probablemente no están relacionadas con los beneficios potenciales en materias tales como protección ante inundaciones, almacenamiento de CO<sub>2</sub>, etc. Además, la disposición a pagar depende de las preferencias particulares y del nivel de ingresos de cada individuo, situación que debe considerarse en el caso de transferir beneficios para así corregir las diferencias culturales, de precios y de ingresos.

***El procedimiento del Departamento de Medio Ambiente, Comida y Asuntos Rurales del Reino Unido (DEFRA)***

La DEFRA es una de las agencias que más ha logrado avanzar en el planteamiento una metodología tipo, para la aplicación de la DMA. La Figura 2-3 muestra el procedimiento que ha establecido la DEFRA para determinación de beneficios.

Figura 2-3: Esquema para la estimación de beneficios



Fuente: (Nocker, et al., 2007b)

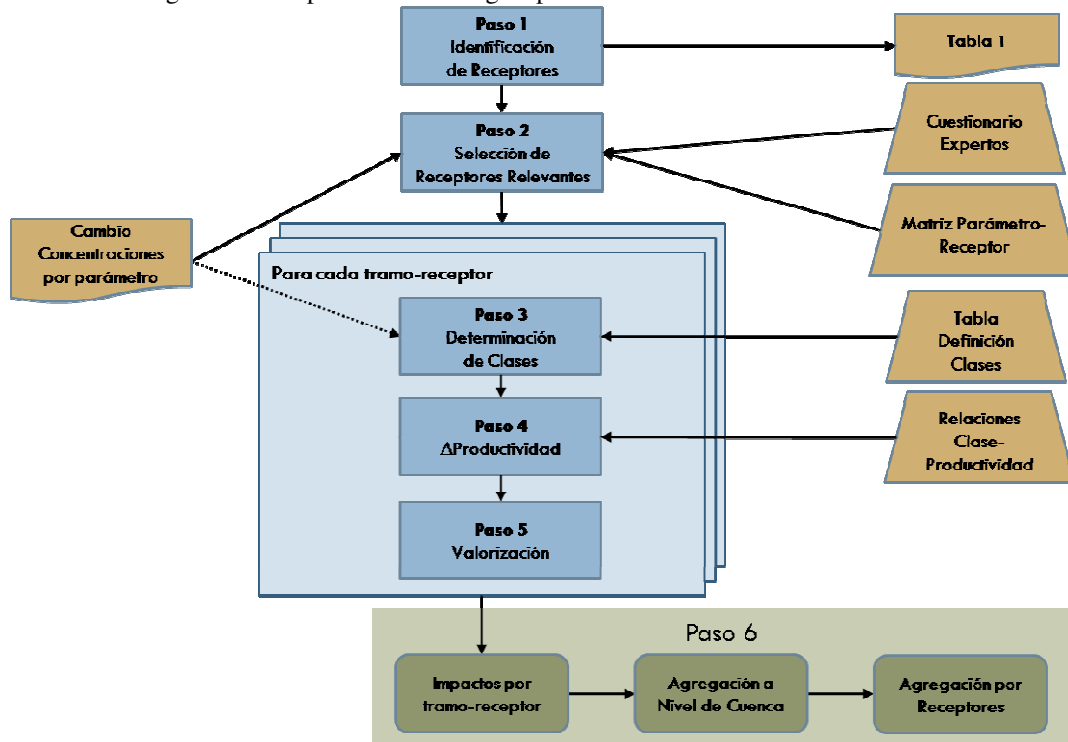


### 3. Propuesta de Guía metodológica para AGIES de NSCA

La presente guía metodológica se basa principalmente en el trabajo desarrollado en el Reino Unido (Sowerby and Grieve, 2003), más algunas adaptaciones realizadas por el equipo consultor. El objetivo es proporcionar un manual de procedimiento paso a paso que permita estimar los costos y beneficios de las NSCA, con énfasis en la determinación de beneficios.

En la Figura 3-1 se presenta un esquema del proceso de realización de un AGIES, que consta de seis pasos principales, enfocados en la determinación de los beneficios. La metodología apoya principalmente el cálculo de beneficios, ya que el de costos se realiza de forma relativamente estándar para proyectos de este tipo.

Figura 3-1: Propuesta Metodológica para Realización de AGIES de NSCA



Fuente: Elaboración Propia

Como se mencionó anteriormente, la metodología propuesta consta de seis pasos que permiten realizar un estudio de forma ordenada. Los seis pasos a realizar son:

- a) Identificación de Receptores
- b) Selección de Receptores Relevantes
- c) Determinación de Clases de Calidad de Agua

- d) Cálculo del cambio de productividad a nivel de tramo y receptores
- e) Valorización de impactos a nivel de tramo y receptores
- f) Agregación y Sinergias

### 3.1 Paso 1 – Identificación de Receptores

En primer lugar, es importante determinar la distribución geográfica de los receptores presentes en la cuenca. Como los impactos se generan a nivel de tramos, es necesario realizar la asignación a este nivel, y así realizar una valorización de la manera más adecuada posible. La Tabla 3-1 (Tabla 1 del diagrama de la Propuesta Metodológica), permitirá identificar la existencia de las distintas actividades en los tramos en los cuales está subdividida la cuenca, la cual deberá ser rellenada para cada cuenca a analizar.

Tabla 3-1: Identificación de Receptores

Receptor/Tramo	TR-1	TR-2	TR-3	TR-4	TR-5	TR-6	TR-7	TR-8	TR-9	TR-10
<b>Acuicultura</b>	✓									
<b>Agricultura</b>										
<b>Deportes Acuáticos</b>						✓		✓		
<b>Ganadería</b>		✓		✓						
<b>Industria</b>						✓				
<b>Pesca Artesanal</b>					✓	✓		✓		
<b>Pesca Comercial</b>										
<b>Pesca Recreacional</b>			✓			✓				
<b>Recreación Informal</b>										
<b>Salud Ecosistemas y Biodiversidad</b>	✓					✓				

✓ - Receptor existe en el Tramo

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2 Paso 2 – Selección de Receptores Relevantes

A continuación es importante establecer qué receptores efectivamente podrían tener impactos relevantes. Por esto, es importante establecer si existe una importante variación de concentraciones en los parámetros que son relevantes para el receptor a analizar. Para lograr esto, es necesario contar con las concentraciones proyectadas para ambos escenarios: caso base y caso con norma. A diferencia de la Guía Conama (CONAMA, 2004), se propone considerar solamente los parámetros que pudiesen tener impactos sobre cada uno de los receptores a evaluar. Esto, ya que no todos los parámetros van a tener efectos sobre todos los receptores. En el Anexo-2 (Sección 8.2) se proponen las relaciones relevantes entre distintos parámetros y receptores. La construcción de esta matriz se realizó tomando principalmente como base un

manual de la Agencia Ambiental de EEUU (Red Book (EPA, 1976)). Con la ayuda de éste es necesario realizar un filtro de los parámetros que se considerarán para analizar cada receptor. Esta propuesta debe revisarse cuidadosamente y adaptarse de acuerdo a la realidad de cada cuenca, completando la cantidad de parámetros a considerar y su relación con los diversos receptores.

Además, se debe realizar un análisis cualitativo (preguntas de la sección “Análisis Cualitativo” del Anexo-1 (sección 8.1)), el que describirá cada una de las actividades seleccionadas y por medio de una metodología sencilla (realizada por expertos), se obtendrá una dimensión de los impactos en cada receptor, como consecuencia de la aplicación de la norma. En base a la caracterización realizada, se seleccionan los receptores que pudiesen resultar relevantes para el AGIES. Es decir, receptores que tengan un tamaño económico importante, estén vinculados directamente al uso del recurso hídrico, tengan antecedentes históricos de problemas con este recurso, etc. Además hay que considerar la existencia en la región de zonas de alto valor ecológico o patrimonial.

Cabe destacar además, que con el análisis cualitativo se logra clasificar los potenciales impactos de tres maneras distintas: identificados, cuantificados y valorizados. Los impactos identificados son aquellos que se sabe que existen pero no se pueden ni cuantificar ni valorizar. Es importante que se logren identificar ya que a medida que se logre un avance en la calidad y cantidad de información disponible, es probable que en un futuro estas actividades se puedan cuantificar y tal vez valorizar. Los impactos cuantificados son aquellos que es posible obtener una magnitud de los impactos producidos, pero que no se tiene un mercado asociado o no existe ninguna metodología que permita valorizar dichos impactos. Finalmente están los impactos valorizados, aquellos que han pasado por los procesos de identificación, cuantificación y finalmente valoración.

### **3.2.1 Cambios de Concentraciones Proyectados**

#### ***Definición de Escenarios***

##### ***A. Clasificación de impactos***

Si bien es importante entender que una variación en la calidad del agua, afecta directamente al paisaje, flora y fauna (receptores del impacto), los impactos se traducen a diversas actividades humanas, y son éstas las que se deben evaluar, debido a nuestro enfoque antropocéntrico. Para un mejor entendimiento, la determinación de impactos se ha dividido en los siguientes receptores, dentro de los cuales se realizan las distintas actividades:

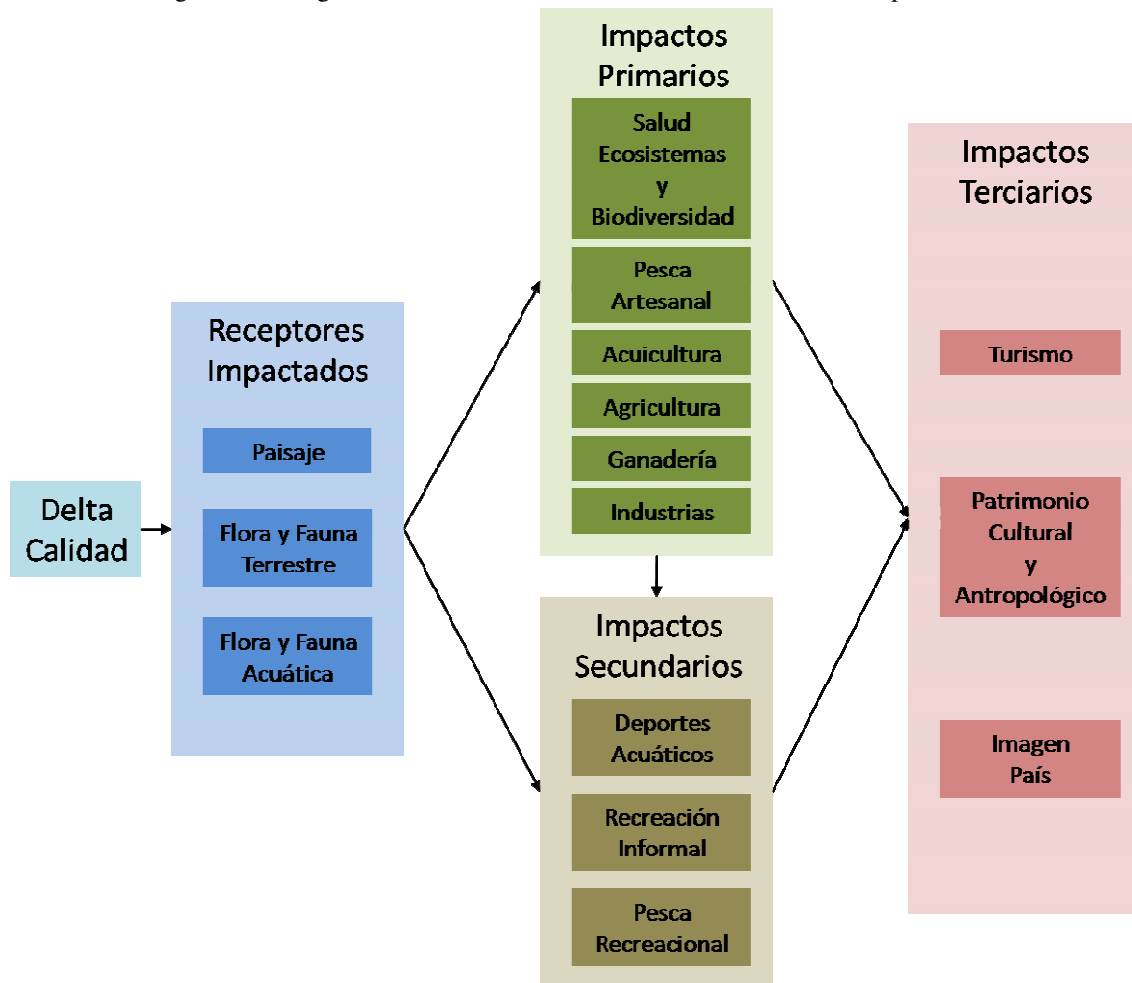
- Acuicultura
- Agricultura
- Ganadería
- Industrias
- Pesca Artesanal
- Deportes Acuáticos
- Recreación Informal

- Pesca Recreacional
- Salud Ecosistemas y Biodiversidad
- Patrimonio Cultural y Antropológico
- Turismo
- Imagen País

Estos receptores, tienen distintos niveles de complejidad a la hora de evaluarlos, debido al nivel de interacciones a las que están sujetos, situación que se puede apreciar en la

Figura 3-2.

Figura 3-2: Diagrama de interrelaciones entre los distintos niveles impactados



Fuente: Elaboración Propia

Cambios en la calidad del agua tiene impactos directos en los receptores que utilizan este recurso para su proceso productivo, estos serán los receptores que sufren impactos primarios. Pero existen otros receptores que sufren impactos de manera directa e indirecta (por medio de otro receptor), debido a variaciones en la calidad del agua, estos son los receptores que sufren impactos secundarios. A su vez, hay otros receptores cuyas relaciones con otros es tan compleja,

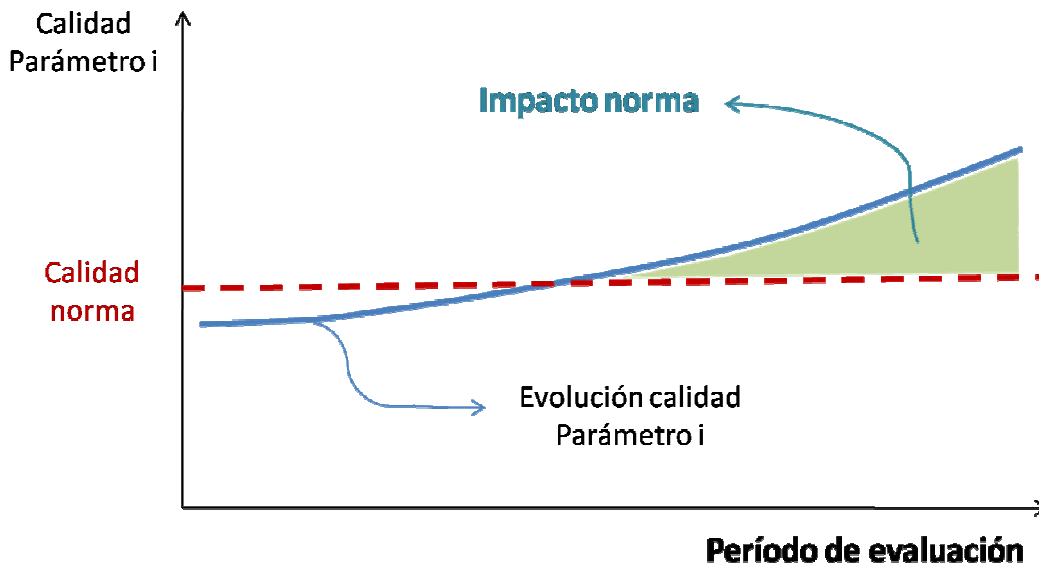
que hace que los receptores primarios y secundarios tengan efectos en ellos (además de la variación en la calidad del agua), estos son los receptores que sufren impactos terciarios. Es por esto que existen tres niveles de receptores impactados.

Según el tipo de impacto, el receptor se somete a un tipo de valorización diferente. Si bien para los costos el procedimiento es igual, los beneficios deben someterse a una metodología distinta dependiendo del tipo de impacto.

### **B. Revisión de Escenarios de Impacto**

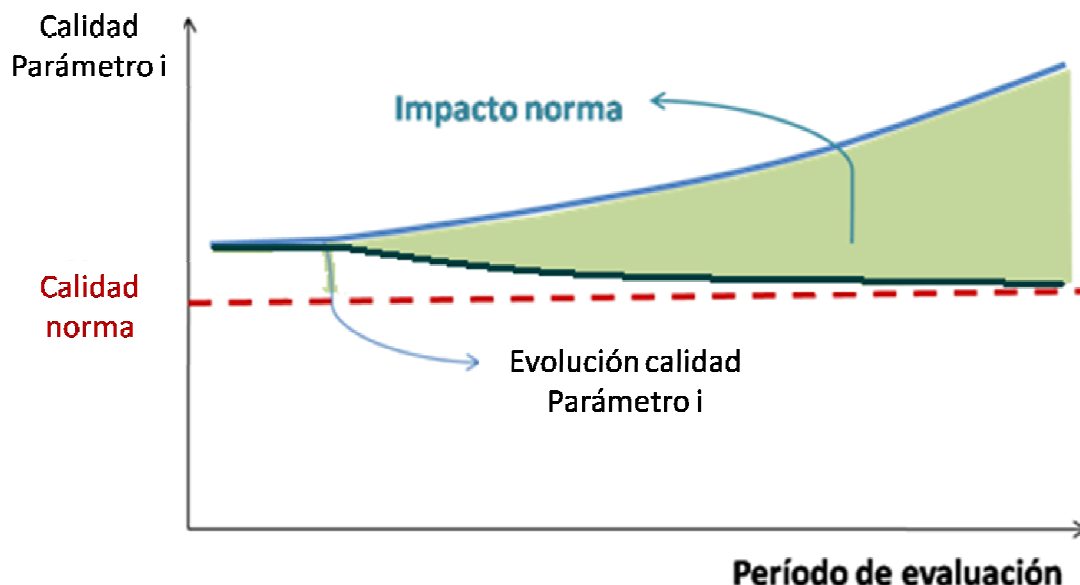
Debido a que las NSCA tienen carácter preventivo, en general, los impactos serán percibidos principalmente a mediano y largo plazo. Por este motivo se recomienda proyectar la concentración de parámetros en el período de evaluación, a partir de los datos disponibles hasta la fecha. En general, se pueden presentar dos casos. El primero es que la norma establezca una concentración máxima inferior a la actual, por lo cual cualquier impacto potencial sólo se produciría si la concentración del parámetro tiende a aumentar durante el período de evaluación (ver ejemplo en Figura 3-3). La otra opción es que la concentración máxima establecida por la norma ya esté siendo sobrepasada en la actualidad, debido a lo cual el impacto de la norma sería percibido inmediatamente (ver ejemplo Figura 3-4).

Figura 3-3: Impacto potencial de NSCA sobre la evolución de la calidad del parámetro i.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-4: Impacto potencial de la NSCA sobre la evolución de la calidad del parámetro i.



Fuente: Elaboración propia.

En cualquier caso, el impacto debe evaluarse en términos cualitativos y económicos. Este ejercicio debe realizarse, en lo posible, considerando todos los parámetros incluidos en la norma. Cabe señalar que de acuerdo al título IV del Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión, todas las normativas deben ser revisadas a lo menos cada cinco años desde su entrada en vigencia. En el caso de esta normativa, se actualizarán sus contenidos, abordando los siguientes aspectos:

- Definición y aplicación de los criterios de excedencia de la norma.
- Definición de condiciones de emplazamiento y representatividad de estaciones monitoras para evaluar una norma de calidad secundaria.
- Identificación de condiciones de control de calidad y reporte de las bases de datos provenientes de estaciones monitoras usadas para evaluar normas atmosféricas de calidad.
- Actualización del método de medición.

Por lo tanto, ya que no es posible anticipar los cambios de las NSCA, la proyección de los impactos debe basarse en las condiciones establecidas por las normas en la actualidad. No obstante, se sugiere actualizar este análisis luego de cualquier modificación de las NSCA, en particular, posterior a la revisión cada cinco años.

### C. Definición Línea Base

La línea base proyectada se puede construir en base a información de la Dirección General de Aguas (DGA) para los parámetros (si hay otros datos también se deben agregar) y análisis de tendencias estimadas según la utilización de la cuenca (considerando tanto usos comerciales como servicios ambientales). Nuestra recomendación es utilizar las proyecciones existentes en el fichero de la norma. En caso de no estar disponibles, será necesario realizar una regresión de las concentraciones de los parámetros seleccionados de tal forma que presente el mejor ajuste posible, teniendo sumo cuidado con la factibilidad de los valores proyectados. Para definir la línea base, es de suma importancia tomar en consideración la situación socio-demográfica, que permitirá definir el nivel de actividad futura.

#### ***D. Definición Situación con Norma***

Para la situación proyectada con norma, recomendamos utilizar los valores que indica la norma, realizando un supuesto conservar, considerando que en el peor de los casos, las concentraciones para los distintos parámetros será aquel límite indicado por la norma.

#### ***E. Cambio Esperado de Calidad del Agua***

La definición de indicadores de calidad para los recursos hídricos es compleja, ya que su categorización no depende exclusivamente de la concentración de diversos parámetros, sino también de los usos que se le quiera dar.

Si bien existen diversos indicadores de calidad de agua, que ponderan distintos factores que se consideran relevantes (en general se consideran pH, oxígeno disuelto, turbidez, coliformes fecales, DBO, fosfatos, nitratos y sólidos suspendidos), estos indicadores no permiten obtener una calidad absoluta del agua y la inclusión de algún indicador dependerá de los usos que se le quiera dar al recurso hídrico. Además, pueden existir en algunas cuencas otros parámetros causantes de problemas en la calidad del agua.

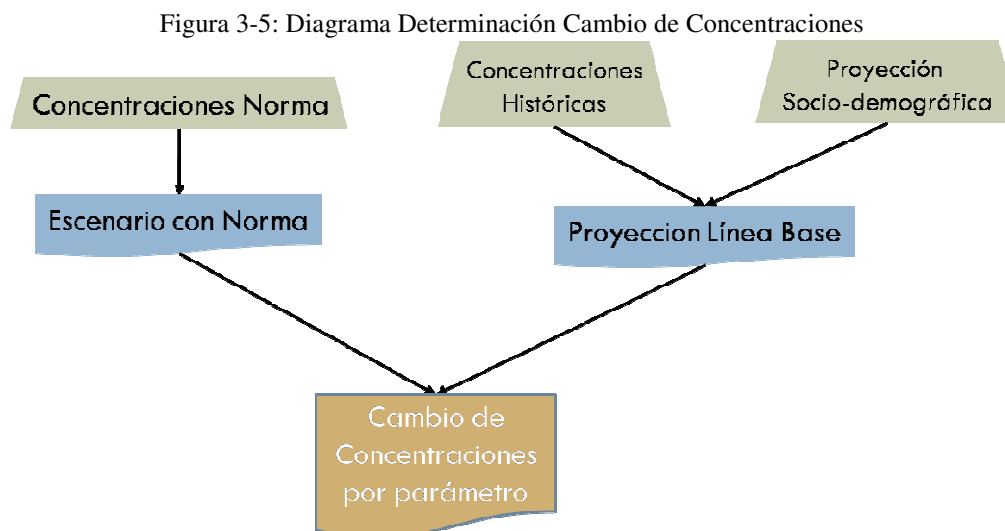
La experiencia internacional destaca el ICA (Índice de Calidad del Agua), que permite definir una escala de 0 a 100 (siendo 100 excelente y 0 muy malo). El establecimiento de los tramos de calidad de agua, depende de los usos que se le da al recurso y de la localización geográfica. Además, el valor del ICA, depende de las ponderaciones que se le den a los distintos parámetros (existen diversas variaciones de estos factores en la literatura).

En Europa se ha trabajado para aunar estándares de calidad desde el 2003, en los cuales se pretende definir 5 categorías de calidad (muy buena, buena, moderada, pobre y mala). En esta labor han participado cientos de expertos y hasta ahora se han establecido 14 zonas geográficas de estandarización de calidad. Esto da cuenta de lo difícil que resulta establecer estándares generales de calidad de agua.

Por otro lado, en Chile existe la “Guía CONAMA para el establecimiento de normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marítimas” (CONAMA, 2004), que establece 5 clases de calidad de agua, en función de intervalos de concentración o nivel de cada uno de sus parámetros: calidad excepcional (clase 0), muy buena (clase 1), buena (clase 2), regular (clase 3) y mala (clase 4). En este mismo documento se establecen los usos asociados a

cada una de estas calidades. Por el momento, este es el principal documento que debe guiar el análisis para determinar la calidad asociada a cada parámetro particular.

En la Figura 3-5 se pueden apreciar de manera esquemática las relaciones que permiten encontrar los cambios de concentraciones para los distintos parámetros.



Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, tenemos que para completar efectivamente esta etapa del análisis es necesario contar con la siguiente información:

- Tabla 3-1 de Identificación de Receptores completada
- Matriz parámetro/receptor (Anexo – 2 (sección 8.2))
- Análisis Cualitativo (Anexo – 1 (sección 8.1))
- Cambios de concentración proyectados

La finalidad de ésta etapa es determinar a priori y de manera cualitativa la magnitud de los parámetros para definir qué receptores serán relevantes para nuestro análisis, por lo que se debiese producir como resultado una tabla como la presentada en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Tabla de Receptores Relevantes

Receptor/Tramo	TR-1	TR-2	TR-3	TR-4	TR-5	TR-6	TR-7	TR-8	TR-9	TR-10
<b>Acuicultura</b>	✓									
<b>Agricultura</b>				✓✓✓						
<b>Deportes Acuáticos</b>						✓		✓		
<b>Ganadería</b>		✓		✓						✓✓
<b>Industria</b>	✓✓✓					✓				
<b>Pesca Artesanal</b>		✓✓			✓	✓		✓		
<b>Pesca Comercial</b>				✓✓						
<b>Pesca Recreacional</b>			✓			✓				
<b>Recreación Informal</b>	✓✓✓									
<b>Salud Ecosistemas y Biodiversidad</b>	✓✓					✓				

Nivel de Impactos

✓ Bajo | ✓✓ Medio | ✓✓✓ Alto

Fuente: Elaboración Propia



### 3.3 Paso 3 – Determinación de Clases

Una vez definidas los receptores que se considerarán y los parámetros que les afectarán, podemos proceder a determinar la calidad del agua asociada a cada uno de los receptores.

La asignación de clases a nivel de tramo, se realizará utilizando la metodología propuesta por (CADEPE-IDEPE, 2003), en la que se propone un Índice de Calidad de Agua Superficial (ICAS). En este estudio se propone considerar los parámetros (concentraciones) con dos niveles de importancia:

- Parámetros Obligatorios: oxígeno disuelto (OD), pH, conductividad eléctrica (CE), coliformes fecales (CF), demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), y sólidos suspendidos (SS).
- Parámetros Relevantes: todos los demás parámetros que no tienen calidad de excepción (calidad 0 de acuerdo a la Guía Conama (CONAMA, 2004)).

Los valores que puede tomar el ICAS van desde 25 a 100. La Tabla 3-3 muestra la relación entre los valores del ICAS y la calidad de agua a nivel cualitativo.

Tabla 3-3: Rangos de Calidad

Rango ICAS	Calidad
90-100	Excelente-Muy Buena
70-90	Buena
50-70	Regular
25-50	Mala

Fuente: (CADEPE-IDEPE, 2003)

Utilizando las Clases de Calidad de Agua de la Guía Conama (CONAMA, 2004), y los valores que puede tomar el ICAS, se realizó una estandarización que permite apreciar las equivalencias entre ambos indicadores. Estos se muestran en la Tabla 3-4:

Tabla 3-4: Estandarización de Clases

Clase Guía Conama	Qi
Clase 0	100
Clase 1	90
Clase 2	70
Clase 3	50
Clase 4	25

Fuente: (CADEPE-IDEPE, 2003)

El ICAS se calcula de acuerdo a la siguiente manera:

$$ICAS = \sum_{i=1}^n w_i \cdot Q_i$$

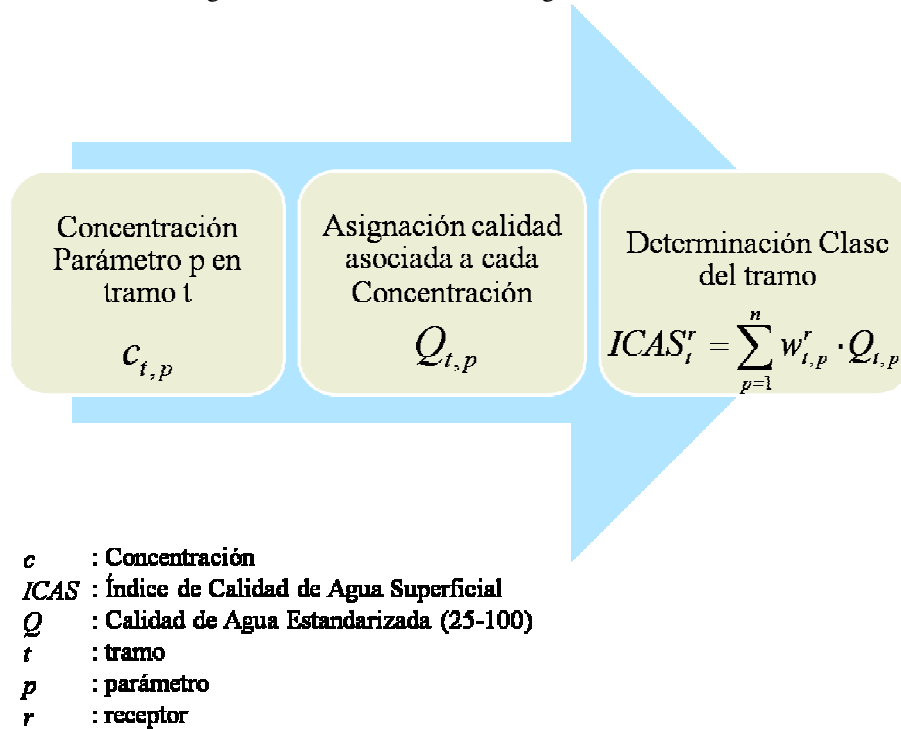
Donde,  $w_i$  son los ponderadores, asignados de acuerdo a los siguientes criterios:

- **Parámetros Obligatorios:** Estos tienen un peso total de 70%, y se reparte equitativamente entre los 6 parámetros. Por lo que cada parámetro obligatorio tendrá una ponderación de 11.67%.
- **Parámetros Relevantes:** Estos tienen un peso total de 30%, el cual se reparte equitativamente entre todos aquellos parámetros que no tengan clase de excepción.

Los  $Q_{t,p}$ , son las calidad de agua para cada parámetro  $i$ , estandarizadas de acuerdo a la Tabla 3-4.

En la Figura 3-6 se puede apreciar de manera esquemática este procedimiento de asignación de clases.

Figura 3-6: Procedimiento de Asignación de Clases



Fuente: Elaboración Propia

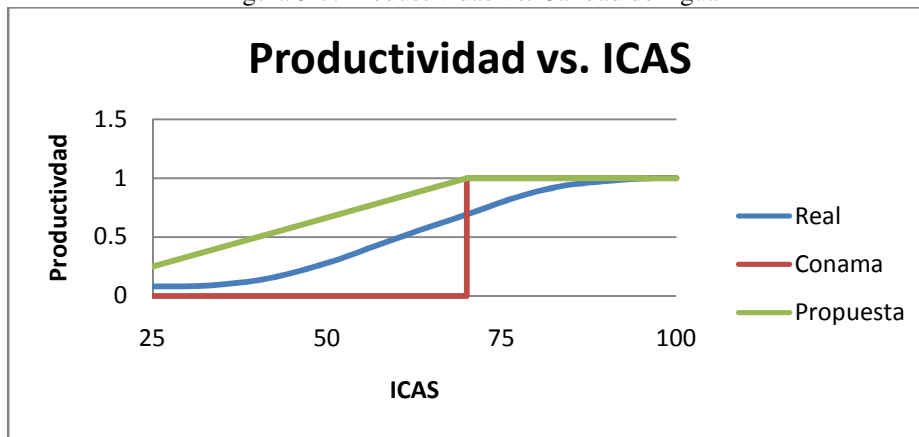
En primer lugar, es necesario contar con las concentraciones para todos los tramos. A continuación, se asigna la calidad de agua, utilizando la Guía Conama (CONAMA, 2004) en primer lugar para determinar la clase de calidad de agua, y luego la Tabla 3-4 para determinar la calidad de agua en una escala de 25 a 100 para todos los parámetros de cada tramo.

Luego, a cada receptor se le asigna el ICAS, considerando sólo los parámetros relevantes que podrían estar asociados a este receptor (utilizamos la matriz del Anexo-2 (Sección 8.2), que nos muestra qué parámetros potencialmente afectan a cuáles receptores). Se realiza esto para la línea base y el escenario con norma, siendo la variación en la calidad representada por la variación de ICAS para cada tramo y cada receptor.

### 3.4 Paso 4 – Cambio de Productividad

Una vez determinado el ICAS para cada receptor en cada tramo, se determina la productividad de ese tramo/receptor. Si bien, la Guía Conama (CONAMA, 2004) establece los niveles en que se pueden o no realizar una actividad, no entrega información sobre qué ocurre en los puntos intermedios. Es por esto que resulta importante realizar estudios más completos, que permitan matizar, dando los efectos intermedios que genera la acción del parámetro de peor calidad en cada actividad. En la Figura 3-7 se puede apreciar la productividad esperada para un tramo o cuenca en tres escenarios distintos: Conama (aquella según la Guía Conama (CONAMA, 2004)), Real (La que idealmente debiese existir) y propuesta; de acuerdo a las distintas calidades del agua.

Figura 3-7: Productividad vs. Calidad de Agua



Fuente: Elaboración Propia

Nuestra propuesta, para realizar una primera aproximación, es realizar una regresión lineal que asigne una productividad de un 100%, para la calidad que la Guía (CONAMA, 2004) indica que el receptor puede producir plenamente y un 50% (este valor debiese sensibilizarse y estudiarse en mayor profundidad para las distintas cuencas y receptores) para la concentración límite de la clase 4 (o ICAS=25). Se asigna este último valor, ya que si bien la calidad es mala y esta agua no debiera utilizarse, en la práctica igual se realizarán las actividades en alguna magnitud, y una producción en el receptor, y por lo tanto habrá un nivel de beneficios asociados a contar con esta agua. La Tabla 3-5 indica la productividad de acuerdo a lo propuesto.

Tabla 3-5 Nivel de productividad del receptor asociado a la Calidad del Agua – Propuesta

<b>% Cap(Receptor)/ ICAS</b>	<b>100</b>	<b>90</b>	<b>70</b>	<b>50</b>	<b>25</b>
Acuicultura	100%	100%	<b>100%</b>	77.8%	50%
Agricultura	100%	<b>100%</b>	84.6%	69.2%	50%
Deportes Acuáticos	100%	100%	<b>100%</b>	77.8%	50%
Ganadería	100%	100%	100%	<b>100%</b>	50%
Pesca Artesanal	100%	100%	<b>100%</b>	77.8%	50%
Pesca Recreacional	100%	100%	<b>100%</b>	77.8%	50%
Recreación Informal	100%	100%	<b>100%</b>	77.8%	50%
Salud Ecosistemas y Biodiversidad	100%	<b>100%</b>	84.6%	69.2%	50%
Industrias (potabilización)	100%	<b>100%</b>	84.6%	69.2%	50%

Fuente: Elaboración Propia, en base a Guía CONAMA (CONAMA, 2004)

El nivel de actividad asociado a la clase 4 (ICAS=25) es simplemente una propuesta y es importante que se realicen estudios más acabados sobre el impacto que puede tener la calidad del agua sobre las distintas actividades que se pueden realizar con o en torno al recurso hídrico.

Utilizando la asignación de productividad se puede cuantificar porcentualmente cómo variará la productividad de una actividad dada, teniendo como referencia la calidad de agua asignada anteriormente.

#### a) Productividad según receptor

La variación en la productividad de cada receptor se transfiere en distintas unidades (toneladas producidas, hectáreas hábiles, visitas, biodiversidad, etc.). Ésta puede ser la etapa más compleja, debido a que la recolección de datos puede implicar una gran cantidad de tiempo y de recursos. Aquí podemos reconocer 3 esquemas de cuantificación, los cuales dependen del tipo de valor que se utilizará posteriormente:

- Esquema 1: Los que el valor depende directamente de una industria asociada, es decir los impactos primarios, con excepción de Salud Ecosistemas y Biodiversidad.
- Esquema 2: Los que el valor depende de la apreciación que le otorgan al bien los usuarios, es decir los impactos secundarios.
- Esquema 3: Los que el valor depende de la apreciación que le otorgan al bien los usuarios y no usuarios, es decir los impactos terciarios, más Salud Ecosistemas y Biodiversidad.

Salud Ecosistemas y Biodiversidad merece un enfoque distinto, ya que si bien es impactada primariamente, por la calidad del recurso hídrico, su valorización se realiza por la metodología del esquema 3, ya que no tiene un mercado asociado y depende del DAP de los no usuarios.

Para las actividades en las cuales la valorización se realizará por el esquema 1, se hace relevante conocer el tamaño actual de la actividad (toneladas producidas, número de servicios prestados, etc.) y su distribución geográfica. Con esta información se puede determinar la productividad por tramo-actividad, que está asociado a la calidad actual del tramo. Como se cuenta además con la relación productividad-clase (Tabla 3-5), es posible determinar la cantidad producida para cualquier calidad asociada a un tramo-actividad.

En caso de que no se haya podido asignar una productividad por tramos, esta asignación se puede realizar de la siguiente manera para cada receptor que estemos evaluando, considerando que la producción está relacionada con el tamaño del área de emplazamiento.

- Producción de Área para un receptor:

$$Prod_{tramo} = \frac{Largo_{tramo} \cdot Mod_{tramo}}{\sum_{cuenca} Largo_{tramo} \cdot Mod_{tramo}} \cdot Prod_{TOTAL}$$

Se asigna un % de la producción total de la cuenca, proporcionalmente al largo del tramo. Además, eventualmente se podría utilizar un ponderador  $Mod_{tramo}$ , que explicite en qué tramos produce o no el receptor y en cuales en mayor magnitud. Esto se debe estudiar, pero preliminarmente sugerimos utilizar valores 0 o 1, dependiendo si hay producción o no en el tramo para un determinado receptor.

Luego, considerando la clase proyectada para ambos escenarios y mediante una proporción, se puede calcular cual será la producción anual proyectada para cada tramo de la cuenca:

Tenemos que la producción máxima (en el caso de que el agua tuviese ICAS=100) de un tramo viene dado por:

$$Prod_{máxima} = \frac{Prod_{actual,tramo}}{\%Cap_t^r}$$

Y la producción proyectada:

$$(Prod_{Proyectada})_t^r = (Prod_{Máxima})_t^r \cdot \%Cap_t^r$$

El término  $\%Cap_t^r$ , que representa el porcentaje de la producción máxima posible, se obtiene de la Tabla 3-5 utilizando como input el  $ICAS_t^r$  para cada receptor y cada tramo.

Finalmente, se puede calcular el impacto del cambio de calidad de agua para una actividad específica en cada tramo

$$Impacto_t^r = \Delta Prod = (Prod_{Proyectada}^{CN})_t^r - (Prod_{Proyectada}^{LB})_t^r$$

Donde:

- $(Prod_{Proyectada}^{CN})_t^r$ : Producción proyectada para el tramo t y receptor r en la situación con norma.
- $(Prod_{Proyectada}^{LB})_t^r$ : Producción proyectada para el tramo t y receptor r en la línea base (sin norma).

Cuando  $Impacto_t^r > 0$ , la normativa es favorable en la producción al mejorar los parámetros del agua.

Para los estudios que utilicen posteriormente DAP (esquema 2 y 3, de la Tabla 3-10), la productividad de la actividad será la población impactada (ejemplo: un Parque Nacional aumentará sus ingresos al aumentar las visitas, siempre que no se supere su capacidad de carga). Definir la población afectada no es un tema sencillo para muchos casos, ya que existen diversos

estudios que indican que no sólo los usuarios de los sitios de interés estarían dispuestos a pagar por su conservación (Brouwer and Bronda, 2005), (Kontogianniet al., 2005), entre otros. Sin embargo, para evitar el problema de sobreestimar los beneficios, recomendamos considerar esto únicamente para el esquema 3 y considerar sólo los usuarios en el esquema 2, lo que implica una subestimación de los beneficios.

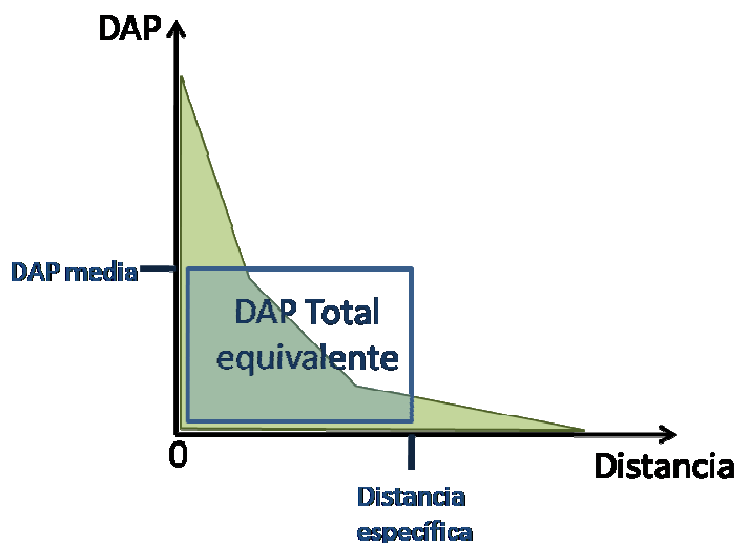
En el caso de las actividades en las cuales la DAP dependa de las visitas al sitio (esquema 2, de la Tabla 3-10), éstas se pueden determinar de 3 maneras:

- **Conteo de visitas:** Cuenta de los visitantes a lo largo del tramo analizado o del sitio de interés. Esto se realiza en distintos días y momentos del año, con esto se realiza una estimación de las visitas anuales.
- **Estimaciones en base a consultas:** número de viajes a los sitios afectados por año o tomarlos como base para otra estimación, se puede basar en consulta con los administradores del sitio, las oficinas de turismo, clubs asociados a alguna actividad, etc.
- **Datos por defecto:** Realizar algún supuesto razonable.

Claramente, el método más recomendable es que el analista recolecte la información por sí mismo (vía conteo de visitas) y el menos recomendable es utilizar los datos por defecto (esto se puede tomar sólo para algunos sitios de la zona, en caso de que se tengan datos fidedignos para el resto de los sitios). La idea de estos métodos es determinar el nivel de uso del sitio actual. No existen métodos fidedignos para predecir cambios en el número de visitas producto de cambios en la calidad del agua, por lo que si se asume que la calidad del agua mejora producto de la NSCA, es probable que el número de visitas crezca en el tiempo, por lo que esta estimación tiende a subestimar el beneficio real.

Para las actividades en que la DAP depende de toda la población de la zona (esquema 3), los antecedentes indican que la DAP agregada tiende a disminuir en la medida que la distancia al sitio analizado aumenta (Bateman et al., 1996) y (Georgiou et al., 2000). Por este motivo, se propone utilizar un área de influencia equivalente, expresada en un radio o distancia particular, para determinar el valor total que le asigna la población a la conservación de un lugar. Esto no significa que las personas que viven a una distancia mayor que la especificada no valoricen la conservación de dicho sitio, sino que representa el hecho de que la DAP por beneficios asociados a la conservación y al no uso comienza a disminuir antes de esa distancia y continua a una tasa aún positiva pero bajo la media más allá de aquel límite. Sin embargo, multiplicando la media de la DAP por la población que vive dentro de dicha área se obtiene un valor total aproximado de la DAP para toda la población. Esta situación se ilustra precisamente en la Figura 3-8, donde se observa la DAP total aproximada (rectángulo). Por lo tanto, la clave está en la definición del área de influencia relevante.

Figura 3-8: Comportamiento de la DAP según la distancia a un lugar y DAP total equivalente



Fuente: Elaboración Propia.

La propuesta para Chile (si bien esto puede variar según la actividad y la cuenca), en base a la experiencia inglesa (Sowerby and Grieve, 2003), adaptándola según área relevante y marco legislativo a la realidad nacional, es la siguiente:

Tabla 3-6 Límites de consideración del DAP, para valores de no uso

<b>Categoría de conservación (Tabla 8-3)</b>	<b>Grado de cambio en la calidad del agua</b>	<b>Distancia (radio) relevante para la agregación</b>
Local	Bajo	30 km
	Moderado	40 km
	Alto	60 km
Regional	Bajo a Moderado	60 km
	Alto	150 km
Nacional	Bajo a Alto	60 km to 470 km

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez determinada la zona relevante, es fácil determinar la población asociada a la zona, cruzando esta información con las poblaciones de comunas, ciudades, provincias y regiones asociadas al sitio de interés. Este radio permitirá definir la zona donde realizar los estudios para determinar la DAP (o si hubiera un estudio dentro del área se podría realizar transferencia de beneficios), además del número de hogares por los cuales multiplicar la DAP para realizar la agregación.

### 3.5 Paso 5 – Valorización

La etapa final es efectuar la valorización económica de los impactos, este paso depende enormemente del proceso anterior, ya que no se puede valorizar un impacto sin realizar la cuantificación correctamente.

En general, las metodologías de valoración son sencillas en cuanto a los costos, ya que estos tienen un mercado asociado, por lo que la reducción de emisiones, la fiscalización o las mejoras tecnológicas, tienen un valor conocido que es posible obtener. En cuanto a los beneficios, su valorización es un asunto de alta complejidad, ya que muchos beneficios no tienen un mercado asociado e incluso los que lo tienen hay que distinguir el valor asociado exclusivamente al recurso agua. Sin embargo, a lo largo del tiempo se han desarrollado distintas metodologías para valorizarlos, con distintos niveles de aceptación. Dentro de ellas, se destaca la utilización de conceptos tales como: La disposición a pagar, la disposición a aceptar compensación, los costos de viaje, la valoración energética, la tasa de absorción de CO<sub>2</sub>, la probabilidad de valor de opción, etc.

#### *Estimación de los beneficios*

Los beneficios ambientales de las NSCA se refieren al incremento de bienestar y a los costos evitados por los ciudadanos, administraciones y compañías, debido a una mejor provisión de bienes (por ejemplo, agua potable, pesca y generación hidroeléctrica) y servicios (por ejemplo, recreación, control del ciclo de agua), como resultado de una mejora del estado de los cuerpos de agua en una cuenca. Se debe considerar que la mayoría de las categorías de beneficios no se relacionan a precios de mercado. Una mejora del estado ecológico puede generar impactos favorables en las siguientes funciones:

- Provisión de bienes: En este contexto, agua potable y pesca son ejemplos relevantes, los cuales se reflejan en los mercados respectivos.
- Funciones regulatorias: Se relacionan a una mejora en los sistemas de purificación de agua (humedales), que permite disminuir costos de abatimiento de emisiones, mejoras en la retención y drenaje del agua, que permite disminuir costos de gestión, y captura de CO<sub>2</sub> u otros contaminantes del aire, lo cual ayuda a ahorros en esa área.
- Funciones culturales: Mejoras en servicios relacionados a la recreación, educación, etc.
- Funciones de apoyo: Por ejemplo la reutilización de nutrientes, importante para el ecosistema pero difícil de evaluar directamente en términos económicos.

En general, el análisis económico se encuentra en la órbita de una ética antropocéntrica, con algunas matizaciones, en la cual el medio ambiente tiene valor según su relación con el ser humano. Aunque hay quienes afirman que la naturaleza no humana tiene un valor intrínseco y, por lo tanto, posee derechos naturales, valorar económicamente el medio ambiente significa contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad, lo cual permite compararlo con otros componentes valorizados, a través de un denominador común, que sería el dinero. Los bienes y servicios pueden ser valorizados usando precios de mercado u otros indicadores que reflejen el valor asignado por las personas (Azqueta, 1994).



### ***Clasificación de beneficios***

El valor económico puede ser clasificado en dos grupos: valores de uso (directos e indirectos) y valores de no uso (existencia y de opción). Los primeros, en los que las personas que utilizan el bien son afectadas directa o indirectamente, son diversos y su valorización se puede realizar a través de distintos enfoques. En tanto, los valores de no uso, que son asignados por una preferencia a tener la opción de utilizar el bien a futuro o simplemente por el hecho de que el bien exista, sólo pueden ser determinados a través de técnicas de preferencias (por ejemplo, evaluación contingente). La Tabla 3-7 muestra los métodos para evaluar las distintas actividades.

Tabla 3-7: Tipos de valores y métodos para obtención de impactos

<b>Tipo Impacto</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo Valor</b>	<b>Directo</b>	<b>MCV</b>	<b>MP</b>	<b>MVC</b>	<b>PR</b>
Primario	Salud Ecosistemas y Biodiversidad	No Uso - Existencia				✓	✓
		No Uso - Opción			✓		
		Uso					✓
	Acuicultura	Uso	✓				
	Agricultura	Uso	✓				
	Ganadería	Uso	✓				
Secundario	Deportes Acuáticos	No Uso - Existencia					✓
		Uso	✓	✓		✓	
	Pesca Artesanal	Uso	✓				
	Pesca Recreacional	No Uso - Existencia					✓
		Uso			✓		✓
	Recreación Informal	No Uso - Existencia					✓
Uso				✓		✓	
Terciario	Imagen País	No Uso - Existencia					✓
	Patrimonio Cultural y Antropológico	No Uso - Existencia				✓	✓
	Turismo	Uso	✓			✓	

Fuente: Elaboración Propia

- MCV: Método de Costo de Viaje
- MP: Métodos Probabilísticos
- MVC: Método de Valoración Contingente
- PR: Preferencias Reveladas

En la Tabla 3-8 se puede apreciar los métodos de valoración que se han encontrado en la experiencia nacional.

Tabla 3-8: Antecedentes de AGIES realizados en Chile

Tipo Impacto	Actividad	Tipo Valor	Fuente	Directo	MP	PR
Primario	Agricultura	Uso	AGIES Loa	✓		
	Ganadería	Uso	AGIES Bio Bio	✓		
	Salud Ecosistemas y Biodiversidad	No Uso - Opción	Terram			✓
		Uso	Caso Celco			✓
Terciario	Imagen País	No Uso - Existencia	Caso Celco			✓
	Patrimonio Cultural y Antropológico	No Uso - Existencia	Caso Ralco			✓
	Turismo	Uso	AGIES Serrano	✓		

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3-9 se puede apreciar los métodos de valoración que se han encontrado en la experiencia internacional.

Tabla 3-9: Antecedentes de valoración a nivel internacional

Tipo Impacto	Actividad	Tipo Valor	País	Directo	MP	MVC	PR
Primario	Salud Ecosistemas y Biodiversidad	No Uso - Existencia	Latinoamérica				✓
			UE				✓
		USA				✓	
		No Uso - Opción	Latinoamérica		✓		
		USA		✓			
	Acuicultura	Uso	UE	✓			
	Agricultura	Uso	UE	✓			
	Ganadería	Uso	Latinoamérica	✓			
			UE	✓			
Secundario	Deportes Acuáticos	No Uso - Existencia	UE				✓
			USA				✓
		Uso	UE				✓
			USA				✓
	Pesca Recreacional	No Uso - Existencia	UE				✓
			USA				✓
		Uso	UE				✓
		USA				✓	
	Recreación Informal	No Uso - Existencia	Latinoamérica				✓
			UE				✓
			USA				✓
		Uso	Latinoamérica				✓
			UE				✓
	USA				✓		
Terciario	Imagen País	No Uso - Existencia	EEUU				✓
	Patrimonio Cultural y Antropológico	No Uso - Existencia	EEUU				✓
			UE			✓	
			USA				✓
	Turismo	Uso	Latinoamérica				✓
UE						✓	

Fuente: Elaboración propia

Retomando los 3 esquemas de valorización vistos en la sección 3.4, en la

Tabla 3-10 se puede apreciar a modo de resumen las metodologías de valorización recomendadas para los distintos receptores impactados.

Tabla 3-10: Esquemas de Valorización

	<b>Esquema 1</b>	<b>Esquema 2</b>	<b>Esquema 3</b>
<b>RECEPTORES IMPACTADOS</b>	Pesca Artesanal Acuicultura Agricultura Ganadería Industrias	Deportes Acuáticos Recreación Informal Pesca Recreacional	Turismo Patrimonio Cultural y Antropológico Imagen País Salud Ecosistemas y Biodiversidad
<b>MÉTODOS</b>	<b>Valoración Directa:</b> Mercado Asociado	<b>Valor de Uso:</b> Valoración Contingente Método Costo de Viaje	<b>Valor de Uso y no Uso:</b> Valoración Contingente

Fuente: Elaboración Propia

Las actividades asociadas al esquema 1, se valorizan determinando en qué tramos se pueden realizar éstas y en cuáles no (utilizando la información de la Guía CONAMA (CONAMA, 2004)). La información más fidedigna que se puede usar, es la producción actual de la actividad en cada tramo. Esto tiende a subestimar los beneficios, debido a que si en algún tramo actualmente se está sobrepasando la norma, la producción debiera ser mayor para una mejor calidad y no sólo mantenerse.

Las actividades asociadas al esquema 2, se valorizan determinando la DAP de los usuarios del bien. Los antecedentes muestran diversas metodologías, dos de las cuales se recomiendan a continuación:

- **Método de Costo de Viaje:** Consiste en la aplicación de encuestas a la población “afectada”, en las cuales se busca descubrir cuántos son los costos que ellos asumen asociados a la actividad (en el caso de los bienes sin mercado). Esto se traduce no solamente en el transporte, sino también en el costo de los equipos necesarios para la actividad y cualquier otro gasto asociado directamente, con lo que se determina la DAP implícita asociada al bien. Luego se pregunta cómo cambiaría ésta (generalmente se pregunta por la variación en la frecuencia de los viajes), frente a variaciones en la calidad del bien, con esto se descubre la curva de demanda. Una vez descubierta, es sencillo calcular el excedente del consumidor y de éste se deriva la DAP. La ventaja de este método es que descubren gastos reales que realizan los usuarios asociados a la actividad. La desventaja es que sigue siendo una subestimación del valor real del bien, ya que es una subestimación del excedente del consumidor y no considera la valorización de los no usuarios.
- **Método de Valoración Contingente:** Consiste en la aplicación de encuestas a la población “afectada” en las cuales se busca descubrir cuánto varía la DAP, frente a variaciones en la calidad del bien, con lo cual se puede construir la curva de demanda. Una vez descubierta, es sencillo calcular el excedente del consumidor y a partir de éste se

determina la DAP. La ventaja de este método es que descubren todo el excedente del consumidor, que tienen los usuarios y no usuarios del bien. La desventaja es que pueden existir variaciones en la estimación, asociadas al formato de las preguntas realizadas, que los encuestados den valores que no consideren sus capacidades financieras reales, etc.

Las actividades asociadas al esquema 3, se valorizan determinando la DAP de los usuarios y no usuarios del bien. Para este caso la metodología que recomendamos es el método de valoración contingente, ya que permite saber cuánto aprecian un bien los no usuarios. Se aplica de la misma manera, que para el caso de los usuarios y para muchas actividades el aporte de la DAP agregada tiene una participación importante de los no usuarios, esto porque aprecian el bien por motivos más allá del uso (tener la opción de usarlo, para que se preserve para las futuras generaciones, satisfacción moral, etc.).

Además de los 3 esquemas generales, puede existir para algunas actividades algún valor de opción. Éste consiste en un valor de no uso que tiene una actividad, por el hecho de que se pudiera descubrir un uso futuro, valor que es relevante sólo en algunos casos. Aquí se propone:

- Método de Valoración Contingente: Este se realiza al igual que en los casos anteriores, pero en este caso la población afectada, serían quienes efectivamente en el futuro podrían hacer uso de esta opción (en general empresas, el gobierno o fundaciones).

Otro aspecto importante de destacar es que muchas veces existe la opción de realizar una transferencia de beneficios, lo que si bien ahorra muchos recursos, tiene el costo de una menor precisión. La transferencia de beneficios, se refiere a la aplicación de valores, funciones, datos y/o modelos de estudios existentes, con objeto de estimar los beneficios asociados a algún recurso específico. En esta guía se entrega una serie de valores que han sido seleccionados desde otros estudios, y se pueden encontrar en el Anexo-3 (Sección 8.3) recomendados a nivel preliminar (Es fundamental crear una base de datos de valores, propia de la CONAMA). Es importante saber que la transferencia de beneficios es sencilla si se tienen antecedentes del mismo sitio, pero en medida que la distancia y condiciones cambian, esto se vuelve más cuestionable. Además cada actividad tiene distintos niveles de sensibilidad con respecto al tema.

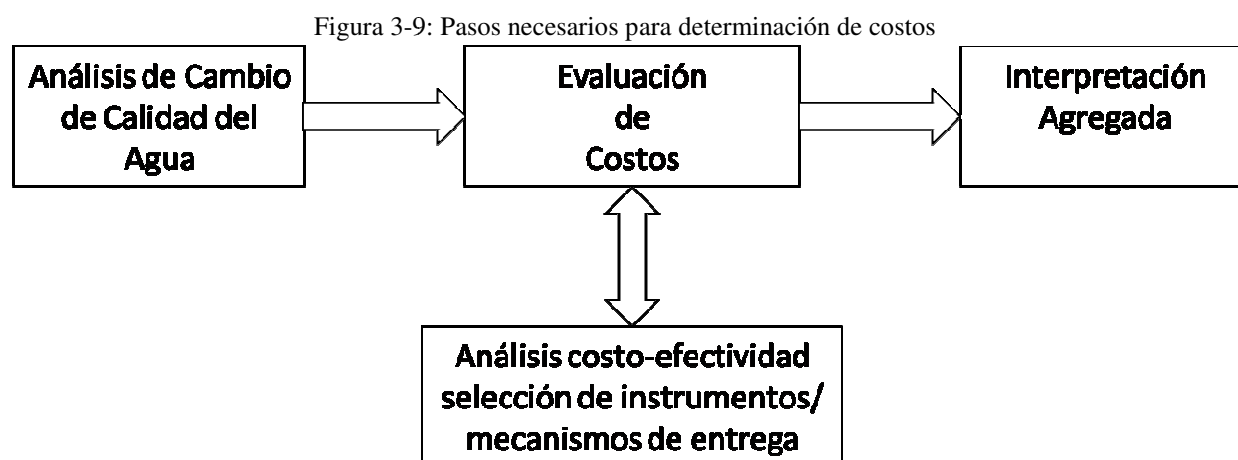
Estos valores, deben estar expresados por unidad productiva, la cual debe ser coincidente con aquella utilizada en el paso 4. Con esos valores y los impactos por actividad se puede calcular el beneficio total de la cuenca:

$$Beneficio\ Total_{cuenca} = \sum_{receptores} Impacto\ Total_{receptor} \cdot Valor\ Unitario\ Prod_{receptor}$$

Finalmente, cabe mencionar que la incertidumbre en las estimaciones se incluye a través del uso de rangos (para el número de afectados y los valores usados en la transferencia de beneficios). Adicionalmente, se recomienda el desarrollo de un análisis de sensibilidad.

### 3.6 Determinación de costos

En primer lugar, dada la incertidumbre de los resultados, es imprescindible contrastar el estado actual con distintos escenarios futuros que dependen del nivel de aplicación de la norma. Luego, se deben determinar los costos de cada medida y seleccionarlas según un análisis costo efectividad, para finalmente realizar una interpretación agregada de los costos. Los pasos necesarios para la determinación de costos se expresan de manera gráfica en la Figura 3-9.



Fuente: (Nocker, et al., 2007b)

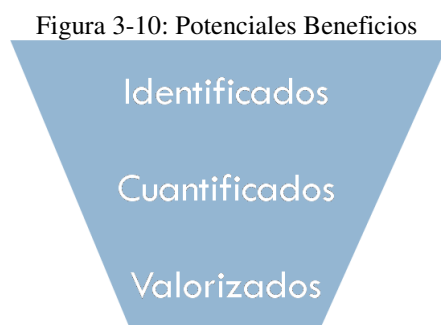
Para una correcta determinación de los costos de implementar las NSCA es imprescindible aislarlos de los costos anteriores relacionados a las normas de emisión. De este modo, se debe describir el escenario base a través de los costos y efectos de la implementación de la norma primaria de agua, para luego analizar los costos y efectos de la nueva normativa por separado. En general, los costos relacionados a medidas de protección ambiental pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- Costos financieros o directos: Se refieren a las inversiones y los costos de operación, administración y mantención. Se recomienda anualizar los costos de inversión (incluyendo depreciación y pago de intereses) para estimar los costos totales anuales de protección ambiental.
- Costos indirectos: Se refieren a los costos producidos por impactos en la economía. Por ejemplo, debido a las medidas de la norma algunos productos o servicios podrían aumentar sus precios, afectando no solo al rubro específico sino que a todos los sectores productivos relacionados y a los consumidores. La determinación de estos costos es compleja y requiere de modelos macro económicos.

Un enfoque práctico es comenzar con los costos financieros, luego corregir las transferencias (tales como subsidios e impuestos de valor agregado) y observar si hay otra categoría de costos relevantes. La exactitud de los costos estimados será mejor si se considera el concepto de costo efectividad. Además, en general se argumenta que los costos estimados antes de implementar políticas ambientales difieren de los costos reales (IVM, 2006; RIVM, 2000). Por lo tanto, se recomienda realizar un seguimiento minucioso de los costos reales, lo cual puede facilitar las estimaciones de proyectos futuros.

### 3.7 Resultados

La información disponible para realizar el análisis es muchas veces limitada, por lo que no es posible llegar a un resultado final completo. Una de las complicaciones importantes de la falta de información es llegar a una evaluación completa del valor económico total de los beneficios (dentro de la falta de información se puede considerar información de impactos, funciones dosis-respuesta, cantidad de usuarios, valorización, etc). La cantidad de potenciales beneficios cuantificados es siempre mayor que el número cuantificado y valorizado (Nockeret al., 2007a), situación que es posible apreciar en la Figura 3-10.



Fuente: (Nocker, et al., 2007a)

Para lograr un mejor resultado es importante que la presentación de los resultados se haga de acuerdo a los distintos niveles de información existente. Además de un análisis económico de los costos y beneficios que implica la implementación de una NSCA, es recomendable que se entregue un resumen de beneficios como el mostrado en la Tabla 3-11. De esta manera es posible apreciar que es posible que el VAN calculado se aleje del valor real, al no considerar completamente el valor económico real de los beneficios.

Tabla 3-11: Resumen de Beneficios según disponibilidad de información (Ejemplo)

Receptor/Actividad Impactada	Receptor Impactado	Impacto	Identificado	Cuantificado	Valorizado
Turismo	Paisaje	Disminución de olores molestos	✓		
		Mejora de la estética	✓		
Ganadería	Ganado	Aumento de la Productividad	✓		
		Ahorro de costos	✓	✓	✓
Biodiversidad y valores de no uso	Flora y Fauna	Protección Biodiversidad	✓		
	Ecosistema	Regulación térmica	✓		
		Prevención de desastres	✓		
Agricultura	Cultivos	Aumento de la Productividad	✓	✓	✓
		Aumento calidad	✓		

Fuente: Elaboración Propia

### 3.8 Análisis de Incertidumbre y Sensibilidad

Muchas veces los modelos construidos para predecir comportamientos, en este caso pueden ser escenarios proyectados o cálculo de costos y beneficios, implica la realización de varios supuestos. La incertidumbre de algunos parámetros (inputs) supuestos es propagada a través del modelo, y es necesario conocer como es la propagación y el impacto que tiene en nuestro resultado final. Por esto, puede ser de provechoso realizar una simulación de Montecarlo mediante algún software como puede ser Crystal Ball de Oracle<sup>1</sup> o Analytica de Lumina<sup>2</sup> para realizar aproximaciones al resultado final con la incertidumbre considerada.

También es importante realizar un profundo análisis de sensibilidad que permita apreciar el impacto que tienen ciertas variables sobre el resultado final de análisis realizado. Dentro de las variables a considerar puede ser la magnitud de los costos considerados, la tasa de descuento, los DAP utilizados para valorizar los beneficios de alguna actividad, etc.

---

<sup>1</sup> Disponible en <http://www.oracle.com/crystalball/index.html>

<sup>2</sup> Disponible en <http://www.lumina.com/ana/whatisanalytica.htm>

## **4. Aplicación Guía Metodológica**

### **4.1 Selección de cuencas a Analizar**

Para el presente estudio se aplicará la guía metodológica a las normas de tres cuencas: Biobío, Cachapoal y Loa.

### **4.2 Revisión de AGIES: Biobío**

La revisión se realizó tomando como base el estudio realizado por el Centro-EULA (2006). Del estudio se toma toda la información necesaria y se completaron los beneficios mediante la metodología propuesta. El análisis se llevó a cabo con el anteproyecto de Norma de la cuenca del Biobío, el cual considera las áreas de vigilancia de la Tabla 4-1. Esto debido a que al momento de la evaluación, se incluyó la información disponible, que no contemplaba el proyecto definitivo. El proyecto definitivo de la NSCA para la cuenca del Biobío considera los tramos especificados en la Tabla 4-2. Consideramos que es probable que los resultados no varíen mucho de los presentados en el presente análisis al incluirse los tramos del proyecto definitivo. Un análisis más profundo (de no haber existido la falta de información) podría entregar resultados más fidedignos, pero queda fuera del presente estudio debido principalmente a la falta del recurso tiempo e información en su momento dado.

La cuenca del Biobío posee la más alta concentración de habitantes en la VIII región. En esta cuenca radica el centro político, comercial, industrial, portuario y de comunicaciones viales de la zona. Cubre más de dos tercios de la VIII región, con una superficie aproximada de 25.000 km<sup>2</sup>, de la cual aproximadamente un tercio pertenece a la IX región de la Araucanía. El cauce Biobío constituye la principal fuente de agua potable. El cauce del Laja por su parte constituye la principal fuente de abastecimiento para las centrales hidroeléctricas. Constituye además, el cuerpo receptor de efluentes de gran parte de establecimientos industriales y plantas de tratamiento de aguas servidas, provenientes de Industrias y ciudades emplazadas en el entorno del río Biobío a lo largo de su curso.

En la subcuenca del río del bajo Biobío se presentan los problemas más graves de contaminación del río Biobío, ya que en esta zona se concentran las mayores ciudades y actividades productivas de la cuenca

El análisis se realizó a nivel tramos, de acuerdo a las áreas de vigilancia propuestas en el anteproyecto de norma. En la siguiente tabla se muestra la subdivisión de tramos o áreas de vigilancia con sus respectivas longitudes.



Tabla 4-1: Áreas de Vigilancia según Anteproyecto NSCA Cuenca Biobío

CAUCE	ÁREA DE VIGILANCIA	LÍMITES ÁREA DE VIGILANCIA	COORDENADAS UTM		LARGO APROX. (KM)
			ESTE	NORTE	
Río Biobío	BI_20	Desde	5715740	303920	66.18
		Hasta	5780480	290210	
	BI_31	Desde	5780480	290210	39.23
		Hasta	5810120	264510	
	BI_32	Desde	5810120	264510	31.75
		Hasta	5825410	236680	
	BI_33	Desde	5825410	236680	44.55
		Hasta	5838760	194180	
	BI_40	Desde	5838760	194180	21.67
		Hasta	5846920	174110	
	BI_50	Desde	5846920	174110	22.60
		Hasta	5869100	169790	
	BI_60	Desde	5869100	169790	21.81
		Hasta	5879280	150500	
BI_71	Desde	5879280	150500	36.77	
	Hasta	5915200	675460		
BI_72	Desde	5915200	675460	7.43	
	Hasta	5921420	671390		
Río Laja	LA_10	Desde	5884750	286000	47.07
		Hasta	5862820	244350	
	LA_21	Desde	5862820	244350	67.25
		Hasta	5873470	177950	
	LA_22	Desde	5873470	177050	8.47
		Hasta	5869100	169790	
Río Duqueco	DU_11	Desde	5841580	289180	56.91
		Hasta	5839550	232310	
	DU_12	Desde	5839550	232310	38.14
		Hasta	5838760	194180	
Río Bureo	BU_11	Desde	5796290	265240	57.73
		Hasta	5820640	212900	
	BU_12	Desde	5820640	212900	26.58
		Hasta	5835400	190800	
Río Renaico	RE_10	Desde	5770520	262990	80.95
		Hasta	5814770	195200	
	RE_20	Desde	5814770	195200	20.12
		Hasta	5825540	178200	
Río Malleco	MA_10	Desde	5764570	264180	101.61

		Hasta	5812390	174530	
Río Vergara	VE_10	Desde	5812390	174530	13.65
		Hasta	5825540	178200	
	VE_20	Desde	5825540	178200	19.31
		Hasta	5844720	175940	
Río Guaqui	GU_10	Desde	5865700	227730	52.94
		Hasta	5857980	175360	
Río Tavoleo	TA_10	Desde	5847050	169540	4.57
		Hasta	5846920	174110	
Río Rarinco	RA_10	Desde	5862980	239570	50.09
		Hasta	5856210	189940	
Río Claro	CL_10	Desde	5910310	190670	39.27
		Hasta	5873480	177050	

Fuente: Anteproyecto NSCA Cuenca Biobío

Tabla 4-2: Áreas de Vigilancia según Proyecto Definitivo de NSCA Cuenca Biobío

CAUCE	ÁREA DE VIGILANCIA	LÍMITES ÁREA DE VIGILANCIA	COORDENADAS UTM		LARGO APROX. (KM)
			ESTE	NORTE	
Río Biobío	BI-10	Desde	303669	5715350	50.75
		Hasta	298206	5765809	
	BI-20	Desde	282517	5786336	12.60
		Hasta	274289	5795877	
	BI-30	Desde	270390	5800857	10.78
		Hasta	264321	5809772	
	BI-40	Desde	264321	5809772	33.30
		Hasta	235383	5826249	
	BI-50	Desde	235383	5826249	53.26
		Hasta	183200	5836909	
	BI-60	Desde	183200	5836909	10.66
		Hasta	175697	5844480	
	BI-70	Desde	175697	5844480	33.00
		Hasta	164669	5875582	
BI-80	Desde	164669	5875582	14.15	
	Hasta	151022	5879318		
BI-90	Desde	151022	5879318	37.31	
	Hasta	138351	5914406		
BI-100	Desde	138351	5914406	6.14	
	Hasta	133879	5918612		
BI-110	Desde	133879	5918612	5.92	
	Hasta	127960	5918456		
Río Laja	LA-10	Desde	285779	5884375	25.76
		Hasta	266658	5867120	
	LA-20	Desde	266658	5867120	29.65
		Hasta	237010	5867225	
	LA-30	Desde	237010	5867225	60.19
		Hasta	177079	5872779	
LA-40	Desde	177079	5872779	8.28	
	Hasta	169836	5868771		
Río Lomín	LM-10	Desde	312777	5805865	28.36
		Hasta	294409	5784252	
Río Lolco	LL-10	Desde	280735	5757080	16.00
		Hasta	286750	5771905	
Río Villucura	VI-10	Desde	265118	5759655	15.95
		Hasta	274500	5772558	
Río Malla	ML-10	Desde	287728	5796416	8.41

		Hasta	282231	5790046	
Río Pangué	PA-10	Desde	282792	5808400	15.28
		Hasta	268919	5801991	
Río Queuco	QU-10	Desde	306087	5815506	42.16
		Hasta	264321	5809772	
Río Huequecura	HU-10	Desde	270154	5825876	18.53
		Hasta	252000	5822141	
Río Duqueco	DU-10	Desde	282470	5848968	51.16
		Hasta	232218	5839369	
	DU-20	Desde	232218	5839369	38.26
		Hasta	193974	5838426	
Río Bureo	BU-10	Desde	265051	5795898	57.90
		Hasta	212547	5820309	
	BU-20	Desde	212547	5820309	27.17
		Hasta	189980	5835438	
Río Renaico	RE-10	Desde	262803	5770127	80.95
		Hasta	195031	5814397	
	RE-20	Desde	195031	5814397	20.15
		Hasta	177988	5825146	
Río Malleco	MA-10	Desde	263995	5764179	101.59
		Hasta	174351	5811984	
Río Vergara	VE-10	Desde	174351	5811984	13.66
		Hasta	177988	5825146	
	VE-20	Desde	177988	5825146	19.31
		Hasta	175763	5844329	
Río Guaqui	GU-10	Desde	227567	5865306	52.94
		Hasta	175189	5857586	
Río Tavoleo	TA-10	Desde	169353	5846697	4.61
		Hasta	173961	5846629	
Río Rarínco	RA-10	Desde	239376	5862587	50.08
		Hasta	189753	5855813	
Río Claro	CL-10	Desde	190487	5909891	39.25
		Hasta	176867	5873084	

Fuente: Proyecto Definitivo NSCA Cuenca Biobío

## 4.2.1 Caracterización de Actividades

### *Uso del Suelo*

Los suelos existentes en la cuenca del Biobío son esencialmente forestales, principalmente plantaciones forestales y bosque nativo. Menos de un 3% de los suelos tienen actividad agrícola, y ésta se encuentra principalmente en las comunas de Renaico y Los Ángeles.

Tabla 4-3: Uso de Suelo Cuenca Hidrográfica Río Biobío

Uso	Superficie (has)	%
Ciudades	10.115	0,42
Pueblos	1.599	0,07
Agroindustrias o centros de acopio	13	0
Terrenos con riego-cultivos anuales	67.393	2,79
Secano interior con evidencias de cultivos	60.945	2,53
Secano interior con matorrales y praderas	32.880	1,36
Secano costero con evidencias de cultivos	6.965	0,29
Secano costero con matorrales y praderas	11.188	0,46
Secano con cultivos anuales no indígena	63.000	2,61
Secano con cultivos anuales indígena	24.078	1
Secano con matorrales y praderas naturales	173.441	7,19
Pre cordillera con cultivos y praderas	16.115	0,67
Pre cordillera con matorrales y praderas	210.465	8,72
Terrenos erosionados con matorrales y praderas	38.195	1,58
Bosque nativo	734.943	30,46
Plantaciones forestales	730.142	30,26
Roca descubierta	22.350	0,93
Fondos de río	41.121	1,7
Dunas	90	0
Hielos y ventisqueros	132.627	5,5
Cuerpos de agua interiores	16.255	0,67
Playas y depósitos volcánicos	12.197	0,51
Humedales y áreas inundadas	6.294	0,26
Otros usos sin clasificar	531	0,02
<b>Total</b>	<b>2.412.941</b>	<b>100</b>

Fuente: Centro-EULA (2006) (sobre base de las Coberturas digitales uso del suelo INE)

### ***Sector Silvoagropecuario***

Las plantaciones agrícolas que se desarrollan con mayor importancia en la cuenca son: cereales, chacras, cultivos industriales, hortalizas y frutales. La superficie agrícola relevante a la cuenca del Biobío alcanza a 94.588 hectáreas<sup>3</sup>. Para la valorización de la actividad agrícola se consideró el valor de las exportaciones al año 2007 de la región del Biobío y de la región de la Araucanía que alcanzan a MUS\$245 y MUS\$46 respectivamente<sup>4</sup>. Además, de acuerdo al censo agropecuario 2007 las hectáreas de ambas regiones que tienen uso agrícola son de 650 mil hectáreas. Por esto, se asignará a la cuenca del Biobío el valor de las exportaciones en la misma proporción de las hectáreas, esto nos da un valor de la agricultura para la cuenca del Biobío de MUS\$42.

La actividad ganadera es una de las que puede tener el mayor impacto en los coliformes fecales de las aguas superficiales. La superficie de praderas alcanza a 583.262 hectáreas<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> Centro-EULA (2006)

<sup>4</sup> ODEPA: [www.odepa.gob.cl](http://www.odepa.gob.cl) "Valor de las exportaciones por sector a nivel regional año 2007".

<sup>5</sup> Centro-EULA (2006)

## Industria

De acuerdo Centro-EULA (2006), la industria aporta un 29.5% al PIB de la región, y para el 2015 se estimó usando una tasa de crecimiento proyectada cercana a 3%, que la participación del sector industrial en la cuenca sería de 408.817 (MM\$ de 1996).

Los principales subsectores industriales y sus respectivas empresas a nivel regional que utilizan las aguas del río Biobío para sus procesos productivo se presentan en la Tabla 4-4.

Tabla 4-4: Tipo de Industria, Localización y Consumo de Agua

Tipo de Industria	Industria	Localización	Consumo del sector (m <sup>3</sup> /mes)
Celulosa y papel	CELPAC	Mulchen	13.475.808
	CEL. LAJA	Laja	
	NORSKE SKOG	San Pedro	
	INFORSA	Nacimiento	
Alimentarias	IANSÁ	Los Ángeles	1.337.472
	SOPROLE	Los Ángeles	
	NESTLE	Los Ángeles	
Otras	CURT. GACEL	San Pedro	241.056
	MACHASA	Chiguayante	

Fuente: Centro Eula-Chile, 2006

La industria de la celulosa y el papel es una de las mayores consumidoras de agua, utilizada principalmente para el transporte ya sea de materias primas, reactivos o productos en proceso. En la Tabla 4-5 se presentan las industrias y los tramos afectados por el sector industrial.

Tabla 4-5: Tramos Relevantes afectados por el Sector Industrial en la Cuenca del Biobío

Comuna	Tramo	Principal actividad industrial
Los Ángeles.	BI-TR-40	Agroalimentos Aserraderos
Nacimiento	BI-TR-40	CMPC Santa Fe
Negrete	BI-TR-40	Celpac
Laja, nacimiento	BI-TR-50	CMPC Laja
San pedro de la Paz, Chiguayante	BI-TR-72	Norske Skog Gacel
Los Ángeles, Laja	LA-TR-21 y LA-TR-22	Masis Fibranova
Angol	VE-TR-10	CMPC Inforsa
Los Ángeles	GU-TR-10	IANSÁ Soprole Nestlé

Fuente: Centro Eula-Chile, 2006

### ***Turismo***

El turismo aporta un 8,3% al PIB regional (Centro-EULA, 2006). Actualmente, SERNATUR promociona principalmente sus atractivos naturales como lo son: Laguna el Laja, Alto Biobío, Salto del Laja y Termas de Lonquimay, pero aún así esta actividad tiene un bajo desarrollo en la cuenca.

El principal problema radica en la mala organización administrativa en inversión del estado y/o los comités públicos principalmente por falta de coordinación. Es necesario que exista inversión en la infraestructura de caminos secundarios, y para lograrlo es necesario que exista una coordinada participación tanto del estado como del sector privado. Esto nos indica que si bien el desarrollo turístico es bajo en la actualidad, éste podría crecer considerablemente en el futuro.

### ***Pesca y Acuicultura***

En la cuenca del Biobío no existe una relación entre la pesca marítima (de gran importancia para la región) y el río. Se ha desarrollado la pesca deportiva, principalmente en el Alto Biobío, Laguna del Laja y en los lagos artificiales de Pangué y Ralco.

También se desarrolla la acuicultura, ya que se producen ovas y alevines como insumos biológicos para las salmoneras de la décima región. En los tramos de los Ángeles hasta Santa Bárbara las aguas del Biobío presentan muy buenas condiciones para la realización de la acuicultura, principalmente porque no existen industrias con efluentes a este sector. Las principales especies que los grandes productores producen son Salar, Salmón Coho y trucha.

### ***Calidad del Agua en la Cuenca del Biobío***

De acuerdo al estudio de CADE-IDEPE (información obtenida del estudio de Centro-EULA (2006)), existen concentraciones de metales como cromo, molibdeno y aluminio de manera natural, sin embargo, las aguas de la cuenca del Biobío presentan una calidad natural de excelencia, debido principalmente a la alta pluviosidad de la región.

#### **4.2.2 Impactos, Costos y Beneficios**

Los beneficios identificados en el estudio de Centro-EULA (2006) se resumen la Tabla 4-6.

Tabla 4-6: Beneficios Identificados por mejora en calidad del agua en la cuenca del Biobío

Receptor o Actividad Impactada	Receptor Impactado	Impacto
Turismo	Paisaje	Disminución de olores molestos
		Mejora de la estética
Ganadería	Ganado	Aumento de la Productividad
		Ahorro de costos de fertilización
Biodiversidad y valores de no uso	Flora y Fauna	Protección Biodiversidad
	Ecosistema	Regulación térmica
		Prevención de desastres
Agricultura	Cultivos	Aumento de la Productividad
		Aumento calidad

Fuente: Elaboración Propia en base a Centro-EULA (2006)

### Costos

Se incluyen los costos utilizados en el AGIES del Biobío que corresponden principalmente a costos de abatimiento (para aquellas actividades económicas que pudiesen afectar en mayor magnitud a la calidad de las aguas de acuerdo a los tramos identificados como críticos, costos de monitoreo y fiscalización (incurridos por el estado) (Centro EULA-Chile, 2006). Estos, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4-7: Resumen de Costos

Sector	Razón	Costo (UF/año)	Duración (años)
Silvoagropecuario	Manejo de Purines	11.817	10
	Programa Buenas Prácticas Lecherías	17.037	5
	Programa Conservación de Suelos	17.607	5
	Programa Buenas Prácticas Agrícolas	22.726	5
Industria	Costos Abatimiento	275.384 - 538.088	10
Estado	Costos de Fiscalización y Monitoreo	256	10

Fuente: Elaboración Propia en base a Centro-EULA (2006). Valores originales transformados a UF.

### Beneficios

Los beneficios de la evaluación realizada por el Centro-EULA (2006) se actualizaron aplicando la metodología propuesta, tomando en consideración la información contenido en dicho estudio.

#### a) Paso 1 – Identificación de Receptores

En primer lugar, se determinó distribución geográfica de los receptores presentes en la cuenca. La Tabla 4-8 muestra los tramos de la cuenca en que se encuentran los receptores a analizar.



Tabla 4-8: Distribución Geográfica de receptores en la Cuenca del Biobío

	Acuicultura	Agricultura	Deportes Acuáticos	Ganadería	Industria	Pesca Artesanal	Pesca Deportiva	Recreación Informal	Salud Ecosistemas y Biodiversidad
BI-TR-20		✓		✓					✓
BI-TR-31		✓		✓					✓
BI-TR-32		✓		✓					✓
BI-TR-33	✓	✓		✓			✓		✓
BI-TR-40	✓	✓		✓	✓				✓
BI-TR-50					✓				✓
BI-TR-60									✓
BI-TR-71									✓
BI-TR-72					✓				✓
BU-TR-11									✓
BU-TR-12									✓
CL-TR-10		✓		✓					✓
DU-TR-11		✓		✓					✓
DU-TR-12	✓	✓		✓					✓
GU-TR-10	✓	✓		✓	✓				✓
LA-TR-10	✓	✓		✓			✓		✓
LA-TR-21	✓	✓		✓	✓				✓
LA-TR-22	✓	✓		✓	✓				✓
MA-TR-10		✓		✓					✓
RA-TR-10	✓	✓		✓					✓
RE-TR-10		✓		✓					✓
RE-TR-20									✓
TA-TR-10									✓
VE-TR-10		✓		✓	✓				✓
VE-TR-20		✓		✓					✓

Fuente: Elaboración Propia en base a Centro-EULA (2006)

## b) Paso 2 – Selección de Receptores Relevantes

Con la ayuda de las preguntas para Análisis Cualitativo (Sección 8.1) y la selección de parámetros relevantes para cada actividad usando la matriz parámetro-receptor (Sección 8.2) se debería llegar a un resultado similar al presentado en la Tabla 4-8, pero que indique la magnitud del impacto en términos cualitativos (impacto bajo, moderado, alto). Para la presente evaluación se consideró que todos los impactos tienen igual importancia por lo que se utilizará la misma tabla que la presentada en la Tabla 4-8.

## c) Paso 3 – Determinación de Calidad de Agua

A continuación se determinó el ICAS para los distintos tramos de la cuenca, considerando las proyecciones disponibles en el estudio de Centro-EULA (2006). Para aquellos parámetros que

no se logró ajustar una tendencia se consideró un crecimiento anual de 1% en sus concentraciones, excepto para pH que se consideró constante. En la Tabla 4-9 se puede apreciar el ICAS para la línea base proyectada y para la situación con norma, para el año 2015. Se puede notar que mejora la calidad en varios de los tramos, además se corrobora que la calidad de los tramos varía entre buena y muy buena.

Tabla 4-9: ICAS para tramos de la Cuenca de Biobío

Tramo	Línea Base	Situación con Norma
BI-TR-20	95.1	-
BI-TR-31	96.8	-
BI-TR-32	95.1	-
BI-TR-33	96.5	96.9
BI-TR-40	92.2	94.6
BI-TR-50	85.5	95.1
BI-TR-60	84.6	94.8
BI-TR-71	95.1	-
BI-TR-72	82.5	96.0
BU-TR-11	98.5	-
BU-TR-12	95.5	96.4
CL-TR-10	94.0	94.1
DU-TR-11	95.0	-
DU-TR-12	95.3	96.8
GU-TR-10	95.6	96.1
LA-TR-10	95.1	-
LA-TR-21	97.1	-
LA-TR-22	96.4	96.6
MA-TR-10	95.1	-
RA-TR-10	95.9	97.2
RE-TR-10	95.1	-
RE-TR-20	95.1	-
TA-TR-10	96.5	-
VE-TR-10	86.0	95.2
VE-TR-20	83.3	93.9

Nota: - indica no hay cambio en la situación con norma

Fuente: Elaboración Propia

#### d) Paso 4 – Determinación del cambio en Productividad

En la presente evaluación se determinó un cambio de productividad solamente para la agricultura. Se consideró como unidad productiva la hectárea disponible para realizar la actividad. En términos prácticos, al mejorar la calidad del agua podría mejorar la calidad del suelo, y por lo mismo podría aumentar la cantidad de hectáreas disponibles o también el rendimiento de las hectáreas existentes. Se tomó como dato el entregado por Centro-EULA (2006) en el que se menciona que hay 94.588 hectáreas destinadas a la actividad agrícola actualmente.

En la Tabla 4-10 se presenta un resumen de los tramos que tienen agricultura y para los cuales se produce una mejora en la calidad del agua en el caso con norma. EL cambio en productividad se calculo asumiendo que para un ICAS de 25 la productividad del receptor es de un 50% de su capacidad máxima. La norma produce una mejora en la productividad en solo dos tramos.

Tabla 4-10: Cambio en productividad al año 2015 Cuenca Biobío

Tramo	Productividad Caso Base	Productividad Con Norma
VE-TR-10	97%	100%
VE-TR-20	93%	100%

Fuente: Elaboración Propia

## e) Paso 5 – Valorización

La valorización para el cambio de productividad en la agricultura se realizó de manera directa. Se asignó a la superficie, la proporción del valor de las exportaciones por agricultura para la región del Biobío y de la Araucanía que corresponden a la cuenca del Biobío, que asciende al monto US\$42 millones al año. Con esta información y el cambio de producción anual se calcularon los beneficios anuales para la agricultura. Los resultados se presentan para tres casos de determinación de la productividad mínima asociada a un ICAS de 25: 25, 50 y 75%.

Tabla 4-11: Beneficios en Agricultura según escenarios de productividad (UF/año)

Escenarios de Productividad Mínima	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
25%	8.335	8.379	8.421	8.463	8.504	8.544	8.584	8.623	8.662	8.701	8.739
50%	5.246	5.273	5.300	5.326	5.352	5.377	5.402	5.427	5.451	5.476	5.500
75%	2.484	2.497	2.510	2.522	2.534	2.546	2.558	2.570	2.581	2.593	2.604

Fuente: Elaboración Propia.

Los flujos anuales se determinaron a partir de los beneficios y costos correspondientes y se presentan en la

Tabla 4-13, Los indicadores económicos se presentan en la Tabla 4-12.

Tabla 4-12: Indicadores Económicos

Indicador	Valor
VAN Costos Cuantificados	-3.264.400
VAN Beneficios Cuantificados	261.848
Beneficio Neto	-3.002.552
B/C	0,08

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4-13: Flujo Anuales Cuenca Biobío (UF)

ITEMS / AÑO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Manejo de Purines	-110.440	-11.817	-11.817	-11.817	-11.817	-11.817	-11.817	-11.817	-11.817	-11.817	-773
Prog. Buenas Prácticas Lecherías		-17.037	-17.037	-17.037	-17.037	-17.037					
Prog. Conservación Suelos		-1.761	-1.761	-1.761	-1.761	-1.761					
Prog. Buenas Prácticas Agrícolas		-22.726	-22.726	-22.726	-22.726	-22.726					
Costos de Abatimiento Industrial		-275.384	-275.384	-275.384	-538.088	-529.972	-529.972	-529.972	-534.629	-534.629	-533.007
Costos de Monitoreo		-256	-256	-256	-256	-256	-256	-256	-256	-256	-256
Ahorro Costos Ganadería		32.869	32.869	32.869	32.869	32.869	32.869	32.869	32.869	32.869	32.869
Beneficios Agricultura	5.246	5.273	5.300	5.326	5.352	5.377	5.402	5.427	5.451	5.476	5.500
<b>FLUJO NETO. (UF)</b>	<b>-105.195</b>	<b>-290.838</b>	<b>-290.812</b>	<b>-290.785</b>	<b>-553.464</b>	<b>-545.323</b>	<b>-503.774</b>	<b>-503.749</b>	<b>-508.381</b>	<b>-508.357</b>	<b>-495.667</b>

Nota: para escenario de productividad mínima del 50%. Fuente: Elaboración Propia.

Con un horizonte de 10 años utilizando una tasa social de descuento de 8%, se obtiene VAN negativo de 3 millones de UF. Pero es importante destacar que este VAN representa solo los costos y beneficios cuantificados. En el caso de los costos, la mayoría de ellos se encuentran cuantificados, pero en el caso de los beneficios, solo un par se ha cuantificado y valorado.

La Tabla 4-14 presenta un resumen de los beneficios por mejora de calidad de agua en la cuenca del Biobío y el análisis que se realiza de acuerdo a la información disponible.

Tabla 4-14: Beneficios Cuenca Biobío

Receptor/Actividad Impactada	Receptor Impactado	Impacto	Identificado	Cuantificado	Valorizado
Turismo	Paisaje	Disminución de olores molestos	✓		
		Mejora de la estética	✓		
Ganadería	Ganado	Aumento de la Productividad	✓		
		Ahorro de costos	✓	✓	✓
Biodiversidad y valores de no uso	Flora y Fauna	Protección Biodiversidad	✓		
	Ecosistema	Regulación térmica	✓		
		Prevención de desastres	✓		
Agricultura	Cultivos	Aumento de la Productividad	✓	✓	✓
		Aumento calidad	✓		

Fuente: Elaboración propia en base a Centro-EULA (2006)

Si bien se logra identificar una cantidad considerable de beneficios, en la práctica solamente una baja fracción de aquellos se puede llegar a cuantificar y aún más valorar, debido principalmente a la falta de información. Basta con tomar el caso del Río Cruces, en el que la muerte del luchecillo (*Egeria Densa*), lleva a la muerte y migración de los cisnes (*Cygnus melancoripha*), y a múltiples costos (incluidos los del turismo local) que eran difíciles de imaginar antes de ocurrido el suceso.

Por último, se debe recordar que el ACB no debe ser la única variable de decisión, y que los costos y beneficios se deben cuantificar cuando sea posible, pero no se debe permitir que los factores cuantitativos dominen la decisión.

### 4.3 Revisión de AGIES: Cachapoal

La revisión del AGIES de la cuenca del Cachapoal se llevó a cabo en base al estudio realizado por DSS-Ambiente (2005).

La cuenca de Cachapoal se encuentra en la VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins, que a su vez se ubica en la zona central del país a 87 Km al sur de Santiago. La región está compuesta por 3 provincias: Cachapoal, Colchagua y Cardenal Caro; y por 33 comunas. En la Tabla 4-15 se presenta la población desagregada por provincia y comuna.

Tabla 4-15: Comunas y Provincias de la VI Región

Provincia	Comuna	Población	Superficie (km2)
Cachapoal	Rancagua	214.344	260,3
	Codegua	10.796	286,9
	Coínco	6.385	98,2
	Coltauco	16.228	224,7
	Doñihue	16.916	78,2
	Graneros	25.961	112,7
	Las Cabras	20.242	749,2
	Machalí	28.628	2.586
	Malloa	12.872	112,6
	Mostazal	21.866	523,9
	Olivar	12.335	44,6
	Peumo	13.948	153,1
	Pichidegua	17.756	320
	Quinta de Tilcoco	11.380	93,2
	Rengo	50.830	591,5
	Requínoa	22.161	673,3
San Vicente	40.253	475,8	
Cardenal Caro	Pichilemu	12.392	749,1
	La Estrella	4.221	435
	Litueche	5.526	618,8
	Marchihue	6.904	659,9
	Navidad	5.422	300,4
	Paredones	6.695	561,6
Colchagua	San Fernando	63.732	2.441,3
	Chépica	13.857	503,4
	Chimbarongo	32.316	497,9
	Lolol	6.191	596,9
	Nancagua	15.634	111,3
	Palmilla	11.200	237,3
	Peralillo	9.729	282,6
	Placilla	8.078	146,9
	Pumanque	3.442	440,9
	Santa Cruz	32.387	419,5

Fuente: DSS-Ambiente (2005) (Información de INE (2003))

El análisis se realizó a nivel tramos, de acuerdo a las áreas de vigilancia especificadas en el proyecto definitivo de la NSCA para la cuenca del Cachapoal. En la siguiente tabla se muestra la subdivisión de tramos o áreas de vigilancia con sus respectivas longitudes estimadas.

Tabla 4-16: Proyecto Definitivo NSCA Cuenca del Cachapoal

CAUCE	ÁREA DE VIGILANCIA	LÍMITES ÁREA DE VIGILANCIA	COORDENADAS UTM		LARGO APROX. (KM)
			ESTE	NORTE	
Río Cachapoal	CA - 10	Desde	397496	6196004	37.08
		Hasta	363519	6210854	
	CA - 20	Desde	363519	6210854	5.41
		Hasta	359003	6213840	
	CA - 30	Desde	359003	6213840	16.76
		Hasta	342314	6212278	
	CA - 40	Desde	342314	6212278	12.48
		Hasta	330165	6215166	
	CA - 50	Desde	330165	6215166	33.46
		Hasta	302577	6196217	
	CA - 60	Desde	302577	6196217	5.16
		Hasta	304395	6191382	
	CA - 70	Desde	304395	6191382	26.24
		Hasta	281871	6204849	
Río Pangal	PA - 10	Desde	383008	6212039	19.52
		Hasta	363519	6210854	
Río Coya	CO - 10	Desde	376541	6235014	27.49
		Hasta	359003	6213840	
Estero La Cadena	LC - 10	Desde	342130	6224339	15.07
		Hasta	330165	6215166	
Río Claro de Rengo	CL - 10	Desde	357011	6175854	27.72
		Hasta	333863	6191106	
	CL - 20	Desde	333863	6191106	29.46
		Hasta	304395	6191382	
Estero Zamorano	ZA - 10	Desde	319180	6185210	20.17
		Hasta	299570	6189950	
Estero Rigolemu	RI - 10	Desde	340828	6173316	24.7
		Hasta	319192	6185268	
Estero Antivero	AV - 10	Desde	346649	6173735	27.6
		Hasta	319223	6170367	
	AV - 20	Desde	319223	6170367	8.79
		Hasta	319133	6179158	
	AV - 30	Desde	319133	6179158	6.07
		Hasta	319152	6185236	

Fuente: Proyecto Definitivo NSCA Cuenca Cachapoal



### 4.3.1 Caracterización de Actividades

En la Tabla 4-17 se pueden apreciar cuales son las actividades que tienen un mayor aporte al PIB de la VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins.

Tabla 4-17: Actividades con mayor aporte al PIB de la VI Región

Actividad Económica\Año	2003	2004	2005	2006
Agropecuario-silvícola	20%	20%	21%	21%
Minería	10%	12%	11%	10%
Industria Manufacturera	13%	12%	13%	12%
Construcción	10%	11%	10%	10%
Comercio, Restaurantes y Hoteles	13%	13%	13%	13%

Fuente: Banco Central de Chile

La mayor participación en exportación la tiene la minería con la división El Teniente de Codelco (59,9%, según DSS-Ambiente (2005)).

La subcuenca del Cachapoal cubre toda la provincia del mismo nombre, sin considerar la comuna de Mostazal. DSS-Ambiente (2005) realizó un análisis a nivel provincial del uso del recurso hídrico, donde se determinó que la economía de la Provincia del Cachapoal está basada principalmente en la minería y agroindustria.

La actividad agrícola de la región es muy importante, aportando un 14% del total de tierras cultivables a nivel nacional. También son de gran importancia la producción avícola y en los últimos años ha aumentado la porcina. También es relevante mencionar la superficie vitivinícola, para el cual durante el período 2003, existían 16.397 hectáreas destinadas a viñedos, que representaba un 40% del total regional y un 10% del total nacional, cifra que alcanza las 35.500 hectáreas para el año 2007 (Censo Agropecuario, 2007).

La actividad minera, se sustenta principalmente en el mineral de El Teniente, ubicado en la cuenca superior del Río Cachapoal. El Teniente produce 404.738 toneladas métricas de cobre y 5.053 toneladas de Molibdeno (Codelco, 2008).

Es esperable que la demanda por el recurso hídrico aumente durante los próximos años, basándose principalmente en la cantidad de cobre existente para explotación durante los próximos 50 años, y por la creciente demanda que está experimentando el sector agroindustrial en la región (DSS-Ambiente, 2005).

DSS-Ambiente (2005) considera importante incluir dentro del análisis la actividad turística, ya que la calidad del agua podría condicionar la potencial futura oferta turística de la zona. Importante también mencionar que en la confluencia del Río Cachapoal se encuentra el Lago Rapel, centro de gran desarrollo inmobiliario y turístico durante los últimos 20 años, que podría verse afectado por un cambio en la calidad de las aguas que llegan al lago.

## Calidad de Agua en la Cuenca del Cachapoal

DSS-Ambiente (2005) clasificó las concentraciones de contaminantes actual en clases de calidad de acuerdo a la Guía Conama (CONAMA, 2004) y se comparó con un estudio de Hidroambiente y la DGA sobre clases objetivo propuestas para la subcuenca del Río Cachapoal. En la Tabla 4-18 se presenta que parámetros tienen efectivamente un mejoramiento en su calidad, de acuerdo a este análisis.

Tabla 4-18: Mejoramiento de la calidad de las aguas del río Cachapoal y sus afluentes.

Río	Área de Vigilancia	Parámetros con mejoramiento
Río Cachapoal	CA-01	----
	CA-02	Coliformes Totales y Coliformes Fecales
	CA-03	Coliformes Totales y Coliformes Fecales
	CA-04	Coliformes Totales y Coliformes Fecales
	CA-05	Coliformes Totales y Coliformes Fecales
	CA-06	Coliformes Totales y Coliformes Fecales
	CA-07	Coliformes Totales y Coliformes Fecales
Río Pangal	PA-01	---
Río Coya	CO-01	---
Estero La Cadena	LC-01	DBO, Oxígeno Disuelto, Coliformes Totales y Coliformes Fecales
Río Claro de Rengo	CL-01	Coliformes Totales y Coliformes Fecales
	CL-02	Coliformes Totales y Coliformes Fecales
Estero Zamorano	ZA-01	Coliformes Totales y Coliformes Fecales
Estero Rigolemu	RI-01	DBO, Coliformes Totales y Coliformes Fecales
Estero Antivero	AV-01	---
	AV-02	Coliformes Totales y Coliformes Fecales
	AV-03	Coliformes Totales y Coliformes Fecales

Fuente: DSS-Ambiente (2005)

### 4.3.2 Impactos, Costos y Beneficios

Los beneficios identificados en el estudio de DSS-Ambiente (2005) se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 4-19: Beneficios Identificados por mejora en calidad del agua en la cuenca del Cachapoal

Receptor/Actividad Impactada	Receptor Impactado	Impacto
Turismo	Paisaje	Aumento calidad
Biodiversidad y valores de no uso	Flora y Fauna	Protección Biodiversidad
Deportes acuáticos	Paisaje	Mejor olor
		Mejor estética
Agricultura	Cultivos	Aumento calidad
		Aumento de la Productividad

Fuente: DSS-Ambiente (2005)

### Costos

Se incluyen los costos utilizados en el AGIES del Cachapoal que corresponden principalmente a costos asociados al regulador (proceso de dictación norma y programa de monitoreo) y a costos de tratamiento de aguas, tanto RILes como aguas servidas (DSS-Ambiente, 2005).

Los costos asociados al regulador ascienden a un total de 1.430 UF/año, sin embargo no se debiese considerar para el AGIES, se considera costo hundido ya que se incurre en cualquier nivel de norma.

Además se consideran costos de tratamiento de aguas, donde es importante mencionar que el 98% de los costos totales corresponde a costo de tratamiento de materia orgánica. El detalle de costos a nivel de tramos se puede apreciar en la Tabla 4-20.

Tabla 4-20: Detalle Costos de Tratamiento de Agua Cuenca Cachapoal

<b>TRAMO</b>	<b>Costo Tratamiento Materia Orgánica</b>	<b>Costo desinfección</b>
AV-20	51.822	0
AV-30	3.682	0
CA-30	13.890	390
CA-40	10.041	390
CA-50	232.946	3.905
CA-60	130.307	3.124
CA-70	106.153	2.733
CL-20	158.087	3.124
LC-10	203.214	5.467
RI-10	86.630	390
ZA-10	28.226	390
<b>TOTAL</b>	<b>1.024.997</b>	<b>19.914</b>

Fuente: (DSS-Ambiente, 2005)

Es importante mencionar que los costos calculados por DSS-Ambiente (2005) corresponden a tratamiento de aguas para reducir las cargas orgánicas como relacionadas con la contaminación fecal. Para el cálculo de beneficios no se contaba con información acerca de las concentraciones de coliformes fecales ni coliformes totales, y estos fueron calculados con la información disponible que se detallará más adelante. Es por esto que para el caso particular del Cachapoal, los valores calculados para beneficios en el presente estudio y los costos presentados por DSS-Ambiente (2005) no son comparables ya que se evalúan escenarios diferentes de acuerdo a la información disponible en cada caso.

## ***Beneficios***

Los beneficios de la evaluación realizada por DSS-Ambiente (2005) se actualizaron aplicando la metodología propuesta. Se tomó como base la información presentada en dicho estudio, principalmente los beneficios identificados, ya que no se realizó ninguna estimación monetaria de beneficios.

### a) Paso 1 – Identificación de Receptores

En primer lugar, se determinó distribución geográfica de los receptores presentes en la cuenca. La Tabla 4-21 muestra los tramos de la cuenca en que se encuentran los receptores a analizar. Se muestran solamente los tramos para los cuales se contaba con información para proyectar concentraciones de los distintos parámetros.

Tabla 4-21: Distribución Geográfica de receptores en la Cuenca del Cachapoal para los tramos con información disponible según datos de DGA.

Tramo\Actividad	Acuicultura	Agricultura	Deportes Acuáticos	Ganadería	Industria	Pesca Artesanal	Pesca Deportiva	Recreación Informal	Salud Ecosistemas y Biodiversidad
CA-TR-30		✓		✓					✓
CA-TR-40		✓		✓					✓
CA-TR-50		✓		✓					✓
CA-TR-60									
CA-TR-70		✓		✓					✓
CL-TR-10									✓
CO-TR-10									✓

Fuente: Elaboración Propia en base a CADE-IDEPE (2004)

b) Paso 2 – Selección de Receptores Relevantes

Con la ayuda de las preguntas para Análisis Cualitativo (Sección 8.1) y la selección de parámetros relevantes para cada actividad usando la matriz parámetro-receptor (Sección 8.2) se debería llegar a un resultado similar al presentado en la Tabla 4-21, pero que indique la magnitud del impacto en términos cualitativos (impacto bajo, moderado, alto). Para la presente evaluación se consideró que todos los impactos tienen igual importancia por lo que se utilizará aquella presentada en la Tabla 4-21.

c) Paso 3 – Determinación de Calidad de Agua

A continuación se determinó el ICAS para los distintos tramos de la cuenca, proyectando los parámetros para los cuales se contaba con información histórica. En la Tabla 4-22 se puede apreciar la disponibilidad de información y la mejora que se produce (expresada en porcentaje de mejora) de acuerdo a las proyecciones realizadas.

Tabla 4-22: Disponibilidad de Información y mejora de calidad de parámetros para la Cuenca del Cachapoal

Param\Tramo	CA-TR-30	CA-TR-40	CA-TR-50	CA-TR-70	CL-TR-10	CO-TR-10
Aluminio	0	0	0	49%	0	0
Arsénico	-	0	0	0	0	0
Boro	0	0	0	0	0	0
Cadmio	-	0	0	0	0	0
Cloruro	0	0	0	0	0	0
Cromo	0	0	0	0	0	0
Cobre	0	0	0	0	0	0
Hierro	0	0	0	54%	0	0
Manganeso	0	0	0	39%	42%	0
Molibdeno	0	0	0	0	0	0
Níquel	0	0	0	0	0	0
Oxígeno Disuelto	0	0	0	0	0	0
Plomo	60%	0	0	95%	0	0
pH	0	0	0	0	0	0
RAS	-	-	-	-	0	0
Selenio	0	0	0	0	0	0
Sulfato	0	0	0	0	0	0
Zinc	0	0	0	0	0	0

Nota: 0 indica que la norma no tiene ninguna influencia sobre las concentraciones proyectadas.

- indica que no hay información.

Fuente: Concentraciones Históricas proporcionadas por DGA

Es posible apreciar que hay una disminución en solamente algunos parámetros (de los que se tiene información) de las concentraciones de norma con respecto a las proyecciones realizadas.

Se ajustaron tendencias para los parámetros en cuestión, y aquellos a los que no se logró ajustar una tendencia se consideró un promedio o constante si la situación lo ameritaba (Las proyecciones para la línea base y el escenario con norma se presentan en la sección 8.4.1 de los Anexos). En la Tabla 4-23 se puede apreciar el ICAS para la línea base proyectada y para la situación con norma, para el año 2015. Se puede notar que mejora la calidad en algunos tramos.

Tabla 4-23: ICAS para tramos de la Cuenca del Cachapoal

	Línea Base	Situación c/Norma
CA-TR-30	86.6	86.7
CA-TR-40	88.3	-
CA-TR-50	83.3	-
CA-TR-70	82.9	83.7
CL-TR-10	92.2	-
CO-TR-10	68.9	-

Nota: - indica no hay cambio en la situación con norma

Fuente: Elaboración Propia

d) Paso 4 – Determinación del cambio en Productividad

En la presente evaluación se determinó un cambio de productividad solamente para la agricultura. La calidad de agua asociada a las otras actividades se mantiene igual en los escenarios estudiados. Al igual que para el análisis de la cuenca del Biobío, se consideró como unidad productiva la hectárea disponible para realizar la actividad. Se tomó como dato aquel disponible en [www.odepa.gob.cl](http://www.odepa.gob.cl) en donde se menciona que para el período 2006/2007 habían 104.160 hectáreas destinadas a la actividad agrícola.

En la se presenta un resumen de los tramos que tienen agricultura y para los cuales se produce una mejora en la calidad del agua en el caso con norma. EL cambio en productividad se calculo asumiendo que para un ICAS de 25 la productividad del receptor es de un 50% de su capacidad máxima. La norma produce una leve mejora en la productividad en solo dos tramos.

Tabla 4-24: Cambio en productividad al año 2015 Cuenca Cachapoal

Tramo	Línea Base	Situación c/Norma
CA-TR-30	97.52%	97.57%
CA-TR-70	96.63%	96.81%

Fuente: Elaboración Propia

e) Paso 5 – Valorización

La valorización para el cambio de productividad en la agricultura se realizó de manera directa. Se consideró el valor de las exportaciones de la agricultura de la VI Región, este valor es de 29 millones de UF. La producción por tramo se asignó en los tramos que había agricultura de acuerdo al largo, lo cual se puede apreciar en la Tabla 4-25. Con esta información y el cambio de producción anual se calcularon los beneficios anuales para la agricultura. Los resultados se presentan para tres casos de determinación de la productividad mínima asociada a un ICAS de 25: 25, 50 y 75%.

Tabla 4-25: Asignación de Producción por Tramo para Agricultura

TRAMO	LARGO	Hectáreas Asignadas	Valor (millones UF)
CA-TR-30	16,76	39.170	5,5
CA-TR-40	12,49	29.185	4,1
CA-TR-50	33,47	78.208	10,9
CA-TR-70	26,29	61.436	8,6

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4-26: Beneficios en Agricultura Cuenca Cachapoal según escenarios de productividad (UF/año)

Escenarios de Productividad Mínima	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
25%	78.061	78.061	78.061	78.061	78.061	78.061	78.061	78.061	78.061	78.061	78.061
50%	52.041	52.041	52.041	52.041	52.041	52.041	52.041	52.041	52.041	52.041	52.041
75%	26.020	26.020	26.020	26.020	26.020	26.020	26.020	26.020	26.020	26.020	26.020

Fuente: Elaboración Propia.

Los flujo anuales se determinaron a partir de los beneficios y costos correspondientes y se presentan en la

Tabla 4-13. Los indicadores económicos se presentan en la Tabla 4-27.

Tabla 4-27: Indicadores Económicos

Indicador	Valor
VAN Costos Cuantificados	-8.077.267
VAN Beneficios Cuantificados	401.618
Beneficio Neto	-
B/C	-

Nota: - indica que No Aplica

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4-28: Flujo Anuales Cuenca Cachapoal (UF)

ITEMS / AÑO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Costo Proceso Dictación Norma	-341	-341	-341	-341	-341	-341	-341	-341	-341	-341	-341
Costo Programa de Monitoreo	-1.089	-1.089	-1.089	-1.089	-1.089	-1.089	-1.089	-1.089	-1.089	-1.089	-1.089
Costo Desinfección	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141	-21.141
Costo Materia Orgánica	-1.025.053	-1.025.053	-1.025.053	-1.025.053	-1.025.053	-1.025.053	-1.025.053	-1.025.053	-1.025.053	-1.025.053	-1.025.053
Beneficios Agricultura	52.041	52.041	52.041	52.041	52.041	52.041	52.041	52.041	52.041	52.041	52.041
FLUJO NETO. (UF)											

Nota: para escenario de productividad mínima del 50%. Fuente: Elaboración Propia.



Cabe destacar que para la presente evaluación no es posible comparar los beneficios y costos valorizados, por estar calculados con información diferente. Además, en el caso de los costos, la mayoría de ellos se encuentran cuantificados, mientras que en el caso de los beneficios, solo uno se ha cuantificado y valorado.

La Tabla 4-29 presenta un resumen de los beneficios por mejora de calidad de agua en la cuenca del Cachapoal y el análisis que se realiza de acuerdo a la información disponible.

Tabla 4-29: Beneficios Cuenca Cachapoal

Receptor/Actividad Impactada	Receptor Impactado	Impacto	Identificado	Cuantificado	Valorizado
Turismo	Paisaje	Aumento calidad	✓		
Biodiversidad y valores de no uso	Flora y Fauna	Protección Biodiversidad	✓		
Deportes acuáticos	Paisaje	Mejor olor	✓		
		Mejor estética	✓		
Agricultura	Cultivos	Aumento calidad	✓		
		Aumento de la Productividad	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración propia en base a DSS-Ambiente (2005)

Si bien se logra identificar una cantidad considerable de beneficios, en la práctica solamente una baja fracción de aquellos se puede llegar a cuantificar y aún más valorar, debido principalmente a la falta de información.

Es importante mencionar un dato para el caso de la cuenca del Cachapoal. Vemos en la Tabla 4-30, que hay una leve mejoría en la calidad del agua asociada a la salud de ecosistemas y biodiversidad. Ardila et al. (2008) propone un valor de US\$6.3 (dólares de 1996), como disposición a pagar por una mejora genérica en la calidad de agua de ríos en México. Este valor se podría transferir, pero nos encontramos con algunos problemas, como que el precio que está dispuesto a pagar una familia en México pueda estar lejano a la realidad chilena. Además, el valor no menciona que tipo de mejora se produce, simplemente se paga por una mejora genérica en la calidad de agua.

Tabla 4-30: Productividad al año 2015 asociado a Salud de Ecosistemas y Biodiversidad para Cuenca del Cachapoal

Tramo	Línea Base	Situación c/Norma
CA-TR-30	97.66%	97.69%
CA-TR-70	94.00%	94.65%

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.4 Revisión de AGIES: Loa

La revisión del AGIES de la cuenca del Loa se llevó a cabo en base al estudio realizado por ECONAT Consultores (2005).

La cuenca del Loa se encuentra en la II Región de Antofagasta. La región está compuesta por 3 provincias: Antofagasta, El Loa y Tocopilla; y por 9 comunas. En la Tabla 4-31 se presenta la población desagregada por comuna, considerando solamente aquellas localizadas en la cuenca del Loa.

Tabla 4-31: Comunas de la Cuenca del Loa

<b>Comuna</b>	<b>Población</b>	<b>Superficie (km<sup>2</sup>)</b>
Calama	138.402	15.597
María Elena	7.530	12.197
Tocopilla	23.986	4.039

Fuente: INE (2002)

El análisis se realizó a nivel tramos, de acuerdo a las áreas de vigilancia especificadas en el proyecto definitivo de la NSCA para la cuenca del Loa. En la siguiente tabla se muestra la subdivisión de tramos o áreas de vigilancia con sus respectivas longitudes estimadas.

Tabla 4-32: Áreas de Vigilancia según Proyecto Definitivo de NSCA Cuenca del Loa

CAUCE	ÁREA DE VIGILANCIA	LÍMITES ÁREA DE VIGILANCIA	COORDENADAS UTM		LARGO APROX. (KM)
			ESTE	NORTE	
Río Loa	LO-10	De	7664950	539900	59.32
		Hasta	7605819	535188	
	LO-20	De	7605819	535188	79.42
		Hasta	7526403	535662	
	LO-30	De	7526403	535662	24.66
		Hasta	7517608	512623	
	LO-40	De	7517608	512623	67.25
		Hasta	7523340	445621	
Río Loa	LO-50	De	7523340	445621	110.99
		Hasta	7631580	421082	
	LO-60	De	7631580	421082	30.52
		Hasta	7630174	390597	
Río Toconce	TO-10	De	7548523	607413	28.78
		Hasta	7536387	581313	
Río Salado	SA-10	De	7529568	598311	62.73
		Hasta	7526403	535662	
Río San Salvador	SS-10	De	7519683	506407	10.99
		Hasta	7513909	497054	
	SS-20	De	7513909	497054	52.29
		Hasta	7523340	445621	
Río San Pedro de Inacaliri	SP-10	De	7570696	565792	25.08
		Hasta	7569272	540754	

Fuente: Proyecto Definitivo de NSCA Cuenca del Loa

#### 4.4.1 Caracterización de Actividades

La cuenca del Loa ocupa las comunas de Calama, María Elena y Tocopilla. La comuna de Tocopilla solo abarca parte de la cuenca, un tramo final que limita con la Primera Región. No existen asentamientos humanos ni actividad económica importante en esta zona, por lo que para el análisis se considerará solamente las comunas de Calama y María Elena (ECONAT Consultores, 2005).

La II Región de Antofagasta es la segunda a nivel nacional, después de la Región Metropolitana en inversiones extranjeras. La actividad económica de mayor importancia para la región es la minería, con un aporte al PIB regional alrededor de 60% (Banco Central de Chile). Los otros sectores relevantes a la economía como lo son el transporte y la construcción también tienen relación directa con el desarrollo de la minería.

Aunque la estrategia regional es de carácter integral, tiene como foco principal la actividad minera, y apunta a potenciarla. Reconoce que existen ventajas históricas y tradición en la zona, pero hace destaca la relevancia llevar a cabo la actividad minera de manera sustentable, protegiendo los pueblos nativos y el medio ambiente. De hecho existen proyectos y planes que intentan mejorar el manejo del recurso hídrico y apoyar las actividades silvoagropecuarias (más allá de su aporte económico, sino como fuente de sustento de las comunidades, principalmente las indígenas), tanto desde el gobierno regional, como desde la industria minera.

En la región, las condiciones no son las mejores para la agricultura. Al realizar un análisis simplemente económico, no es viable respaldar el desarrollo de la agricultura. Pero es importante considerar que para el caso de la cuenca del Loa, existen más variables a considerar que simplemente las económicas, como lo son la étnica, territorial, de ocupación del territorio y de mantención de comunidades indígenas.

La comuna de Calama tiene una superficie de 15.597 km<sup>2</sup>, una población de 138.402 habitantes (Censo Poblacional INE, 2002). La actividad minera se concentra principalmente en la división CODELCO Norte, con la explotación de las minas Chuquicamata y Radomiro Tomic. Esta división genera empleo directo para 8.210 trabajadores (2004), además de una generación indirecta de empleo a distintas empresas.

La actividad agropecuaria se desarrolla en el oasis de Calama y en las comunidades indígenas de Chiu Chiu, Lasana, Aiquina y Caspana, entre otras. La Tabla 4-33 presenta el uso del suelo agropecuario existente en la comuna de Calama al año 1997.

Tabla 4-33: Uso del Suelo Agropecuario Comuna de Calama

TIPOS DE SUELO	Hectáreas
<b>TOTAL EXPLOTACIONES</b>	
Número de predios	774
Superficie	6.631,9
<b>SUELOS DE CULTIVO</b>	<b>2.300,5</b>
Cultivos anuales y permanentes	447,9
Praderas sembradas permanentes. y de rotación	608,3
En barbecho y descanso	1.244,3
<b>OTROS SUELOS</b>	<b>4.331,4</b>
Praderas mejoradas	84,1
Praderas naturales	2.951,3
Plantaciones forestales	40,8
Bosques naturales y montes	0,5
De uso indirecto	38,8
Estériles (áridos, pedreg. y arenales)	1.215,9

Fuente: (ECONAT Consultores, 2005) (Información de VI Censo Nacional Agropecuario - Año 1997).

ECONAT-Consultores (2005) menciona la existencia de 127 hectáreas de uso agropecuario para la comuna de María Elena, siendo esto un signo de la escasez de agua y suelos para la producción. La actividad agropecuaria se desarrolla prácticamente en la comuna de Quillagua, pero como se aprecia en la Tabla 4-34, ésta ha perdido importancia debido principalmente a la disminución que ha tenido la población en la zona.

Tabla 4-34: Evolución Población Localidad de Quillagua

Año	Número de Habitantes
1960	445
1970	625
1982	203
1992	190
2002	102

Fuente: (ECONAT-Consultores, 2005)

(Elaborado en base a Bustos (2001) y a Censos Poblacional INE 2002)

### *Calidad de Agua en la Cuenca del Loa*

La calidad del río es de regular a mala, producto de las elevadísimas concentraciones de Boro y Arsénico que, si bien se deben en parte a factores naturales, la minería se ha encargado de acentuar en las últimas décadas.

Existe una alta correlación entre la calidad de agua superficial y las aguas subterráneas. Existen metales pesados en forma natural y por la presencia de la minería, los más críticos son boro y arsénico. La DGA (2004) menciona que además del boro y arsénico, hay presencia de conductividad eléctrica, cobre, molibdeno y aluminio en todos los tramos de la cuenca. Además, una serie de parámetros presentan una calidad peor que la clase 3 por lo menos en uno de los tramos de la cuenca.

El anteproyecto de Norma de la Cuenca del Loa tiene la estrategia de mantener la calidad actual de agua y no un mejoramiento de ésta.

#### **4.4.2 Impactos, Costos y Beneficios**

Los beneficios identificados en el estudio de ECONAT Consultores (2005) se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 4-35: Beneficios Identificados por mejora en calidad del agua en la cuenca del Loa

Receptor/Actividad Impactada	Receptor Impactado	Impacto
Turismo	Paisaje	Mejor olor
		Mejor estética
	Comunidades indígenas	Mantención en las zonas existentes
Ganadería	Ganado	Aumento de la Productividad
		Disminución de los costos
Agricultura	Cultivos	Aumento de la Productividad

Fuente: ECONAT Consultores (2005)

Si bien en el estudio realizado por ECONAT Consultores (2005) se identifican potenciales impactos y se cuantifica un potencial impacto en el rendimiento de la agricultura (mediante una función dosis-respuesta entre salinidad de los suelos y rendimiento de las tierras), no se valorizan costos ni beneficios.

### ***Costos***

No se valorizan costos en el AGIES realizado por ECONAT-Consultores (2005).

### ***Beneficios***

No se valorizan beneficios en el AGIES realizado por ECONAT-Consultores (2005). En la presente aplicación de la guía metodológica, se actualizan los beneficios por la aplicación de la norma en la cuenca del Loa.

#### a) Paso 1 – Identificación de Receptores

En primer lugar, se determinó distribución geográfica de los receptores presentes en la cuenca. La Tabla 4-36 muestra los tramos de la cuenca en que se encuentran los receptores a analizar. Se muestran solamente los tramos para los cuales se contaba con información para proyectar concentraciones de los distintos parámetros. ECONAT Consultores (2005) hace mención a la existencia de Pesca y Acuicultura, pero no indica la ubicación geográfica de la actividad ni la magnitud en la que ésta se realiza. La industria principal está relacionada con la minería, la cual no fue analizada en mayor profundidad sabiendo que el anteproyecto de norma busca mantener la calidad de agua y la estrategia de desarrollo regional intenta potenciar la actividad minera. No se deberían presentar beneficios para la industria minera, más bien costos de tratamiento de aguas.

Tabla 4-36: Distribución Geográfica de receptores en la Cuenca del Loa

Tramo\Actividad	Acuicultura	Agricultura	Deportes Acuáticos	Ganadería	Industria	Pesca Artesanal	Pesca Deportiva	Recreación Informal	Salud de Ecosistemas y Biodiversidad
LO-TR-10		✓		✓					
LO-TR-20		✓		✓					
LO-TR-30		✓		✓					
LO-TR-40									
LO-TR-50									
LO-TR-60									
SA-TR-10		✓		✓					
SP-TR-10		✓		✓					
SS-TR-10		✓		✓					
SS-TR-20									
TO-TR-10		✓		✓					

Fuente: Elaboración Propia en base a ECONAT Consultores (2005)

#### b) Paso 2 – Selección de Receptores Relevantes

Con la ayuda de las preguntas para Análisis Cualitativo (Sección 8.1) y la selección de parámetros relevantes para cada actividad usando la matriz parámetro-receptor (Sección 8.2) se debería llegar a un resultado similar al presentado en la Tabla 4-36, pero que indique la magnitud del impacto en términos cualitativos (impacto bajo, moderado, alto). Para la presente evaluación se consideró que todos los impactos tienen igual importancia por lo que se utilizará aquella presentada en la Tabla 4-36.

#### c) Paso 3 – Determinación de Calidad de Agua

A continuación se determinó el ICAS para los distintos tramos de la cuenca, proyectando los parámetros para los cuales se contaba con información histórica, base de datos con información de mediciones de la DGA.

Tabla 4-37: Disponibilidad de Información para la Cuenca del Loa

Param\Tramo	LO-TR-10	LO-TR-30	LO-TR-40	LO-TR-50	LO-TR-60	SA-TR-10	SP-TR-10	SS-TR-20	TO-TR-10
Al	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
As	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
B	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cd	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cl	✓								✓
Conduct. Eléct.	✓								
Cr	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cu	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DQO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Fe	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hg	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mn	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ni	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Oxígeno Disuelto	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pb	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
pH	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
RAS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Se	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sulfato						✓	✓		✓
Zn	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓

Fuente: Concentraciones Históricas proporcionadas por DGA

Se ajustaron curvas para los parámetros en cuestión, y aquellos a los que no se logró ajustar una tendencia se consideró un promedio o constante si la situación lo ameritaba (Proyecciones se encuentran en la sección 8.4.2 de Anexos). En la Tabla 4-23 se puede apreciar el ICAS para la línea base proyectada y para la situación con norma, para el año 2015. Se puede notar que mejora la calidad en algunos tramos.



Tabla 4-38: ICAS para tramos de la Cuenca del Cachapoal

Tramo	Línea Base	Situación c/Norma
LO-TR-10	89.0	89.2
LO-TR-20	70.3	-
LO-TR-30	71.9	79.8
LO-TR-40	80.6	81.1
LO-TR-50	68.2	79.0
LO-TR-60	67.1	74.3
SA-TR-10	64.6	72.5
SP-TR-10	83.9	88.7
SS-TR-10	71.4	-
SS-TR-20	76.2	76.7
TO-TR-10	72.8	84.9

Nota: - indica no hay cambio en la situación con norma

Fuente: Elaboración Propia

Se puede apreciar una mejora en casi todos los tramos de la cuenca. La norma busca mantener la calidad de agua, es posible que la información disponible no permita caracterizar completamente la calidad del agua de los tramos de la cuenca del Loa.

#### d) Paso 4 – Determinación del cambio en Productividad

En la presente evaluación se determinó un cambio de productividad solamente para la agricultura, la calidad de agua asociada a las otras actividades se mantiene igual en los escenarios estudiados. Al igual que para el análisis de la cuenca del Biobío, se consideró como unidad productiva la hectárea disponible para realizar la actividad. En términos prácticos, al mejorar la calidad del agua podría mejorar la calidad del suelo, y por lo mismo podría aumentar la cantidad de hectáreas disponibles o también el rendimiento de las hectáreas existentes. Se tomó como dato aquel disponible en ECONAT Consultores (2005) en donde se menciona la existencia de 1.098 hectáreas destinadas a la actividad agrícola, aquellas pertenecientes a la comuna de Calama.

En la Tabla 4-39 se presenta un resumen de los tramos que tienen agricultura y para los cuales se produce una mejora en la calidad del agua en el caso con norma. EL cambio en productividad se calculo asumiendo que para un ICAS de 25 la productividad del receptor es de un 50% de su capacidad máxima. La norma produce una leve mejora en la productividad en solo dos tramos.

Tabla 4-39: Cambio en productividad al año 2015 Cuenca del Loa

Tramo	Línea Base	Situación c/Norma
LO-TR-30	86%	93%
SA-TR-10	80%	87%
SP-TR-10	95%	99%
TO-TR-10	86%	96%

Fuente: Elaboración Propia

## e) Paso 5 – Valorización

La valorización para el cambio de productividad en la agricultura se realizó de manera directa. Se consideró el valor de las ventas de la agricultura presentadas por ECONAT Consultores (2005), este valor es de 143 mil UF al año. Con esta información y el cambio de producción anual se calcularon los beneficios anuales para la agricultura. Los resultados se presentan para tres casos de determinación de la productividad mínima asociada a un ICAS de 25: 25, 50 y 75%.

Tabla 4-40: Beneficios en Agricultura Cuenca de Loa según escenarios de productividad (UF/año)

Escenarios de Productividad Mínima	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0.25	7,662	7,797	7,929	8,057	8,183	8,474	8,868	10,549	10,987	11,244	11,394
0.5	4,836	4,921	5,004	5,084	5,163	5,345	5,591	6,678	6,952	7,113	7,206
0.75	2,297	2,337	2,376	2,414	2,451	2,537	2,653	3,181	3,310	3,385	3,430

Fuente: Elaboración Propia.

Los flujo anuales se presentan en la Tabla 4-41. Los indicadores económicos se presentan en la Tabla 4-42.

Tabla 4-41: Indicadores Económicos Cuenca del Loa

Indicador	Valor (UF)
VAN Costos Cuantificados	-
VAN Beneficios Cuantificados	43.222
Beneficio Neto	-
B/C	-

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4-42: Flujo Anuales Cuenca del Loa (UF)

ITEMS / AÑO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Costos</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beneficios Agricultura	4.836	4.921	5.004	5.084	5.163	5.345	5.591	6.678	6.952	7.113	7.206
FLUJO NETO. (UF)	4.836	4.921	5.004	5.084	5.163	5.345	5.591	6.678	6.952	7.113	7.206
VAN	43.222										

Nota: para escenario de productividad mínima del 50%. Fuente: Elaboración Propia.

Con un horizonte de 10 años utilizando una tasa social de descuento de 8%, se obtiene VAN cercano a 43 mil UF, considerando solamente los beneficios por agricultura. Es importante destacar que este VAN representa solo los beneficios que se pudieron cuantificar.

La Tabla 4-43 presenta un resumen de los beneficios por mejora de calidad de agua en la cuenca del Cachapoal y el análisis que se realiza de acuerdo a la información disponible.

Tabla 4-43: Beneficios Cuenca del Loa

Receptor/Actividad Impactada	Receptor Impactado	Impacto	Identificado	Cuantificado	Valorizado
Turismo	Paisaje	Mejor olor	✓		
		Mejor estética	✓		
	Comunidades indígenas	Mantención en las zonas existentes	✓		
Ganadería	Ganado	Aumento de la Productividad	✓		
		Disminución de los costos	✓		
Agricultura	Cultivos	Aumento de la Productividad	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración propia en base a ECONAT Consultores (2005)

Si bien se logra identificar una cantidad considerable de beneficios, en la práctica solamente uno de ellos se puede llegar a cuantificar y más aún valorar, debido principalmente a la falta de información.

Es importante destacar que la situación de la cuenca del Loa es bien particular. Hay una inexistencia de suelos cultivables en la mayoría de la cuenca, y lo que hay está destinado principalmente a subsistencia. El Plan de Desarrollo Regional tiene además como foco principal el desarrollo de la actividad minera, que tiene un importante aporte al PIB de la región y al PIB minero a nivel nacional. Se debe recordar que el ACB no debe ser la única variable de decisión, y que los costos y beneficios se deben cuantificar cuando sea posible, pero no se debe permitir que los factores cuantitativos dominen la decisión. En este caso particular la decisión de realizar la norma no puede ir por la vía económica, ya que de ser así no se llevaría a cabo principalmente por el aporte en términos monetarios que tiene la actividad silvoagropecuaria de la región en comparación la minería.

## 5. Glosario

NSCA	Norma Secundario de Calidad Ambiental
ACB	Análisis de Costo Beneficio
ACE	Análisis de Costo Efectividad
ICAS	Índice de Calidad de Agua Superficial
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente

## 6. Conclusiones y Recomendaciones

El estudio realizado, permitió detectar diversas falencias que dificultan en gran medida la realización de AGIES acabados en la actualidad. Si bien muchas de estas debilidades coinciden con la realidad internacional, es importante comenzar a abordar esta situación con una perspectiva a largo plazo. La experiencia de la UE, habla de plazos de 15 años sólo para elaborar una metodología y tener las herramientas necesarias (bases de datos de valores, concentraciones históricas, índices de calidad de agua desarrollados y adaptados por zona, etc.), para empezar a realizar ACB completos.

Se propone comenzar por la elaboración de una planificación similar a la que se está llevando a cabo en Europa, adaptada a la realidad chilena, considerando al menos los siguientes aspectos:

- **Base de datos de concentraciones históricas:** Con ayuda de la DGA, se debe recolectar esta información, para todos los parámetros, dividido por tramos, para todas las cuencas y procurando conservar la misma nomenclatura de la Guía CONAMA (CONAMA, 2004).
- **Base de datos con valores de referencia:** Para las actividades que no tienen un mercado asociado directo o este mercado dice poco de su valor real (esquemas 2 y 3, Tabla 3-10), se debe construir en base a estudios completos una base de datos con valores tipo, que permitan cuantificar el impacto en estas actividades asociado al cambio en la calidad del agua. Para seguir normando el resto de las cuencas de Chile, recomendamos pedir a los realizadores de cada AGIES, que realicen algunos de estos estudios de valorización, para añadirlos a la base de datos. Además de esto, se puede encargar a universidades y centros de estudios la realización de investigaciones en torno a este tema.
- **Estudios de indicadores de calidad del agua:** Es fundamental, indicadores de calidad del agua y su impacto sobre las distintas actividades, adaptados por zona geográfica. Estos estudios deben permitir la construcción de una Guía CONAMA actualizada.
- **Periodo de evaluación:** Si bien, actualmente se debe considerar un periodo de evaluación de 10 años, los antecedentes internacionales indican que los beneficios ambientales se deben considerar al menos a 40 años.
- **Metodología a utilizar:** Es recomendable que los AGIES que se realicen a futuro, se apoyen todos en un mismo proceso metodológico, que debe ir afinándose con la realización de los mismos. Primero, para que los resultados sean comparables entre distintos AGIES. Segundo, para que futuros AGIES puedan apoyarse en éstos.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos y la metodología propuesta, se puede dimensionar la gran complejidad y magnitud de lo que implica hoy realizar un AGIES completo en torno al tema de aguas en Chile, especialmente considerando que aún a nivel mundial este proceso todavía está en etapas de desarrollo. Por esto, es importante que la autoridad destine los recursos necesarios y asigne plazos acordes con los requerimientos de este proceso, que si se aplica bien traerá muchos beneficios a nuestro País.

## 7. Referencias

- Andersen, L.E., 1997. A Cost-Benefit Analysis of Deforestation in the Brazilian Amazon. IPEA, p. 42.
- Ardila, S., Quiroga, R., Vaughan, W.J., 1998. A Review of the Use of Contingent Valuation Methods in Project Analysis at the Inter-American Development Bank, National Science Foundation Workshop on Alternatives to Traditional Contingent Valuation Methods in Environmental Valuation, Vanderbilt University, Nashville Tennessee, on October 15-16, 1998.
- Arrow, K.J., Cropper, M.L., Eads, G.C., Hahn, R.W., Lave, L.B., Noll, R.G., Portney, P.R., Russell, M., Schmalensee, R., Smith, V.K., Stavins, R.N., 1996. Is there a role for benefit-cost analysis in environmental, health, and safety regulation? *Science* 272, 221-222.
- Atkinson, S., Crocker, T., Shogren, J., 1992. Bayesian Exchangeability, Benefit Transfer, and Research Efficiency. *Water Resources Research* 28, 715-722.
- Azqueta, D., 1994. Valoración Económica de la Calidad Ambiental.
- Bergstrom, J.C., Boyle, K.J., 1992. GROUNDWATER VALUATION: DOUGHERTY COUNTY, GEORGIA. Benefits Transfer: Procedures, Problems, And Research Needs, 20.
- Boyle, K., Bergstrom, J., 1992. Benefit Transfer Studies: Myths, Pragmatism, and Idealism. *Water Resources Research* 28, 657-663.
- Brookshire, D., Neil, H., 1992. Benefit Transfers: Conceptual and Empirical Issues. *Water Resources Research* 28, 651-655.
- Brouwer, R., Bronda, R., 2005. The costs and benefits of a revised European Bathing Water Directive in The Netherlands, in: Pearce, R.B.a.D. (Ed.), *Cost–Benefit Analysis and Water Resources Management*, pp. 278-296.
- Brouwer, R., Kind, J.M., 2005. Cost–benefit analysis and flood control policy in The Netherlands, *Cost–Benefit Analysis and Water Resources Management*, pp. 120-150.
- Brouwer, R., Pearce, D. (Eds.), 2005. *Cost–Benefit Analysis and Water Resources Management*.
- CADE-IDEPE, 2003. Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad.
- Centro EULA-Chile, U.d.C., 2006. Análisis General de Impacto Económico de la Norma Secundaria de Calidad de Aguas del río Bio Bio en el sector Silvoagropecuario.
- Cerda, C., 2006. Valuing biological diversity in Navarino Island, Cape Horn Archipelago, Chile – a choice experiment approach. *Georg-August-University of Göttingen*, p. 199.
- Cerda, R., Farias Ellies, F., Korc, M.E., 2000. El Proceso de Fijación y Revisión de Normas de Calidad del Aire.

CHEGRANI, P., 2005. EVALUER LES BENEFICES ENVIRONNEMENTAUX SUR LES MASSES D'EAU, in: ENVIRONNEMENTALE, D.D.E.E.D.L.E. (Ed.), p. 168.

Cherry, T.L., Shogren, J.F., Frykblom, P., List, J.A., 2001. Valuing wildlife at risk from exotic invaders in Yellowstone Lake, *The Handbook of Contingent Valuation*, pp. 307-323.

CONAMA, 2004. GUIA CONAMA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LAS NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES Y MARINAS.

DEFRA, 2007. Draft partial regulatory impact assessment of environmental quality standards for implementation of the Water Framework Directive in the UK.

Desvousges, W.H., Dunford, R.W., Mathews, K.E., 1992. NATURAL RESOURCE DAMAGES VALUATION: ARTHUR KILL OIL SPILL. 14.

Desvousges, W.H., Smith, V.K., 1983. *Benefit-Cost Assessment Handbook for Water Programs*, Washington, DC.

DSS-AMBIENTE, 2005. Estudio para el Análisis General de Impacto Económico y Social de la Norma Secundaria de Calidad para la Protección de las Aguas del Cachapoal.

ECONAT-Consultores, 2005. Apoyo Profesional para el Análisis General de Impacto Económico y Social de la Norma Secundaria de Calidad para la Protección de las Aguas del Río Loa.

Edwards, P.J., Abivardi, C., 1998. THE VALUE OF BIODIVERSITY: WHERE ECOLOGY AND ECONOMY BLEND. *Biological Conservation* 83, 239-246.

Eijgenraam, C.J.J., Koopmans, C.C., Tang, P.J.G., Vester, A.C.P., 2000. Evaluation of Infrastructural Projects; Guide for Cost-Benefit Analysis. Section I: Main Report. Research Programme on the economic Effects of Infrastructure. CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis and Netherlands Economic Institute, The Hague.

EPA, 2000. Guidelines for Preparing Economic Analyses.

EPA, U.S., 1976. Quality criteria for water (The Red Book). U.S. Environmental Protection Agency, Washington.

Espinosa, C., Arqueros, M., 2000. El Valor de la Biodiversidad en Chile. *Terram*, 85.

Farrow, Toman, Using-Benefit-Cost Analysis to Improve Environmental Regulation.

Fernández, P., 2008. Investigan cómo afecta la calidad del agua en la producción lechera. UNL.

Fisher, A., 1991. Using Benefit-Cost Analysis for Better Environmental Policies. *A&WMA Critical Review*.

Freeman, A.M., 2003. *The measurement of environmental and resource values : theory and methods*, 2nd ed. Resources for the Future, Washington, DC.

Garrod, G., Willis, K.G., 1999. *Economic valuation of the environment : methods and case studies*. Edward Elgar, Cheltenham, UK ; Northampton, MA.



Georgiou, S., Bateman, I.J., Langford, I.H., Cost–benefit analysis of improved bathing water quality in the United Kingdom as a result of a revision of the European Bathing Water Directive, in: Pearce, R.B.a.D. (Ed.), Cost–Benefit Analysis and Water Resources Management, pp. 297-316.

Gibbons, D.C., 1986. The Economic Value of Water.

Gómez, B.A., Saldaña, F.P., Martínez, G.A., Gaitán, N.J.F., Athala, M.J., Tejada, B.A.L.d., Gutiérrez, L.E., Sandoval, V.A., Ruíz, L.A., Salcedo, S.E., VALUACIÓN ECONÓMICA DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES.

Griffin, R.C., 2006. Water Resource Economics.

Habit, E., Parra, O., Valdovinos, C., 2004. ICTIOFAUNA DE UN SISTEMA FLUVIAL RECEPTOR DE AGUAS SERVIDAS: RESPUESTAS A UNA NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO (RIO QUILQUE, CHILE CENTRAL).

Hanley, N., Colombo, S., Tinch, D., Black, A., Aftab, A., 2006. Estimating the benefits of water quality improvements under the Water Framework Directive: are benefits transferable? Eur Rev Agric Econ 33, 391-413.

Hernández, S., 2000. Proyecto Valoración Económica Regional y Local de los Bosques de Cachalú, Santuario de Fauna y Flora y las Minas del Municipio del Encino (Santander). Instituto Alexander Von Humboldt.

HoldingB.V., L.W.t.a.p., 2008. Calidad del agua para irrigación. Lenntech.

Jones, C.A., RECREATIONAL FISHING VALUATION: APPLICATION OF THE TYPE A MODEL. 16.

Jürgen Meyerhoff, A.D., 2007. The European Water Framework Directive and economic valuation of wetlands: the restoration of floodplains along the River Elbe. European Environment 17, 18-36.

Kalof, L., Satterfield, T., 2005. The Earthscan reader in environmental values. Earthscan, London ; Sterling, VA.

Kontogianni, A., Skourtos, M., Zanou, B., Langford, I.H., 2005. The costs and benefits of implementing the European Urban Waste Water Directive in Greece, in: Pearce, R.B.a.D. (Ed.), Cost–Benefit Analysis and Water Resources Management, pp. 176-194.

Kopp, R.J., Krupnick, A.J., Toman, M., 1997. Cost-Benefit Analysis and Regulatory Reform: An Assessment of the Science and the Art. Resources for the Future.

Kumar, P., Tarui, N., 2004. Identifying the Contribution of Indigenous Knowledge in Bioprospecting for Effective Conservation Strategy.

Loomis, J., 1992. The Evolution of a More Rigorous Approach to Benefit Transfer: Benefit Function Transfer. Water Resources Research 28, 701-705.

Morgenstern, R.D., 1997. Economic analyses at EPA : assessing regulatory impact. Resources for the Future, Washington, DC.

Navarro, R., 2007. Acción de Apoyo Análisis de Impacto Económico y Social de Anteproyectos de Normas Secundarias de Calidad. Centro EULA-Chile Universidad de Concepción, Concepción, p. 61.

Nocker, L.D., Broekx, S., Liekens, I., Görlach, B., Jantzen, J., Campling, P., 2007. Costs and Benefits associated with the implementation of the Water Framework Directive, with a special focus on agriculture: Final Report.

Nunes, P.A.L.D., Bergh, J.C.J.M.v.d., 2001. Economic valuation of biodiversity: sense or nonsense? *Ecological Economics* 39, 201-222.

Pearce, D.W., Moran, D., IUCN Biodiversity Programme., 1994. The economic value of biodiversity. Earthscan, London.

Pimentel, D., Wilson, C., McCullum, C., Huang, R., Dwen, P., Flack, J., Tran, Q., Saltman, T., Cliff, B., 1997. Economic and Environmental Benefits of Biodiversity. *BioScience*.

Portney, P.R., Stavins, R.N., 2000. Public policies for environmental protection, 2nd ed. Resources for the Future, Washington, DC.

Ratti, J.E., 2008. Calidad de Agua para Bovinos. *Revista Conciencia Rural*.

REAVES, D.W., KRAMER, R.A., HOLMES, T.P., 1999. Does Question Format Matter? Valuing an Endangered Species. *Environmental and Resource Economics* 14, 365-383.

Rees, W.E., 1991. Economics, Ecology, and the Limits of Conventional Analysis.

Rietbergen-McCracken, Hussein, J.A. (Eds.), 2000. Environmental valuation : a worldwide compendium of case studies. UNEP : Earthscan, London.

Rinaudo, J.-D., Loubier, S., Cost-benefit analysis of large-scale groundwater remediation in France, in: Pearce, R.B.a.D. (Ed.), *Cost-Benefit Analysis and Water Resources Management*, pp. 317-341.

Sernapesca, 2007. Cifras Preliminares de Desembarque, Cosechas y Agentes Pesqueros y de Acuicultura. Servicio Nacional de Pesca, Gobierno de Chile.

Smith, K., 1992. On Separating Defensible Benefit Transfers From "Smoke and Mirrors". *Water Resources Research* 28, 685-694.

Sowerby, S., Grieve, S., 2003. Guidance Assessment of Benefits for Water Quality and Water Resources Schemes in the PR04 Environment Programme Part Two Rivers and Groundwaters. Robin Gaulton, Tim Webb, p. 167.

Sylviane, R., 2000. DIRECTIVA 2000/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO.

Turpie, J.K., 2003. The existence value of biodiversity in South Africa: how interest, experience, knowledge, income and perceived level of threat influence local willingness to pay. *Ecological Economics* 46, 199-216.

Turpie, J.K., Heydenrych, B.J., Lamberth, S.J., 2003. Economic value of terrestrial and marine biodiversity in the Cape Floristic Region: implications for defining effective and socially optimal conservation strategies. *Biological Conservation* 112, 233–251.

U.S. Environmental Protection Agency, E.S.B.O.o.P.A.O.o.P., Planning and Evaluation, 1987. EPA's Use of Benefit-cost Analysis 1981-1986.

Walsh, Loomis, Gillman, 1984. Valuing Option, Existence and Bequest demands for Wilderness. *Land Economics* 60, 14-29.

Walsh, R., Johnson, D., McKean, J., 1992. Benefit Transfer of Outdoor Recreation Demand Studies. *Water Resources Research* 28, 707-713.

Ward, F.A., Michelsen, A., 2002. The economic value of water in agriculture: concepts and policy applications. *Water Policy* 4, 24.

WATECO, W.G.-. 2003. COMMON IMPLEMENTATION STRATEGY FOR THE WATER FRAMEWORK DIRECTIVE (2000/60/EC).

Yarrow, M.M., Tironi, A., Ramírez, A., Marín, V.H., 2008 An Applied Assessment Model to Evaluate the Socioeconomic Impact of Water Quality Regulations in Chile. *Water Resources Management*.

## **8. Anexos**

### **8.1 Análisis y Valorización de Beneficios por Actividad Impactada**

#### **8.1.1 Acuicultura y pesca comercial**

Acuicultura y pesca comercial se refiere a las actividades relacionadas con producción y captura de peces o mariscos con finalidad económica. En la realidad chilena, la pesca comercial se realiza principalmente en el mar, mientras que la acuicultura se lleva a cabo en lagos y ríos.

#### *Análisis Cualitativo*

Para decidir si hay alguna posibilidad de que existan impactos significativos se plantean las siguientes preguntas:

- ¿Hay pesca comercial o acuicultura funcionando o podría haber como resultado de mejoras en la calidad del agua?
- ¿Incrementos en el nivel de oxígeno disuelto permitirían aumentar la capacidad de carga? (número de peces)
- ¿Existen otras limitaciones (nivel de agua, estructuras, forma, etc.) que impidan el desarrollo de la actividad a pesar de mejoras en la calidad del agua?
- ¿Han habido incidentes de mortalidad de peces?

Si se responde si a la primera o segunda pregunta, se procede a realizar una descripción cualitativa explicitando los tipos y tamaños de pesqueras comerciales y tipos de equipos de aireación para el primer caso, y una descripción del nivel de oxígeno disuelto para el segundo.

Antes de comenzar con el análisis cuantitativo, es importante cuestionarse si es que existe alguna posibilidad de que los cambios en la calidad del agua serán lo suficientemente importantes como para causar alguna variación significativa en los niveles de oxígeno disuelto en el río y/o estanques.

#### *Análisis Cuantitativo*

El esquema que se utiliza en la actualidad para realizar un análisis cuantitativo es el 1. Para conocer la cantidad de pesqueras que serán afectadas con la norma bastaría con contactar al Servicio Nacional de Pesca o a la Subsecretaría de Pesca. Se debería poder obtener información acerca del tipo y tamaño de pesqueras comerciales, los volúmenes que manejan y si es que están sujetos a algún tipo de licencia. Es importante obtener información acerca del tamaño de la pesquera. Utilizando lo anterior es posible obtener un valor relativamente exacto de la población impactada por la NSCA.

## ***Valorización***

Las mejoras en la calidad del agua por efectos en la aplicación de la NSCA, puede traer los siguientes beneficios para la acuicultura y pesca comercial:

- Disminución de los costos de uso y operación de equipos de aireación
- Un aumento de cantidad de peces disponibles en el río lo que causaría un aumento en la producción
- Disminución del número de mortalidades de los peces

De acuerdo a lo anterior podemos ver que la mejor manera de valorizar los impactos es utilizando el método directo.

La disminución de los costos de aireación va a depender directamente del tamaño de la zona de cultivo, el sistema de cultivo y el cambio en la cantidad de oxígeno disuelto. No hay estudios que puedan proveer con información numérica promedio, por lo que se recomienda consultar directamente con las pesqueras afectadas para valorizar los beneficios. Si no es posible consultar directamente o si los posibles beneficios no son significativos, basta con hacer una descripción cualitativa y cuantitativa de aquellos.

### **8.1.2 Agricultura**

Agricultura se refiere a las actividades relacionadas con producción de todo tipo de vegetales, hierbas y plantas con una finalidad económica. Si bien, se realiza en la tierra, esta actividad depende en enorme medida del agua, siendo Chile un país con amplia diversidad agrícola, no se puede desvincular el desarrollo de este sector económico de la calidad de los ríos.

#### ***Análisis cualitativo***

Para decidir si hay alguna posibilidad de que existan impactos significativos se plantean las siguientes preguntas:

- ¿Hay agricultura funcionando o podría haber como resultado de mejoras en la calidad del agua?
- ¿Hay antecedentes de problemas en la actividad, producto de la calidad del agua?

Si se responde si a alguna de las dos preguntas, se procede a realizar una descripción cualitativa del tipo de agricultura de la zona, explicitando los tipos de cultivos existentes y el sistema de riego utilizado en el sector.

Antes de comenzar con el análisis cuantitativo, es importante cuestionarse si es que existe alguna posibilidad de que los cambios en la calidad del agua, propuestos por la norma, serán lo suficientemente importantes para impactar la actividad, esta respuesta debe darla un equipo de expertos vinculado al tema.

### ***Análisis cuantitativo***

Como la agricultura se puede determinar por el esquema 1 de valorización, resulta sencillo cuantificar la actividad, ya que en general todas las cuencas se pueden asociar a regiones, provincias o comunas; con lo que es sencillo obtener la información relevante de la agricultura. Además es importante determinar a qué tramo está asociado cada predio agrario, para así saber cuándo se “perdería” la producción de esta zona (que algún parámetro tenga calidad de 3 o peor).

Cabe señalar que si bien existen antecedentes de Dosis-Respuesta, para la agricultura es sólo para algunos parámetros y nunca considerando la interacción entre diversos parámetros, por esto esta metodología es recomendable cuando el impacto en la agricultura está asociado a un parámetro en particular y se cuentan con antecedentes para este.

### ***Valorización***

Valorizar el beneficio agregado anual de la agricultura se determina por medio de la suma ponderada entre el aporte económico asociado a cada tramo, por la tasa de factibilidad de la producción. Este último es 0 cuando la calidad de alguno de los parámetros es de tipo 3 o 4 y es 1 cuando la calidad para todos los parámetros es de tipo 0, 1 y 2.

Alternativamente se pueden usar metodologías de Dosis-Respuesta, si éstas existiesen y competiesen.

## **8.1.3 Ganadería**

La ganadería es la actividad productiva, dedicada a la crianza del conjunto de especies animales para sacar provecho al animal y sus productos derivados, así como la propia explotación del ganado. Esta actividad incluye varios subtipos como la ganadería bovina, porcina, equina, caprina, ovina, entre otros. Si bien, se realiza en la tierra, esta actividad depende de la calidad del agua.

### ***Análisis cualitativo***

Para decidir si hay alguna posibilidad de que existan impactos significativos se plantean las siguientes preguntas:

- ¿Hay ganadería funcionando o podría haber como resultado de mejoras en la calidad del agua?
- ¿Hay antecedentes de problema en la actividad, producto de la calidad del agua?

Si se responde si a la primera o segunda pregunta, se procede a realizar una descripción cualitativa del tipo de ganadería de la zona, explicitando los tipos de cultivos existentes y el sistema de riego utilizado en el sector.

Antes de comenzar con el análisis cuantitativo, es importante cuestionarse si es que existe alguna posibilidad de que los cambios en la calidad del agua, propuestos por la norma, serán lo

suficientemente importantes para impactar la actividad, esta respuesta debe darla un equipo de expertos vinculado al tema.

### ***Análisis cuantitativo***

Como la ganadería se puede determinar por el esquema 1 de valorización, resulta sencillo cuantificar la actividad, ya que en general todas las cuencas se pueden asociar a regiones, provincias o comunas; con lo que es sencillo obtener la información relevante de la ganadería. Además es importante determinar que tramo está asociado a cada predio ganadero, para así saber cuándo se “perdería” la producción de esta zona (que algún parámetro tenga calidad 4).

Cabe señalar que si bien existen antecedentes de Dosis-Respuesta, para la ganadería en particular para el contenido de sales en el agua (medido por conductividad eléctrica), lo que se ha traducido en problemas con aumentos de morbilidad y mortalidad de ganado, además de una posible disminución en la producción de leche, mas estos estudios para otros parámetros no existen y tampoco consideran la interacción entre diversos parámetros, por esto esta metodología es recomendable cuando el impacto en la ganadería está asociado a un parámetro en particular y se cuentan con antecedentes para este.

### ***Valorización***

Valorizar el beneficio agregado anual de la ganadería se determina por medio de la suma ponderada entre el aporte económico asociado a cada tramo, por la tasa de factibilidad de la producción. Este último es 0 cuando la calidad de alguno de los parámetros es de tipo 4 y es 1 cuando la calidad para todos los parámetros es de tipo 0, 1, 2 y 3.

Alternativamente se pueden usar metodologías de Dosis-Respuesta, si éstas existiesen y competiesen.

## **8.1.4 Industrias**

Existen muchas otras diversas actividades industriales o económicas, que pueden verse beneficiadas por una mejor calidad del agua, su interacción con el ecosistema es diferente para cada caso. Quizás la que tiene más antecedentes de beneficios producto de la aplicación de una NSCA son las plantas de tratamientos de aguas servidas. Este punto debe verse si compete y de qué forma para cada cuenca en particular.

### ***Análisis cualitativo***

Para decidir si hay alguna posibilidad de que existan impactos significativos se plantean las siguientes preguntas:

- ¿Existe otra actividad relevante en la zona vinculada al río?
- ¿Esta actividad está funcionando o podría funcionar como resultado de mejoras en la calidad del agua?

- ¿Hay antecedentes de problema en esta actividad, producto de la calidad del agua?
- ¿Han habido incidentes de mortalidad de peces?

Si se responde si a alguna pregunta, se procede a realizar una descripción cualitativa del tipo de agricultura de la zona, explicitando los tipos de cultivos existentes y el sistema de riego utilizado en el sector.

Antes de comenzar con el análisis cuantitativo, es importante cuestionarse si es que existe alguna posibilidad de que los cambios en la calidad del agua, propuestos por la norma, serán lo suficientemente importantes para impactar la actividad, esta respuesta debe darla un equipo de expertos vinculado al tema.

### ***Análisis cuantitativo***

Dependerá de la actividad y queda a criterio del realizador del AGIES.

### ***Valorización***

Dependerá de la actividad y queda a criterio del realizador del AGIES.

## **8.1.5 Pesca Artesanal**

La pesca artesanal es la actividad pesquera extractiva realizada por personas naturales en forma personal, directa y habitual, tanto con fines comerciales como de subsistencia. El valor de mercado de esta actividad es fácilmente determinable. Existe a la vez un valor adicional, el cual se oculta en que muchas veces esta actividad permite la mantención de legados culturales y subsistencia para ciertas comunidades, que son aspectos que no tienen mercado. Se podría correr el riesgo de que al perjudicar las condiciones de subsistencia de ciertas comunidades pesqueras, sus pobladores se vean obligados a migrar.

### ***Análisis cualitativo***

Para decidir si hay alguna posibilidad de que existan impactos significativos se plantean las siguientes preguntas:

- ¿Hay pesca artesanal funcionando o podría haber como resultado de mejoras en la calidad del agua?
- ¿Existen comunidades cuya subsistencia dependa en gran medida de la pesca artesanal?
- ¿Incrementos en el nivel de oxígeno disuelto permitirían aumentar la capacidad de carga? (número de peces)
- ¿Existen otras limitaciones (nivel de agua, estructuras, forma, etc.) que impidan el desarrollo de la actividad a pesar de mejoras en la calidad del agua?



Si se responde si a alguna pregunta, se procede a realizar una descripción cualitativa explicitando los tipos de pesca artesanal y sus características (productos, nivel de organización, estructura social de la comunidad asociada, etc.).

Antes de comenzar con el análisis cuantitativo, es importante cuestionarse si es que existe alguna posibilidad de que los cambios en la calidad del agua serán lo suficientemente importantes como para causar alguna variación significativa en los niveles de oxígeno disuelto en el río, esto lo deben determinar un grupo de expertos en el tema.

### ***Análisis Cuantitativo***

Esta actividad la abordaremos desde el esquema 1, cabe señalar que esta valoración es una subestimación del valor de la pesca artesanal, ya que no considera las implicancias sociales de los impactos y su valor asociado. Lamentablemente, no existen antecedentes para realizar una valoración más íntegra de esta actividad, proponemos valorizar desde un enfoque directo esta actividad y por medio de la actividad de Patrimonio cultural y antropológico, valorizar el resto.

Para conocer la cantidad de pescadores artesanales que serán afectados con la norma, su ubicación según tramos del río, la importancia económica del sector, etc., se puede contactar al Servicio Nacional de Pesca o a la Subsecretaría de Pesca. Es importante obtener información acerca del tamaño de la actividad artesanal. Utilizando lo anterior es posible obtener un valor relativamente exacto de la población impactada por la NSCA.

### ***Valorización***

Las mejoras en la calidad del agua por efectos en la aplicación de la NSCA, puede traer los siguientes beneficios para la pesca artesanal:

- Un aumento de cantidad de peces disponibles en el río lo que causaría un aumento en la producción
- Disminución del número de la morbilidad y mortalidades de los peces
- Aumento en la sustentabilidad de las comunidades

De acuerdo a lo anterior podemos ver que la mejor manera de valorizar los impactos es utilizando el esquema 1.

Valorizar el beneficio agregado anual de la pesca artesanal, se determina por medio de la suma ponderada entre el aporte económico asociado a cada tramo por la tasa de factibilidad de la producción. Este último es 0 cuando la calidad de alguno de los parámetros es de tipo 3 o 4 y es 1 cuando la calidad para todos los parámetros es de tipo 0, 1 y 2.

Alternativamente, para valorizar los beneficios por reducción de mortalidad estos pueden ser expresados en términos monetarios como los costos de repoblación que son evitados.

### **8.1.6 Deportes Acuáticos**

Los deportes acuáticos son el conjunto de actividades recreativas que se realizan en el agua, para el caso chileno son contingentes las siguientes: Natación, Rafting, Canotaje, Paseo en bote a motor, etc. Estas actividades tienen la característica de que en mayor o menos medida, las personas entran en contacto directo con el agua, lo que puede asociarse a estándares más exigentes de calidad.

El problema para valorizar estas actividades es que si bien muchas tienen un mercado asociado (se pueden arrendar botes, balsas, paseos, etc.), muchas personas realizan estas actividades de manera independiente (dueños de botes), haciendo difícil determinar esa parte del valor. Además existen algunos deportes acuáticos, que no tienen ningún mercado asociado, lo que es el caso de la natación por ejemplo (es inusual el cobro de entrada a la ribera de un río para bañarse).

Como cada río tiene características diferentes, los deportes acuáticos que se pueden realizar en este son diferentes en intensidad y diversidad, por eso resulta fundamental tener una descripción adecuada de los sitios relevantes del río, dando cuenta de su ubicaciones en relación a las ciudades (o localidades) y el tipo de uso que se le da con fines recreacionales.

#### ***Análisis Cualitativo***

Las preguntas relevantes para determinar si será necesario realizar un análisis cuantitativo para la recreación informal se presentan a continuación:

- ¿Hay acceso al río que permita realizar deportes acuáticos?
- ¿Se realiza algún deporte acuático actualmente? ¿Se podría realizar producto de la implementación de la norma?
- ¿Generaría la norma cambios significantes en la calidad del río como para ser percibidos por los usuarios?
- ¿La calidad del agua con la norma permitirá la habilitación de nuevos balnearios?
- ¿Hay Playas, Clubes, marinas u otras instalaciones habilitadas funcionando?

Si las respuestas son negativas para todas las preguntas, entonces los deportes acuáticos, no se ven afectados por la NSCA, pero si la respuesta es positiva para al menos una de las preguntas, se debe considerar, pasando a un análisis cualitativo más completo.

La siguiente etapa del análisis cualitativo, pasa a la descripción del río como sitio recreacional, categorizando sus distintos aspectos. Si en la mayoría de los aspectos, se determina que el sitio es de pobre a limitado, sería razonable considerar que los impactos en la recreación informal son despreciables. En cambio si para la mayoría de los aspectos, se considera que el sitio va de moderado a bueno, los impactos no pueden despreciarse y debe realizarse un análisis cuantitativo. La Tabla 8-1 Análisis cualitativo de los deportes acuáticos es una adaptación de la entregada por la experiencia inglesa, para recreación informal (Sowerby and Grieve, 2003), muestra como realizar la descripción:

Tabla 8-1 Análisis cualitativo de los deportes acuáticos

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	
Acceso	Bueno	Accesible a lo largo de todo el río
	Moderado	Accesible solo en algunas zonas del río
	Limitado	Acceso limitado
	Pobre	No hay acceso
Habilitación de los Sitios	Buena	Buenas y varios sitios con la adecuada habilitación, que permiten la realización óptima de deportes acuáticos
	Moderada	Desde algunos a varios sitios
	Limitada	Muy pocos sitios
	Pobre	No hay sitios.
Importancia del Lugar (si el sitio es pobre el análisis no compete)	Alto	Atrae visitantes que vienen principalmente desde más allá de 30 km
	Moderado	Atrae visitantes que vienen principalmente desde 15 a 30 km
	Limitado	Atrae visitantes que vienen principalmente desde menos de 15 km
Estética y Calidad Química	Buena	No hay basura en el río ni en sus orillas, Buena calidad del agua (calidad de 0 a 2, para todos los parámetros)
	Moderada	No hay presencia significativa de basura en el río ni en sus orillas, calidad moderada del agua (calidad no mayor a 3, para ninguno de los parámetros)
	Limitada	Hay basura en el río y en su orilla, calidad de agua regular (no más de un parámetro con calidad mayor a 3)
	Pobre	Basura abundante en el río y en su orilla, calidad del agua mala (más de un parámetro con calidad mayor a 3)
Impacto de la Norma	Significativo	Incremento importante en el nivel de usuarios
	Moderado	Incremento moderado en el nivel de usuarios
	Suficiente	Leve incremento en el nivel de usuarios
	Pobre	Sin incremento en el nivel de usuarios

Fuente: Elaboración Propia.

## ***Análisis Cuantitativo***

El esquema a utilizar para realizar el análisis cuantitativo es el 2, ya que los impactos afectan principalmente a los usuarios actuales. Esto no implica que la población no usuaria no se vea afectada, de hecho existen diversos antecedentes sobre casos en los cuales el aporte de los no usuarios es muy importante, por ejemplo: En Holanda alrededor del 30% del beneficio agregado (€72 millones/ anuales de un total de €242 millones/ anuales) asociado a la natación, proviene de la DAP que están dispuestos a pagar los no usuarios (Brouwer and Bronda, 2005). Sin embargo es un tema en discusión, por ello es posible que en alguna cuenca se dé el caso de que los no usuarios haya que incluirlos y en ese caso hay que utilizar el esquema 3, finalmente le corresponde al encargado de realizar el AGIES respectivo determinar cual esquema es más indicado.

## ***Valorización***

Para valorizar los deportes acuáticos hay que trabajar en base a los datos recolectados en las etapas anteriores, ya que es necesario tener identificadas las actividades que se realizan y cuantificada la población afectada.

Las estrategias de valorización más utilizadas para la recreación informal son el método del costo de viaje y la valoración contingente. La experiencia internacional ha privilegiado el segundo, debido a que el primero reconoce solo parte del beneficio asociado, abarcando solo el valor de

uso (dejando de lado el valor de no uso) y de una parte solamente, porque suele ser una subestimación del valor total.

El método de costo de viaje, se utiliza al igual que la valoración contingente, para descubrir la DAP por bienes que no tienen mercado o que su valor de mercado, se sospecha que tiene poco que ver con su valor real. En el caso de los deportes acuáticos, existe un mercado a muchos servicios recreativos (Rafting, Canotaje, etc.), pero hay otros que no, como es el caso de la natación, donde no existen cobros importantes asociados directamente a la actividad.

### **8.1.7 Recreación informal**

La Recreación informal cubre una serie de actividades, como: Caminar, Trekking, apreciación de la naturaleza, Fotografía, picnic, pasear mascotas, entre otras, cabe destacar que no debe confundirse con el turismo, que es una actividad por sí misma, que si cuenta con un mercado. Variaciones en la calidad del agua, pueden afectar estas actividades, que si bien muchas veces no tienen un valor de mercado, si tienen un valor. El impacto generado se puede traducir en un cambio en la frecuencia, tipos o nivel de satisfacción de estas actividades.

Como cada río tiene características diferentes, las actividades recreativas que se pueden realizar en este son distintas, por eso resulta fundamental tener una descripción adecuada del sitio, que dé cuenta de su ubicación en relación a las ciudades (o localidades) y el tipo de uso que se le da con fines recreacionales.

#### ***Análisis Cualitativo***

Las preguntas relevantes para determinar si será necesario realizar un análisis cuantitativo para la recreación informal se presentan a continuación:

- ¿Existe acceso al río que permita la realización de recreación informal (Playas, Estacionamientos, senderos, etc.)?
- ¿Existe recreación informal actualmente en el río o en su entorno? ¿De ser así cuales?
- ¿La NSCA, generará cambios significativos que serán percibidos por los usuarios?

Si las respuestas son negativas para todas las preguntas, entonces la recreación informal, no se ve afectada por la NSCA, pero si la respuesta es positiva para al menos una de las preguntas, se debe considerar, pasando a un análisis cualitativo completo.

La siguiente etapa del análisis cualitativo, pasa a la descripción del río como sitio recreacional, categorizando sus distintos aspectos. Si en la mayoría de los aspectos, se determina que el sitio es de pobre a limitado, sería razonable considerar que los impactos en la recreación informal son despreciables. En cambio si para la mayoría de los aspectos, se considera que el sitio va de moderado a bueno, los impactos no pueden despreciarse y debe realizarse un análisis cuantitativo. La Tabla 3-7, adaptada de la entregada por la experiencia inglesa (Sowerby and Grieve, 2003), muestra como realizar la descripción:

Tabla 8-2. Análisis cualitativo de la Recreación Informal

<b>Categoría</b>		<b>Descripción</b>
Acceso al río	Buena	Accesible a lo largo de todo el río
	Moderada	Accesible solo en algunas zonas del río
	Limitada	Acceso limitado
	Pobre	No hay acceso
Habilitación de los sitios	Buena	Buenas y varios sitios con la adecuada habilitación, que permiten la realización óptima de actividades recreativas
	Moderada	Desde algunos a varios sitios
	Limitada	Muy pocos sitios
	Pobre	No hay sitios.
Importancia del lugar (si el sitio es pobre el análisis no compete)	Alto	Atrae visitantes que vienen principalmente desde más allá de 30 km
	Moderado	Atrae visitantes que vienen principalmente desde 15 a 30 km
	Limitado	Atrae visitantes que vienen principalmente desde menos de 15 km
Estética y Calidad Química	Buena	No hay basura en el río ni en sus orillas, Buena calidad del agua (calidad de 0 a 2, para todos los parámetros)
	Moderada	No hay presencia significativa de basura en el río ni en sus orillas, calidad moderada del agua (calidad no mayor a 3, para ninguno de los parámetros)
	Limitada	Hay basura en el río y en su orilla, calidad de agua regular (no más de un parámetro con calidad mayor a 3)
	Pobre	Basura abundante en el río y en su orilla, calidad del agua mala (más de un parámetro con calidad mayor a 3)
Impacto de la Norma	Significativo	Incremento importante en el nivel de usuarios
	Moderado	Incremento moderado en el nivel de usuarios
	Suficiente	Leve incremento en el nivel de usuarios
	Pobre	Sin incremento en el nivel de usuarios

Fuente: Elaboración Propia.

## **Análisis Cuantitativo**

El esquema a utilizar, a priori, para realizar el análisis cuantitativo es el 2, ya que los impactos afectan principalmente a los usuarios actuales. Esto no implica que la población no usuaria pueda verse afectada por la NSCA, de hecho es un tema en discusión, ya que en estudios previos de valorización contingente para actividades recreativas gran parte de la DAP agregada corresponde al aporte de los no usuarios. El encargado de realizar el AGIES respectivo, deberá decidir que esquema utilizar para los tramos en cuestión.

## **Valorización**

Para valorizar la recreación informal hay que trabajar en base a los datos recolectados en las etapas anteriores, ya que es necesario tener identificadas las actividades que se realizan y cuantificada la población afectada.

Las estrategias de valorización más utilizadas para la recreación informal son el método del costo de viaje y la valorización contingente. La experiencia internacional ha privilegiado el segundo, debido a que el primero reconoce solo parte del beneficio asociado, abarcando solo el valor de uso (dejando de lado el valor de no uso) y de una parte solamente.

El método de costo de viaje, se utiliza al igual que la valoración contingente, para descubrir la DAP por bienes que no tienen mercado o que su valor de mercado, se sospecha que tiene poco que ver con su valor real. En el caso de la recreación informal, no existen cobros importantes.

### **8.1.8 Pesca Recreacional**

La pesca Recreacional es una actividad pesquera que se realiza con fines recreativos o competitivos. Se puede practicar en zonas de agua dulce y salada, específicamente en ríos, lagos, tranques, embalses y mar. En este último se puede practicar desde la orilla o también en algún tipo de embarcación. Existen cuatro modalidades de pesca: de lanzamiento o “spinning”, pesca con mosca o “fly fishing”, pesca con devolución o “catch and release” y pesca de curricán o “trolling” y la elección de éste está influenciado por la especie que se quiere capturar y el entorno en el cual habita ésta.

En Chile la actividad es normada y fiscalizada por el Servicio Nacional de Pesca y por la Subsecretaría de Pesca.

#### ***Análisis Cualitativo***

En el caso de la pesca Recreacional, para definir si existe posibilidad de haber impactos significativos se procede a responder las siguientes preguntas.

- ¿Hay acceso al río?
- ¿La pesca es posible en la actualidad o podría haber como resultado de mejoras en la calidad del agua?

Si se responde si para alguna de las preguntas anteriores, se continúa con un análisis cualitativo respondiendo las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el grado de accesibilidad al sitio?
- ¿Cuál es el nivel de pesca?
- ¿Qué impacto tendrá la norma?

#### ***Análisis Cuantitativo***

Al igual que para la recreación informal, para realizar el análisis cuantitativo utilizaremos el esquema 2, ya que los impactos afectan principalmente a los usuarios. Pero no por esto hay que dejar de considerar a la población no usuaria que pudiese ser afectada. Es un tema en discusión ya que en estudios previos gran parte de la DAP agregada corresponde a no usuarios.

Nuevamente tenemos que el mejor método es el conteo directo de las visitas a la zona en cuestión. En defecto se pueden utilizar los datos que tenga SERNAPESCA, respecto a las licencias por sector, que tienden a subestimar el beneficio real.

## **Valorización**

Actualmente, para valorizar los impactos sobre la pesca Recreacional se tiene que tomar en cuenta el valor que le dan los usuarios y no usuarios de esta actividad. Los métodos más utilizados para la pesca Recreacional son el costo de viaje y valoración contingente para el caso de usuarios, y la valoración contingente para los no usuarios.

### **8.1.9 Salud de Ecosistemas y Biodiversidad**

Los ríos proporcionan el hábitat a una amplia variedad de especies tales como musgos, plantas vasculares, invertebrados, anfibios, reptiles, peces, mamíferos y aves. Los ecosistemas acuáticos entregan una serie de servicios y funciones para el ser humano entre las cuales se encuentran la purificación del agua (en el caso de los humedales), paisaje, belleza natural y acceso a recreación.

Existen dos maneras de determinar el valor económico que las personas asignan a impactos sobre la biodiversidad. El primero se refiere al uso de la disposición a pagar individual (DAP) por mejorar, conservar o preservar un ecosistema fluvial, lo que en general corresponde a valores de no uso del tipo de existencia. El segundo se refiere a la estimación del valor asociado al interés de usarlo en algún futuro, que también es un valor de no uso del tipo de opción.

#### **Análisis cualitativo**

En primer lugar es necesario describir las características más relevantes del río en estudio. Dado que un río puede cambiar considerablemente desde su nacimiento hasta desembocar en el mar, se recomienda dividirlo en tramos de acuerdo a la similitud de condiciones. Para esto se debe considerar lo siguiente:

- Ubicación y clasificación del lugar según la Tabla 8-3:

Tabla 8-3. Clasificación del lugar de interés según tipo de conservación

<b>Clase</b>	<b>Ejemplo</b>
Nacional	Categorías CONAF: Parque, Reserva o monumento
Local	Otros sitios con importancia en la biodiversidad

Fuente: Elaboración Propia.

- Caracterización del tipo de hábitat y listado de especies
- Endemismo de la zona (exclusividad de especies y hábitats)
- Existencia de sitios similares

Basándose en la información recopilada, el paso siguiente es determinar si existe un impacto potencial sobre esta categoría. A continuación se entregan algunas preguntas claves que ayudan en este sentido:

- ¿Hay alguna área de conservación declarada a lo largo del río?

- ¿Hay alguna zona relevante para la conservación, debido a su biodiversidad, aunque no haya sido reconocida oficialmente como tal?, ¿Hay estudios que lo respalden?
- ¿La NSCA cambiará la calidad del agua a un nivel que permita aumentar la biodiversidad?

Si la respuesta es afirmativa, aunque sea en una de ellas, el impacto es relevante y debe ser cuantificado en la medida de lo posible. De lo contrario, impactos sobre valores de no uso son improbables o muy bajos y se debe pasar a la próxima actividad.

Luego se sugiere analizar si los impactos son directos o indirectos, individuales o acumulativos, temporales o permanentes, concentrados o dispersos geográficamente. Considerando las funciones y servicios que entregan los ríos y humedales, vemos en la Tabla 8-4. Funciones y servicios entregados por ríos y humedales una simplificación de la información entregada por (Sowerby and Grieve, 2003), en la cual es posible precisar el tipo funciones que entrega un río, algunas interactúan con otras actividades (Ej.: en la agricultura se pueden proveer nuevas especies para cultivar).

Tabla 8-4. Funciones y servicios entregados por ríos y humedales

<b>Función</b>	<b>Descripción</b>
Soporte global de vida	Almacenamiento de carbono
Retención de sedimentos	Sedimentos en suspensión
Retención de nutrientes	Nitrógeno (absorción como amonio) y fósforo (adsorción y precipitación en el suelo)
Exportación de nutrientes	Transferencia gaseosa de N y exportación vía procesos físicos de otros
Mantenimiento del ecosistema	Provisión de hábitat para macro invertebrados, peces, reptiles, pájaros y mamíferos
Soporte de la cadena alimenticia	Producción y transferencia de biomasa
Producción comercial y agrícola	Cultivos y otros usos directos
Recarga de aguas subterráneas	Infiltración a napas

Fuente: Elaboración Propia.

La clasificación de impactos de la Tabla 8-5 está basada en la metodología para valorizar proyectos de transporte en el Reino Unido, conocida como NATA (New Approach to Appraisal). Esta categorización sirve para especificar aún más el tipo de impacto sobre los servicios entregados por el río.



Tabla 8-5: Definición de impactos sobre la biodiversidad

<b>Tipo de impacto</b>	<b>Definición</b>
Muy positivo	Aumento significativo de la biodiversidad con importancia nacional o internacional
Medianamente positivo	Aumento significativo de la biodiversidad con importancia regional o local
Levemente positivo	Aumento de la flora y fauna pero sin importancia en biodiversidad
Neutro	Impacto imperceptible
Levemente negativo	Algunos impactos negativos leves son esperables
Medianamente negativo	Integridad del sitio no es afectada pero hay efectos negativos sobre el lugar
Muy negativo	Norma afecta negativamente la integridad del sitio

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 8-6 (basada parcialmente en NATA) permite distinguir la relevancia de los diversos impactos con relación a la zona afectada (Tabla 8-3. Clasificación del lugar de interés según tipo de conservación) y al nivel de impacto sobre la biodiversidad (Tabla 8-5: Definición de impactos sobre la biodiversidad). Cabe señalar que, según esta tabla, solo cuando el impacto sea neutral no es necesario cuantificarlo. En cualquier otro caso, existiría un beneficio o un costo potencial de la NSCA sobre la biodiversidad.

Tabla 8-6. Clasificación de beneficios

<b>Tipo de impacto (Tabla 8-5)</b>	<b>Nacional</b>	<b>Regional/Local</b>
Muy positivo	Muy alto beneficio	Alto beneficio
Medianamente positivo	Alto beneficio	Beneficio moderado
Levemente positivo	Beneficio moderado	Neutro
Neutro	Neutro	Neutro
Levemente negativo	Costo moderado	Neutro
Medianamente negativo	Alto costo	Costo moderado
Muy negativo	Muy alto costo	Alto costo

Fuente: Elaboración Propia.

### ***Análisis cuantitativo***

El análisis cuantitativo debe basarse en el análisis cualitativo recién explicado. El objetivo de esta sección es cuantificar los potenciales cambios sobre la biodiversidad y la importancia de esos cambios para la población, en términos de especies y hábitats.

Como esta actividad pertenece al esquema 3, lo primero es determinar la población humana relevante, la cual incluye tanto a los usuarios de un lugar como a aquellos que nunca lo han visitado. Sin embargo, el límite para considerar a los no usuarios es un tema que aún está en discusión.

## ***Valorización***

Lo complejo de valorizar la biodiversidad y otros valores de no uso, es que no existen mercados asociados, los beneficios se ven en un largo plazo, tienen una componente moral importante y es altamente complejo establecer una relación dosis-respuesta entre la multiplicidad de parámetros que afectan la calidad del agua y su impacto en la biodiversidad. Es por esto que ha sido un tema de amplio debate la discusión sobre los métodos más indicados para valorizar este beneficio, existiendo diversidad de enfoques (valoración contingente, tasa de fijación de carbono, valoración energética de la biomasa, costo de viaje, valores de opción asociados, etc.).

Actualmente, el método que más fuerza ha tomado a nivel mundial es la valoración contingente, principalmente a su facilidad de aplicación y a que alcanza valores razonables. Este método se puede complementar con una estimación de los valores de opción asociados a la biodiversidad del lugar, se adjunta una tabla con antecedentes de valores en el archivo Excel adjunto.

Los valores de opción por su parte asociados al descubrimiento de un nuevo uso comercial de alguna especie animal o vegetal. Los antecedentes indican que estos beneficios están principalmente vinculados a los usos en la industria farmacéutica de alguna planta o hierba, aunque esta es una subestimación de su valor real, ya que existen posibles usos futuros en la agricultura, por ejemplo. Es por esto que se puede realizar una estimación en base a la cantidad de especies vegetales de la zona y existen estudios que señalan que el valor marginal de una especie no estudiada (considerando que hay especies que se les pueden dar los mismos usos), es de al menos US\$10.000 de 1997 (Koppet al., 1997). Para aplicar este valor, habría que ver la probabilidad de que una especie sea medicinal, que para el caso chileno está en torno a un 10% (Espinosa and Arqueros, 2000), este valor hay que multiplicarlo por el número de especies vegetales presentes en la cuenca que no han sido estudiadas. Chile si bien no tiene mucha biodiversidad, se caracteriza por ser bastante única, debido a las barreras geográficas que tiene. Una estimación aceptable de esto es considerar las especies vegetales en peligro presentes en la zona, multiplicarlas por el valor propuesto y por la probabilidad de uso, obteniéndose así el valor agregado de opción.

### **8.1.10 Patrimonio Cultural y Antropológico**

Esta es una de las actividades más complejas, debido a ser la que está más directamente conectada al ser humano. Incluye diversos aspectos; asentamientos indígenas, sitios arqueológicos, monumentos nacionales, etc. Cada una de estas áreas debiera abordarse con un enfoque diferente y la sugerencia que proponemos a continuación, sirve sólo como referencia, pero esta es claramente la actividad que más difiere metodológicamente del resto y es poco probable llegar a un enfoque más allá del cualitativo, porque aquí los números no explican mucho del valor, ¿podemos decir que Isla de Pascua vale más o menos que Machu Picchu, porque tiene más esculturas, hectáreas, etc.? Claramente, no es tan sencillo como eso y probablemente esta DAP es muy propia del país, por lo que aquí no es aceptable realizar una transferencia de beneficios.

Si ya es extremadamente complejo determinar el valor total de un monumento nacional, claramente determinar cómo es afectado por variaciones en la calidad del agua y luego valorizar esto, es claramente una hazaña.

Cabe destacar que los únicos antecedentes que demuestran en cierta medida, el valor de estos sitios y en algunos casos su relación con la calidad del agua, son la preferencias reveladas, este más que una metodología es un dato, que muestra cuando alguna comunidad, institución, empresa o gobierno ha optado por proteger alguno de estos recursos a un costo implícito o explícito, esta decisión establece indirectamente que este recurso vale al menos este valor. La desventaja de este medio, es que es muy difícil establecer las razones por las cuales se toma esta decisión y si estas se aplican a otro caso similar, por lo que no es recomendable usar estos valores en el ACB, pero es un dato útil a la hora de tomar la decisión sobre regular o no, por lo que sí puede complementar un AGIES.

### ***Análisis Cualitativo***

Las preguntas relevantes son:

- ¿Existe algún sitio arqueológico, asentamiento indígena, monumento nacional, etc. en la zona?
- ¿Es esperable que hayan cambios en estos, producto de cambios en la calidad del agua?

Si estas preguntas tienen respuesta afirmativa, es recomendable entregar una descripción completa de los sitios, que permitan comunicar a la autoridad la relevancia de estos sitios.

### ***Análisis Cuantitativo***

En esta parte del análisis es recomendable, limitarse a entregar información del patrimonio afectado, que den cuenta de su relevancia, pero estos datos como complemento del análisis cualitativo; ejemplos: visitas, antigüedad, población, etc. (esta información varía según el tipo de patrimonio)

### ***Valorización***

El método más acertado para descubrir el valor de un Patrimonio, es realizar una valorización contingente, adaptada exclusivamente al sitio.

#### **8.1.11 Turismo**

El turismo comprende al conjunto de actividades que realizan las personas, durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un periodo de tiempo consecutivo con fines de ocio, por negocios y otros motivos. Claramente, la calidad del agua afecta al turismo natural de diversas formas, por medio de alteraciones del paisaje, la recreación informal, deportes acuáticos, flora y fauna silvestre, etc.

Chile tiene la particularidad de ser uno de los pocos países que aún conservan bosques templados prístinos, esto es un atractivo turístico que probablemente sea cada vez más valorado con el paso del tiempo. Adicionalmente, presenta una diversidad climática amplia, lo que le da diversidad de ecosistemas siendo esta otra ventaja competitiva.

### **Análisis cualitativo**

Las preguntas relevantes para determinar si el turismo debe ser considerado en el análisis son:

- ¿Existe acceso al río que permita la realización de turismo (Playas, Estacionamientos, senderos, etc.)?
- ¿El río sustenta algún ecosistema que tenga sitios turísticos asociados?
- ¿Existe recreación informal actualmente asociada a turistas? ¿De ser así, cuáles?
- ¿La NSCA, generará cambios significativos que serán percibidos por los usuarios?

Si las respuestas son negativas para todas las preguntas, entonces el turismo, no se ve afectado por la NSCA, pero si la respuesta es positiva para al menos una de las preguntas, se debe considerar esta actividad.

La siguiente etapa del análisis cualitativo, pasa a la descripción del río como sitio turístico, categorizando sus distintos aspectos. Si en la mayoría de los aspectos, se determina que el sitio es de pobre a limitado, sería razonable considerar que los impactos en el turismo son despreciables. En cambio si para la mayoría de los aspectos, se considera que el sitio va de moderado a bueno, los impactos no pueden despreciarse y debe realizarse un análisis cuantitativo. La siguiente tabla muestra como realizar la descripción:

Tabla 8-7 Análisis cualitativo del Turismo

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	
Acceso al río	Bueno	Accesible a lo largo de todo el río
	Moderado	Accesible solo en algunas zonas del río
	Limitado	Acceso limitado
	Pobre	No hay acceso
Habilitación de los sitios	Buena	Buenas y varios sitios con la adecuada habilitación, que permiten la realización optima de actividades turísticas
	Moderada	Desde algunos a varios sitios
	Limitada	Muy pocos sitios
	Pobre	No hay sitios.
Importancia del lugar (si el sitio es pobre el análisis se detiene)	Alto	Atrae turistas nacionales e internacionales.
	Moderado	Atrae turistas nacionales principalmente.
	Limitado	Atrae turistas regionales
Estética y Calidad Química	Buena	No hay basura en el río ni en sus orillas, Buena calidad del agua (calidad de 0 a 2, para todos los parámetros)
	Moderada	No hay presencia significativa de basura en el río ni en sus orillas, calidad moderada del agua (calidad no mayor a 3, para ninguno de los parámetros)
	Limitada	Hay basura en el río y en su orilla, calidad de agua regular (no más de un parámetro con calidad mayor a 3)
	Pobre	Basura abundante en el río y en su orilla, calidad del agua mala (más de un parámetro con calidad mayor a 3)

Fuente: Elaboración Propia.

### ***Análisis Cuantitativo***

En base a los resultados obtenidos del análisis cualitativo, se realiza la cuantificación, sobre el impacto que genera una NSCA. El beneficio asociado al turismo puede valorizarse por medio del esquema 2.

Esta sección muestra como cuantificar los potenciales cambios sobre el turismo y la importancia de esos cambios para la economía, los turistas nacionales, etc. Lo primero es determinar la población humana relevante, distinguiendo turistas nacionales de los internacionales y diferenciándolos de los usuarios de recreación informal, pesca Recreacional y de deportes acuáticos, para evitar realizar un doble conteo. Esta información, se puede obtener en Sernatur o en la administración de los sitios turísticos pertinentes.

### ***Valorización***

Para valorizar el turismo hay que trabajar en base a los datos recolectados en las etapas anteriores, ya que es necesario tener identificadas las actividades que se realizan y cuantificada la población afectada. Es importante destacar que en el caso de la valoración del turismo, interesa conocer como varía la demanda debido a cambios en la calidad del agua, esto se puede realizar por medio de encuestas a los turistas. Conociendo este dato, se puede realizar la estimación de la DAP, pero con la salvedad que en el caso de los turistas nacionales interesa integrar su excedente del consumidor, pero para los turistas internacionales solo su consumo asociado a esta actividad y como variaría.

#### **8.1.12 Imagen País**

Si bien sabemos que los TLC con la Unión Europea, Estados Unidos y Canadá, están sujetos al cumplimiento de estándares ambientales, lo que hace imposible subestimar la relevancia de este aspecto a nivel económico. Lamentablemente, esta es la actividad más compleja de medir y no existen antecedentes en el tema, más allá de preferencias reveladas por la autoridad, las cuales habría que ver caso a caso si se podrían transferir. Realmente, la imagen país es una función que depende de todas las variables presentes en este análisis y muchas otras más, haciéndose imposible asumir algún criterio de *ceteris paribus*, lo que impide evaluar los impactos con precisión de una manera directa e incluso de forma aproximada.

La propuesta de esta guía es no valorizar este aspecto, pero tener presente que frente a diferencias moderadas entre costos y beneficios, considerar que este factor tenderá a cargar la situación a favor de los beneficios.

## 8.2 Matriz Parámetro/Receptor

Parámetro/Receptor	Acuicultura y pesca comercial	Agricultura	Ganadería	Industria	Pesca Artesanal	Deportes acuáticos	Recreación informal	Imagen País	Pesca Deportiva	Salud Ecosistemas y Biodiversidad	Patrimonio Cultural y Antropológico	Turismo
Aceites y Grasas	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓		
Aluminio	✓	✓			✓				✓	✓		
Arsénico	✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓		
Boro	✓	✓	✓		✓				✓	✓		
Cadmio	✓				✓				✓	✓		
Cloro	✓	✓	✓		✓				✓	✓		
Cianuro	✓				✓	✓			✓	✓		
Coliformes Fecales	✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓		✓
Coliformes Totales	✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓		✓
Conductividad	✓	✓	✓		✓				✓	✓		
Cromo	✓				✓	✓			✓	✓		
Cobre	✓				✓	✓			✓	✓		
DBO5	✓				✓	✓	✓		✓	✓		✓
Hierro	✓			✓						✓		
Mercurio	✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓		
Manganeso	✓				✓					✓		
Molibdeno	✓									✓		
Niquel	✓				✓				✓	✓		
Amonio	✓	✓				✓	✓		✓	✓		✓
Nitrito	✓	✓				✓	✓		✓	✓		✓
Oxígeno Disuelto	✓				✓	✓	✓		✓	✓		✓
Plomo	✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓		
pH	✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓		
Fósforo Total	✓	✓				✓	✓		✓	✓		✓
RAS		✓								✓		
Sulfuro			✓							✓		
Sólidos Disueltos			✓			✓	✓		✓	✓		✓
Selenio	✓		✓		✓				✓	✓		
Sulfato	✓				✓				✓	✓		
Sólidos Suspendidos	✓					✓	✓		✓			✓
Tempera	✓				✓				✓	✓		
Zinc	✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓		

Fuente: Elaboración Propia en base al Red Book (EPA, 1976)

## 8.3 Tabla Valores

### 8.3.1 Agricultura

Receptor Impactado	Tipo Cuantificación	Lugar de estudio	Tipo de estudio	Valor	Unidad	Tipo de Valor	Fuente
Arroz	Valor Promedio de Mercado	Indonesia		712	dolares 1987/hectarea	uso	(Pearce et al., 1994)
Arroz	Valor Promedio de Mercado	Kenya		439	dolares 1987/hectarea	uso	(Pearce et al., 1994)
Arroz	Valor Promedio de Mercado	S Korea		1565	dolares 1987/hectarea	uso	(Pearce et al., 1994)
Cultivos	Valor Promedio de Mercado	Amazonas		252 (127-377)	dolares de 1985/ha	uso	(Andersen, 1997)
Cultivos	Valor Promedio de Mercado	Argentina		206	dolares 1987/hectarea	uso	(Pearce et al., 1994)
Cultivos	Valor Promedio de Mercado	Bangladesh		407	dolares 1987/hectarea	uso	(Pearce et al., 1994)
Cultivos	Valor Promedio de Mercado	Canada		306	dolares 1987/hectarea	uso	(Pearce et al., 1994)
Cultivos	Valor Promedio de Mercado	Chile		465	dolares 1987/hectarea	uso	(Pearce et al., 1994)
Cultivos	Valor Promedio de Mercado	China		611	dolares 1987/hectarea	uso	(Pearce et al., 1994)
Cultivos	Valor Promedio de Mercado	Egypt		467	dolares 1987/hectarea	uso	(Pearce et al., 1994)
Cultivos	Valor Promedio de Mercado	India		257	dolares 1987/hectarea	uso	(Pearce et al., 1994)
Cultivos	Valor Promedio de Mercado	Japan		1041	dolares 1987/hectarea	uso	(Pearce et al., 1994)
Cultivos	Valor Promedio de Mercado	Nigeria		159	dolares 1987/hectarea	uso	(Pearce et al., 1994)
Cultivos	Valor Promedio de Mercado	Pakistan		268	dolares 1987/hectarea	uso	(Pearce et al., 1994)

Cultivos	Valor Promedio de Mercado	Turkey		195	dolares 1987/hectarea	uso	(Pearce et al., 1994)
Cultivos	Valor Promedio de Mercado	USA		304	dolares 1987/hectarea	uso	(Pearce et al., 1994)
Cultivos	Valor Agregado	Chile		12800000	US\$ 1999/año por concepto de biodiversidad	uso	(Espinosa and Arqueros, 2000)
Cultivos	Valor Agregado	Chile		2370000	US\$ 1999/año por concepto de biodiversidad	uso	(Espinosa and Arqueros, 2000)
Cultivos	Valor Agregado	Chile		10150000	US\$ 1999/año por concepto de biodiversidad	uso	(Espinosa and Arqueros, 2000)
Cultivos	Valor Marginal	New Mexico		16	dolares del 2001/acre foot		(Ward and Michelsen, 2002)
Cultivos	Valor Marginal			(15-698)	dolares de 1980 por acre-pie por 10 % menos de agua		(Gibbons, 1986)
Equipo de Riego	Dosis Respuesta	Francia		5131	€ per centre pivot per year		(Rinaudo and Loubier)
Suelo	NPV	Amazonas		9597.5 (890-18305)	dolares de 1985/ha		(Andersen, 1997)
Suelo	Valor Agregado	Chile		47400000	US\$ 1999/año por concepto de biodiversidad	uso	(Espinosa and Arqueros, 2000)
Tabaco	Dosis Respuesta	Francia		28800	€/ha de tabaco		(Rinaudo and Loubier)
Bosque	Valor Promedio de Mercado	Amazonas	Estimación	5200	dolares de 1990/ha		(Andersen, 1997)
Bosque	Valor Promedio de Mercado	Amazonas	Estimación	500	dolares de 1990/ha		(Andersen, 1997)

### 8.3.2 Biodiversidad y Valores de No Uso

Receptor Impactado	Tipo Cuantificación	Lugar de estudio	Tipo de estudio	Valor	Unidad	Tipo de Valor	Fuente
Agua	DAP	Ecuador	Hedonic	4.2	1996 US\$/household/month		(Ardila et al., 1998)
Agua	DAP	México	CV	6.3	1996 US\$/household/month		(Ardila et al., 1998)
Agua	DAP	Perú	CV	13.38	1996 US\$/household/month		(Ardila et al., 1998)
Amazonas	Margen de riesgo	Amazonas	Aumenta el riesgo	300	dolares de 1990/ha		(Andersen, 1997)



Luis Abdón Cifuentes Lira

Amazonas	Margen de riesgo	Amazonas	Aumenta el riesgo, ahorro costo	150	dolares de 1990/ha		(Andersen, 1997)
Bahia	OV	Grecia	CV	2.77 (2.27-3.27)	€ Conservar el valor de opción/persona/4 meses		(Kontogianni et al., 2005)
Bahia	DAP	Grecia	CV	15.22 (14.76-15.67)	€ totales por conservar la bahía/persona/4 meses		(Kontogianni et al., 2005)
Flora y Fauna	Valor Promedio de Mercado	Amazonas	Biodiversity protection	40	dolares de 1990/ha	uso	(Andersen, 1997)
Flora y Fauna	Valor Promedio de Mercado	General		6000000000	dolares 1989/especie medicinal		(Pearce et al., 1994)
Flora y Fauna	Dosis Respuesta	Chile		20	US\$ 1999/ha/año		(Espinosa and Arqueros, 2000)
Flora y Fauna	Dosis Respuesta	Chile		25510000	US\$ 1999/año por concepto de biodiversidad		(Espinosa and Arqueros, 2000)
Flora y Fauna	NPV	Bosque Tropical		(3000000000-4000000000)	1980 US\$/todas las plantas medicinales de bosque en 1980		(Kumar and Tarui, 2004)
Flora y Fauna	NPV	USA	Valor de Opción	2.03E+11	1980 US\$/todas las plantas de USA 1980-2000		(Kumar and Tarui, 2004)
Flora y Fauna	NPV	USA	Valor de Opción	6200000000	1985 US\$/todas las plantas medicinales de USA 1985		(Kumar and Tarui, 2004)
Flora y Fauna	OV	Amazonas	Biodiversity protection	1500	dolares de 1990/ha	no uso	(Andersen, 1997)
Flora y Fauna	OV	Bosque Tropical	Valor de Opción	48	1980 US\$/todas las plantas medicinales de bosque por hectarea en 1980		(Kumar and Tarui, 2004)
Flora y Fauna	OV	Chile	Valor de Opción	0.37 (0,1 a 7.1)	US\$ 1999/hectarea		(Espinosa and Arqueros, 2000)
Flora y Fauna	OV	Ecuador	Valor de Opción	(20-9177)	dolares/1000 metros cuadrados		(Kumar and Tarui, 2004)
Flora y Fauna	OV		Valor de Opción	10000 (44 (US\$1993)-22.700.000 (US\$1989))	dolares de 1989/ especie no testeada		(Kopp et al., 1997)
Flora y Fauna	Valor Estimado Medio	Chile	Biodiversity protection	2315.9	US\$ 1999/ha/año	no uso	(Espinosa and Arqueros, 2000)
Flora y Fauna	Valor Estimado Medio	Chile	Biodiversity protection	18	US\$ 1999/año/hectarea por concepto de biodiversidad		(Espinosa and Arqueros, 2000)
Flora y Fauna	Valor Total	Chile	Estimación	13300000	US\$ 1999/año por concepto de biodiversidad		(Espinosa and Arqueros, 2000)
Flora y Fauna	Valor Total	Chile	Estimación	5700000	US\$ 1999/año por concepto de biodiversidad	uso	(Espinosa and Arqueros, 2000)
Flora y Fauna	DAP	Colorado	CV	32	US\$ 1999/per capita por conservar ek ecosistema	no uso	(Walsh et al., 1984)
Flora y	DAP	Grecia	CV	3.56 (4.63-6.24)	€ conservar la biodiversidad/persona/4		(Kontogianni et

Fauna					meses		al., 2005)
Flora y Fauna	DAP	Yellowstone	CV	11 (Desviación Estándar \$3.25)	Dolares/per capita de los usuarios		(Cherry et al., 2001)
Francia	DAP	Francia	CV	61	€ para todos los valores de no uso per household pivot per year	no uso	(Rinaudo and Loubier)
Humedal	Análisis energético	Louisiana	Análisis energético	(2500-4000)	dolares/año acre		(Desvousges et al., 1992)
Humedal	Análisis energético	Louisiana	Análisis energético	512	dolares/año acre		(Desvousges et al., 1992)
Humedal	Análisis energético	Louisiana	Análisis energético	(509-847)	dolares/año acre		(Desvousges et al., 1992)
Humedal	DAP	Holanda	CV	120	€ conservar los Humedales/household/year	no uso	(Brouwer and Kind, 2005)
Humedal	DAP	Louisiana	CV	194.32	dolares/año acre		(Desvousges et al., 1992)
Humedal	DAP	Louisiana	CV	(.44-37.46)	dolares/año acre		(Desvousges et al., 1992)
Lluvia	Valor Estimado Medio	Amazonas	Estimación	3000	dolares de 1990/ha		(Andersen, 1997)
Nutrientes	Valor Estimado Medio	Chile	Estimación	118	dolares/hectarea		(Espinosa and Arqueros, 2000)
Planeta	Valor Estimado Medio	Amazonas	Estimación	6750	dolares de 1990/ha		(Andersen, 1997)
Agua	DAP	Brazil	CV	7.85	1996 US\$/household/month		(Ardila et al., 1998)

### 8.3.3 Deportes Acuáticos

Receptor Impactado	Tipo Cuantificación	Lugar de estudio	Tipo de estudio	Valor	Unidad	Fuente
Natación	DAP	Barbados	CV	1.04	1996 US\$/household/month	(Ardila et al., 1998)
Natación	DAP	Brazil	CV	7.74	1996 US\$/household/month	(Ardila et al., 1998)
Natación	DAP	Brazil	CV	5.4	1996 US\$/household/month	(Ardila et al., 1998)
Natación	DAP	Brazil	CV	7.28	1996 US\$/household/month	(Ardila et al., 1998)
Natación	DAP	Colombia	CV (direct)	11.34	1996 US\$/household/month	(Ardila et al., 1998)
Natación	DAP	Colombia	CV	3.72	1996 US\$/household/month	(Ardila et al., 1998)
Natación	DAP	Grecia	CV	0.69 (.44-.94)	€ hacer la bahía apta para baño/persona/4 meses	(Kontogianni et al., 2005)

Natación	DAP	Holanda	CV	35 (Desviación standard 3.6)	€ conservar la bahía apta para baño/persona/año	(Brouwer and Bronda, 2005)
Natación	DAP	Holanda	CV	41 (Desviación standard 3.8)	€ conservar la bahía apta para baño/persona/año	(Brouwer and Bronda, 2005)
Natación	DAP	Holanda	CV	22 (Desviación standard 6.6)	€ conservar la bahía apta para baño/persona/año	(Brouwer and Bronda, 2005)
Natación	DAP	Inglaterra	CV	39.7	£ del 2002 por hacer apta para el baño la bahía/año/casa	(Brouwer and Bronda, 2005)
Natación	DAP	Uruguay	CV	0.74	1996 US\$/household/month	(Ardila et al., 1998)

### 8.3.4 Ganadería

Receptor Impactado	Tipo Cuantificación	Lugar de estudio	Tipo de estudio	Valor	Unidad	Tipo de Valor	Fuente
Ganado	Valor Estimado Medio	Amazonas	CV	20	dolares de 1985/ha		(Andersen, 1997)
Ganado	Valor Total	Chile	Estimación	4520000	US\$ 1999/año por concepto de biodiversidad	uso	(Espinosa and Arqueros, 2000)

### 8.3.5 Pesca Deportiva

Receptor Impactado	Tipo Cuantificación	Lugar de estudio	Tipo de estudio	Valor	Unidad	Fuente
Pesca Deportiva	Valor Promedio de Mercado	USA		1.84	dolares/libra pez	(Jones)
Pesca deportiva	Valor marginal	Colorado	CV	(0-16)	dolares de 1978 por acre-pie, pag. 67	(Gibbons, 1986)
Pesca Deportiva	DAP	Grecia	CV	0.68 (.43-.92)	€ hacer la bahía apta para pesca/persona/4 meses	(Kontogianni et al., 2005)

### 8.3.6 Recreación Informal

Receptor Impactado	Tipo Cuantificación	Lugar de estudio	Tipo de estudio	Valor	Unidad	Tipo de Valor	Fuente
Paisaje	Valor Marginal			(0-11 )	dolares de 1978 por acre-pie		(Gibbons, 1986)
Paisaje	Valor Total	Mexico	Estimación	796199	pesos mexicanos/ anuales		(Gómez et al.)

Paisaje	DAP	Colombia	CV	3.24	1996 US\$/household/month		(Ardila et al., 1998)
Paisaje	DAP	Colombia	CV (direct)	3.28	1996 US\$/household/month		(Ardila et al., 1998)
Paisaje	DAP	Colombia	CV (direct)	7.14	1996 US\$/household/month		(Ardila et al., 1998)
Paisaje	DAP	Grecia	CV	5.85 (5.23-6.5)	€ aspectos generales de la bahía/persona/4 meses		(Kontogianni et al., 2005)
Paisaje	DAP	Grecia	CV	4.45 (3.88-5.02)	€ mejorar olor bahía/persona/4 meses		(Kontogianni et al., 2005)
Paisaje	DAP	Louisiana	CV	17.1	dolares/año acre		(Desvousges et al., 1992)
Paisaje	DAP	Nicaragua	CV	4	1996 US\$/household/month		(Ardila et al., 1998)
Paisaje	DAP	USA	CV	33.95 (30.68-37.22)	dolares 1987/día		(Pearce et al., 1994)
Usuarios	Valor Promedio de Mercado	Amazonas		80	dolares de 1990/ha	uso	(Andersen, 1997)

### 8.3.7 Turismo

Receptor Impactado	Tipo Cuantificación	Lugar de estudio	Tipo de estudio	Valor	Unidad	Tipo de Valor	Fuente
Paisaje	Valor Promedio de Mercado	Amazonas		80	dolares de 1990/ha		(Andersen, 1997)
Paisaje	Valor Estimado Medio	Bosque Tropical	Estimación	(5.-10)	US\$ 1999/ha/año	uso	(Espinosa and Arqueros, 2000)
Paisaje	Valor Estimado Medio	Chile	Estimación	2.84	US\$ 1999/ha/año	uso	(Espinosa and Arqueros, 2000)
Paisaje	Valor Estimado Medio	Costa Rica	Estimación	52	US\$ 1999/ha/año	uso	(Espinosa and Arqueros, 2000)
Paisaje	Valor Estimado Medio	Mexico	Estimación	8	US\$ 1999/ha/año	uso	(Espinosa and Arqueros, 2000)
Paisaje	Valor marginal	Colorado	CV	6	dolares de 1978 por acre-pie		(Gibbons, 1986)

## 8.4 Proyecciones Revisión AGIES

### 8.4.1 AGIES Cachapoal

TRAMO	PARAMETRO	Unidad	ESCENARIO	Año											
				2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
CA-TR-30	Al	mg/L	Proyeccion	1.64	1.58	1.54	1.49	1.45	1.42	1.38	1.35	1.32	1.29	1.26	
			Situación c/Norma	9.29	9.29	9.29	9.29	9.29	9.29	9.29	9.29	9.29	9.29	9.29	9.29
	B	mg/L	Proyeccion	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
			Situación c/Norma	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143
	Cd	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
			Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Cr	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
			Situación c/Norma	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	Cu	µg/L	Proyeccion	40	41	41	41	42	42	42	42	43	43	43	43
			Situación c/Norma	7,731	7,731	7,731	7,731	7,731	7,731	7,731	7,731	7,731	7,731	7,731	7,731
	Fe	mg/L	Proyeccion	0.639	0.570	0.509	0.454	0.405	0.361	0.323	0.288	0.257	0.229	0.204	0.204
			Situación c/Norma	13.69	13.69	13.69	13.69	13.69	13.69	13.69	13.69	13.69	13.69	13.69	13.69
	Mn	mg/L	Proyeccion	0.024	0.021	0.018	0.015	0.013	0.011	0.010	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005
			Situación c/Norma	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495
	Mo	mg/L	Proyeccion	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
			Situación c/Norma	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
	Ni	µg/L	Proyeccion	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
			Situación c/Norma	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
	Ox Dis	mg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
			Situación c/Norma	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
Pb	mg/L	Proyeccion	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	
		Situación c/Norma	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	
pH	-	Proyeccion	8.18	8.22	8.26	8.29	8.32	8.35	8.38	8.40	8.43	8.46	8.48		

		Situación c/Norma	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
	Se	µg/L	Proyeccion	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
			Situación c/Norma	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	SO42	mg/L	Proyeccion	80.93	80.77	80.62	80.49	80.36	80.24	80.12	80.01	79.91	79.80	79.71
			Situación c/Norma	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
	Zn	mg/L	Proyeccion	0.018	0.018	0.018	0.018	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.016	0.016
			Situación c/Norma	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CA-TR-40	Al	mg/L	Proyeccion	3.02	2.95	2.88	2.82	2.76	2.71	2.65	2.60	2.56	2.51	2.47
			Situación c/Norma	11.37	11.37	11.37	11.37	11.37	11.37	11.37	11.37	11.37	11.37	11.37
	As	mg/L	Proyeccion	0.039	0.039	0.039	0.039	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
			Situación c/Norma	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
	B	mg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Situación c/Norma	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
	Cd	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
			Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Cl	mg/L	Proyeccion	45.17	45.95	46.74	47.54	48.35	49.18	50.03	50.88	51.76	52.64	53.55
			Situación c/Norma	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	Cr	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
			Situación c/Norma	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	Cu	µg/L	Proyeccion	234.79	228.55	222.67	217.12	211.86	206.88	202.15	197.65	193.37	189.29	185.40
			Situación c/Norma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Fe	mg/L	Proyeccion	0.076	0.072	0.068	0.064	0.061	0.058	0.055	0.053	0.050	0.048	0.046
			Situación c/Norma	7.22	7.22	7.22	7.22	7.22	7.22	7.22	7.22	7.22	7.22	7.22
	Mn	mg/L	Proyeccion	0.098	0.090	0.083	0.076	0.070	0.064	0.059	0.054	0.050	0.046	0.042
			Situación c/Norma	0.351	0.351	0.351	0.351	0.351	0.351	0.351	0.351	0.351	0.351	0.351
	Mo	mg/L	Proyeccion	0.041	0.042	0.043	0.044	0.044	0.045	0.046	0.046	0.047	0.048	0.048
			Situación c/Norma	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
	Ni	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
			Situación c/Norma	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
	Ox Dis	mg/L	Proyeccion	10.19	10.20	10.20	10.20	10.21	10.21	10.22	10.22	10.22	10.23	10.23

			Situación c/Norma	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	
	Pb	mg/L	Proyeccion	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	
			Situación c/Norma	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	
	pH	-	Proyeccion	7.69	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.71	7.71	
			Situación c/Norma	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	
	Se	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
			Situación c/Norma	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	SO42	mg/L	Proyeccion	87.92	87.91	87.89	87.87	87.86	87.84	87.83	87.81	87.80	87.79	87.77	
			Situación c/Norma	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
	Zn	mg/L	Proyeccion	0.040	0.039	0.037	0.036	0.034	0.033	0.032	0.030	0.029	0.028	0.027	
			Situación c/Norma	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	
CA-TR-50	Al	mg/L	Proyeccion	3.70	3.58	3.46	3.36	3.26	3.17	3.09	3.01	2.94	2.88	2.81	
			Situación c/Norma	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30
	As	mg/L	Proyeccion	0.027	0.027	0.026	0.026	0.025	0.025	0.025	0.024	0.024	0.024	0.023	
			Situación c/Norma	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
	B	mg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
			Situación c/Norma	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
	Cd	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
			Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Cl	mg/L	Proyeccion	32.34	32.28	32.21	32.15	32.08	32.02	31.96	31.89	31.83	31.77	31.70	
			Situación c/Norma	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	Cr	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
			Situación c/Norma	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	Cu	µg/L	Proyeccion	288.22	282.91	277.87	273.06	268.48	264.10	259.92	255.91	252.07	248.38	244.84	
			Situación c/Norma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Fe	mg/L	Proyeccion	6.33	6.24	6.15	6.07	5.99	5.91	5.83	5.76	5.69	5.62	5.55	
			Situación c/Norma	10.39	10.39	10.39	10.39	10.39	10.39	10.39	10.39	10.39	10.39	10.39	10.39
	Mn	mg/L	Proyeccion	0.146	0.144	0.143	0.141	0.140	0.139	0.138	0.137	0.136	0.135	0.134	
			Situación c/Norma	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489	0.489
	Mo	mg/L	Proyeccion	0.041	0.042	0.043	0.044	0.044	0.045	0.046	0.046	0.047	0.047	0.048	

		Situación c/Norma	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	
Ni	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
		Situación c/Norma	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	
Ox Dis	mg/L	Proyeccion	10.97	11.05	11.12	11.19	11.26	11.33	11.39	11.45	11.51	11.57	11.63	
		Situación c/Norma	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	
Pb	mg/L	Proyeccion	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	
		Situación c/Norma	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	
pH	-	Proyeccion	7.55	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	
		Situación c/Norma	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	
Se	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Situación c/Norma	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
SO42	mg/L	Proyeccion	83.57	83.66	83.75	83.84	83.93	84.01	84.09	84.17	84.25	84.32	84.39	
		Situación c/Norma	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
Zn	mg/L	Proyeccion	0.050	0.049	0.048	0.048	0.047	0.047	0.046	0.046	0.046	0.045	0.045	
		Situación c/Norma	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	
CA-TR-70	Al	mg/L	Proyeccion	10.74	10.98	11.21	11.42	11.62	11.82	12.00	12.17	12.34	12.50	12.65
			Situación c/Norma	6.02	6.02	6.02	6.02	6.02	6.02	6.02	6.02	6.02	6.02	6.02
	As	mg/L	Proyeccion	0.016	0.016	0.017	0.017	0.017	0.018	0.018	0.018	0.018	0.019	0.019
			Situación c/Norma	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
	B	mg/L	Proyeccion	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
			Situación c/Norma	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
	Cd	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
			Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Cl	mg/L	Proyeccion	28.82	28.60	28.40	28.21	28.03	27.86	27.69	27.54	27.39	27.25	27.12
			Situación c/Norma	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	Cr	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
			Situación c/Norma	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	Cu	µg/L	Proyeccion	234.15	239.68	245.20	250.73	256.25	261.77	267.30	272.82	278.35	283.87	289.40
			Situación c/Norma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Fe	mg/L	Proyeccion	9.80	10.05	10.29	10.51	10.73	10.93	11.12	11.31	11.48	11.65	11.81



		Situación c/Norma	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Mn	mg/L	Proyeccion	0.383	0.401	0.419	0.436	0.453	0.470	0.487	0.503	0.520	0.536	0.552
		Situación c/Norma	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286
Mo	mg/L	Proyeccion	0.034	0.035	0.037	0.039	0.040	0.042	0.044	0.046	0.047	0.049	0.051
		Situación c/Norma	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
Ni	µg/L	Proyeccion	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Situación c/Norma	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Ox Dis	mg/L	Proyeccion	10.19	10.30	10.41	10.52	10.63	10.74	10.86	10.97	11.08	11.19	11.30
		Situación c/Norma	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Pb	mg/L	Proyeccion	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
		Situación c/Norma	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
pH	-	Proyeccion	8.46	8.50	8.54	8.57	8.61	8.64	8.67	8.70	8.73	8.76	8.78
		Situación c/Norma	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
Se	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Situación c/Norma	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
SO42	mg/L	Proyeccion	82.37	82.37	82.37	82.37	82.37	82.37	82.37	82.37	82.37	82.37	82.37
		Situación c/Norma	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Zn	mg/L	Proyeccion	0.037	0.037	0.038	0.038	0.039	0.039	0.039	0.040	0.040	0.040	0.041
		Situación c/Norma	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097
CL-TR-10	Al	mg/L	Proyeccion	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
			Situación c/Norma	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32
As	mg/L	Proyeccion	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Situación c/Norma	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
B	mg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Situación c/Norma	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
Cd	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Cl	mg/L	Proyeccion	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69
		Situación c/Norma	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30
Cr	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

		Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Cu	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Fe	mg/L	Proyeccion	0.302	0.287	0.274	0.262	0.251	0.241	0.233	0.225	0.217	0.210	0.204
		Situación c/Norma	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
Mn	mg/L	Proyeccion	0.049	0.047	0.046	0.044	0.043	0.042	0.041	0.040	0.039	0.038	0.037
		Situación c/Norma	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140
Mo	mg/L	Proyeccion	0.033	0.034	0.035	0.036	0.037	0.038	0.038	0.039	0.040	0.040	0.041
		Situación c/Norma	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
Ni	µg/L	Proyeccion	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		Situación c/Norma	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Ox Dis	mg/L	Proyeccion	9.93	10.06	10.18	10.31	10.44	10.56	10.69	10.82	10.94	11.07	11.19
		Situación c/Norma	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05
Pb	mg/L	Proyeccion	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
		Situación c/Norma	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
pH	-	Proyeccion	8.04	8.05	8.06	8.07	8.08	8.09	8.09	8.10	8.11	8.12	8.12
		Situación c/Norma	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
RAS	-	Proyeccion	0.469	0.469	0.469	0.469	0.469	0.469	0.469	0.469	0.469	0.469	0.469
		Situación c/Norma	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Se	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Situación c/Norma	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
SO42	mg/L	Proyeccion	1.18	1.21	1.24	1.26	1.29	1.31	1.34	1.36	1.38	1.40	1.42
		Situación c/Norma	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Zn	mg/L	Proyeccion	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
		Situación c/Norma	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
CO-TR-10	Al	Proyeccion	3.82	3.12	2.55	2.08	1.70	1.39	1.14	0.928	0.758	0.619	0.506
		Situación c/Norma	32.37	32.37	32.37	32.37	32.37	32.37	32.37	32.37	32.37	32.37	32.37
	As	Proyeccion	0.142	0.140	0.139	0.137	0.136	0.134	0.133	0.132	0.131	0.129	0.128
		Situación c/Norma	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340
B	mg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

		Situación c/Norma	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340
Cd	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Situación c/Norma	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Cl	mg/L	Proyeccion	17.62	17.71	17.79	17.88	17.95	18.03	18.11	18.18	18.25	18.32	18.39
		Situación c/Norma	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Cu	µg/L	Proyeccion	10,035	9,687	9,349	9,022	8,705	8,397	8,097	7,806	7,523	7,247	6,978
		Situación c/Norma	15,674	15,674	15,674	15,674	15,674	15,674	15,674	15,674	15,674	15,674	15,674
Fe	mg/L	Proyeccion	34.46	34.46	34.46	34.46	34.46	34.46	34.46	34.46	34.46	34.46	34.46
		Situación c/Norma	59.50	59.50	59.50	59.50	59.50	59.50	59.50	59.50	59.50	59.50	59.50
Mn	mg/L	Proyeccion	0.727	0.667	0.611	0.560	0.514	0.471	0.432	0.396	0.363	0.332	0.305
		Situación c/Norma	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09
Mo	mg/L	Proyeccion	0.111	0.100	0.090	0.081	0.072	0.065	0.058	0.052	0.047	0.042	0.038
		Situación c/Norma	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
Ni	µg/L	Proyeccion	28.33	28.33	28.33	28.33	28.33	28.33	28.33	28.33	28.33	28.33	28.33
		Situación c/Norma	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Ox Dis	mg/L	Proyeccion	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97
		Situación c/Norma	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Pb	mg/L	Proyeccion	0.025	0.024	0.023	0.023	0.022	0.021	0.021	0.020	0.019	0.019	0.019
		Situación c/Norma	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
pH	-	Proyeccion	7.08	7.13	7.19	7.24	7.29	7.34	7.40	7.45	7.50	7.55	7.61
		Situación c/Norma	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
RAS	-	Proyeccion	0.608	0.608	0.608	0.608	0.608	0.608	0.608	0.608	0.608	0.608	0.608
		Situación c/Norma	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Se	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Situación c/Norma	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Zn	mg/L	Proyeccion	0.197	0.176	0.157	0.140	0.124	0.111	0.099	0.088	0.079	0.070	0.062
		Situación c/Norma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

## 8.4.2 AGIES Loa

TRAMO	PARAMETRO	Unidad	ESCENARIOS	Año											
				2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
LO-TR-10	Al	mg/L	Proyeccion	2.25	2.12	2.01	1.91	1.83	1.76	1.69	1.64	1.58	1.54	1.49	
		#N/A	Situación c/Norma	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
	As	mg/L	Proyeccion	0.2579	0.2579	0.2579	0.2579	0.2579	0.2579	0.2579	0.2579	0.2579	0.2579	0.2579	0.2579
		mg/L	Situación c/Norma	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000
	B	mg/L	Proyeccion	3.68	3.55	3.44	3.33	3.24	3.16	3.08	3.02	2.95	2.90	2.84	
		mg/L	Situación c/Norma	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
	Cd	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
		µg/L	Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Cl	mg/L	Proyeccion	151.97	152.13	152.28	152.44	152.58	152.72	152.86	152.99	153.12	153.25	153.37	
		mg/L	Situación c/Norma	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	
	Conduct	µ S/cm	Proyeccion	1,174	1,176	1,178	1,179	1,181	1,183	1,185	1,187	1,188	1,190	1,192	
		µ S/cm	Situación c/Norma	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	
	Cr	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
		µg/L	Situación c/Norma	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	
	Cu	µg/L	Proyeccion	21.35	21.35	21.35	21.35	21.35	21.35	21.35	21.35	21.35	21.35	21.35	
		µg/L	Situación c/Norma	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	
	DQO	mg/L	Proyeccion	30.26	31.52	32.71	33.85	34.94	35.99	37.00	37.97	38.91	39.82	40.70	
		mg/L	Situación c/Norma	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	Fe	mg/L	Proyeccion	0.3075	0.3157	0.3239	0.3321	0.3403	0.3485	0.3567	0.3649	0.3731	0.3813	0.3895	
		mg/L	Situación c/Norma	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	
Hg	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	µg/L	Situación c/Norma	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000		
Mn	mg/L	Proyeccion	0.0675	0.0675	0.0675	0.0675	0.0675	0.0675	0.0675	0.0675	0.0675	0.0675	0.0675		
	mg/L	Situación c/Norma	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500		
Mo	mg/L	Proyeccion	0.0452	0.0471	0.0488	0.0503	0.0518	0.0531	0.0544	0.0555	0.0567	0.0577	0.0587		
	mg/L	Situación c/Norma	0.1200	0.1200	0.1200	0.1200	0.1200	0.1200	0.1200	0.1200	0.1200	0.1200	0.1200		

	Ni	µg/L	Proyeccion	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		µg/L	Situación c/Norma	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Ox Dis	mg/L	Proyeccion	7.72	7.68	7.65	7.61	7.58	7.55	7.52	7.49	7.46	7.43	7.40
		mg/L	Situación c/Norma	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
	Pb	mg/L	Proyeccion	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500
		mg/L	Situación c/Norma	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
	pH	-	Proyeccion	7.97	7.94	7.91	7.88	7.85	7.82	7.79	7.76	7.73	7.70	7.67
		-	Situación c/Norma	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	RAS	-	Proyeccion	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18
		-	Situación c/Norma	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Se	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		µg/L	Situación c/Norma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Zn	mg/L	Proyeccion	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300
		mg/L	Situación c/Norma	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200
LO-TR-30	Al	mg/L	Proyeccion	0.2811	0.2751	0.2696	0.2645	0.2597	0.2554	0.2513	0.2474	0.2438	0.2404	0.2372
		mg/L	Situación c/Norma	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
	As	mg/L	Proyeccion	1.26	1.27	1.28	1.29	1.30	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35	1.36
		mg/L	Situación c/Norma	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	B	mg/L	Proyeccion	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		mg/L	Situación c/Norma	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
	Cd	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		µg/L	Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Cr	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		µg/L	Situación c/Norma	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630
	Cu	µg/L	Proyeccion	11.94	11.67	11.42	11.18	10.96	10.74	10.54	10.35	10.17	10.00	9.84
		µg/L	Situación c/Norma	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	DQO	mg/L	Proyeccion	31.97	31.97	31.97	31.97	31.97	31.97	31.97	31.97	31.97	31.97	31.97
		mg/L	Situación c/Norma	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00
	Fe	mg/L	Proyeccion	0.0458	0.0448	0.0440	0.0431	0.0424	0.0416	0.0409	0.0403	0.0397	0.0391	0.0385
		mg/L	Situación c/Norma	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000

Hg	µg/L	Proyeccion	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44
	µg/L	Situación c/Norma	0.1700	0.1700	0.1700	0.1700	0.1700	0.1700	0.1700	0.1700	0.1700	0.1700	0.1700
Mn	mg/L	Proyeccion	0.0123	0.0115	0.0108	0.0102	0.0097	0.0093	0.0088	0.0085	0.0081	0.0078	0.0075
	mg/L	Situación c/Norma	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400
Mo	mg/L	Proyeccion	0.0442	0.0458	0.0473	0.0487	0.0501	0.0513	0.0524	0.0535	0.0545	0.0555	0.0564
	mg/L	Situación c/Norma	0.0700	0.0700	0.0700	0.0700	0.0700	0.0700	0.0700	0.0700	0.0700	0.0700	0.0700
Ni	µg/L	Proyeccion	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	µg/L	Situación c/Norma	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Ox Dis	mg/L	Proyeccion	5.92	5.84	5.75	5.68	5.60	5.53	5.46	5.39	5.33	5.26	5.20
	mg/L	Situación c/Norma	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Pb	mg/L	Proyeccion	0.0383	0.0393	0.0402	0.0411	0.0419	0.0426	0.0434	0.0440	0.0447	0.0453	0.0459
	mg/L	Situación c/Norma	0.0250	0.0250	0.0250	0.0250	0.0250	0.0250	0.0250	0.0250	0.0250	0.0250	0.0250
pH	-	Proyeccion	7.77	7.77	7.76	7.75	7.75	7.74	7.73	7.72	7.72	7.71	7.70
	-	Situación c/Norma	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
RAS	-	Proyeccion	15.33	15.33	15.33	15.33	15.33	15.33	15.33	15.33	15.33	15.33	15.33
	-	Situación c/Norma	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Se	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	µg/L	Situación c/Norma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LO-TR-40 Al	mg/L	Proyeccion	0.1850	0.1762	0.1680	0.1602	0.1529	0.1459	0.1392	0.1329	0.1269	0.1211	0.1155
	mg/L	Situación c/Norma	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
As	mg/L	Proyeccion	1.75	1.75	1.74	1.74	1.73	1.73	1.72	1.72	1.72	1.71	1.71
	mg/L	Situación c/Norma	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
B	mg/L	Proyeccion	18.95	18.95	18.95	18.95	18.95	18.95	18.95	18.95	18.95	18.95	18.95
	mg/L	Situación c/Norma	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Cd	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	µg/L	Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Cr	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	µg/L	Situación c/Norma	444	444	444	444	444	444	444	444	444	444	444
Cu	µg/L	Proyeccion	12.80	12.50	12.23	11.97	11.73	11.49	11.27	11.07	10.87	10.68	10.50
	µg/L	Situación c/Norma	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70

DQO	mg/L	Proyeccion	29.03	29.03	29.03	29.03	29.03	29.03	29.03	29.03	29.03	29.03	29.03
	mg/L	Situación c/Norma	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Fe	mg/L	Proyeccion	0.0519	0.0501	0.0484	0.0467	0.0451	0.0436	0.0421	0.0407	0.0393	0.0379	0.0366
	mg/L	Situación c/Norma	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000
Hg	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	µg/L	Situación c/Norma	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000
Mn	mg/L	Proyeccion	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
	mg/L	Situación c/Norma	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400
Mo	mg/L	Proyeccion	0.0485	0.0503	0.0519	0.0534	0.0548	0.0561	0.0573	0.0585	0.0596	0.0606	0.0616
	mg/L	Situación c/Norma	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400
Ni	µg/L	Proyeccion	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	µg/L	Situación c/Norma	14.60	14.60	14.60	14.60	14.60	14.60	14.60	14.60	14.60	14.60	14.60
Ox Dis	mg/L	Proyeccion	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49
	mg/L	Situación c/Norma	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Pb	mg/L	Proyeccion	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500
	mg/L	Situación c/Norma	0.1300	0.1300	0.1300	0.1300	0.1300	0.1300	0.1300	0.1300	0.1300	0.1300	0.1300
pH	-	Proyeccion	7.84	7.84	7.84	7.84	7.83	7.83	7.83	7.83	7.82	7.82	7.82
	-	Situación c/Norma	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
RAS	-	Proyeccion	17.93	17.93	17.93	17.93	17.93	17.93	17.93	17.93	17.93	17.93	17.93
	-	Situación c/Norma	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Se	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	µg/L	Situación c/Norma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Zn	mg/L	Proyeccion	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300
	mg/L	Situación c/Norma	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200
LO-TR-50	Al	mg/L	Proyeccion	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000
		mg/L	Situación c/Norma	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
As	mg/L	Proyeccion	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48
	mg/L	Situación c/Norma	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60
B	mg/L	Proyeccion	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
	mg/L	Situación c/Norma	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41

Cd	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	µg/L	Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Cr	µg/L	Proyeccion	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	µg/L	Situación c/Norma	640	640	640	640	640	640	640	640	640	640	640
Cu	µg/L	Proyeccion	16.62	17.28	17.88	18.44	18.96	19.45	19.91	20.34	20.75	21.15	21.53
	µg/L	Situación c/Norma	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
DQO	mg/L	Proyeccion	82.50	85.44	88.05	90.37	92.48	94.40	96.17	97.80	99.33	100.75	102.09
	mg/L	Situación c/Norma	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Fe	mg/L	Proyeccion	1.85	1.98	2.10	2.21	2.30	2.39	2.47	2.54	2.61	2.67	2.73
	mg/L	Situación c/Norma	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000
Hg	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	µg/L	Situación c/Norma	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000
Mn	mg/L	Proyeccion	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200
	mg/L	Situación c/Norma	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400
Mo	mg/L	Proyeccion	0.0578	0.0587	0.0595	0.0603	0.0610	0.0616	0.0622	0.0627	0.0632	0.0637	0.0642
	mg/L	Situación c/Norma	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600
Ni	µg/L	Proyeccion	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	µg/L	Situación c/Norma	23.70	23.70	23.70	23.70	23.70	23.70	23.70	23.70	23.70	23.70	23.70
Ox Dis	mg/L	Proyeccion	6.05	5.82	5.63	5.46	5.31	5.17	5.06	4.95	4.85	4.76	4.68
	mg/L	Situación c/Norma	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Pb	mg/L	Proyeccion	0.0389	0.0366	0.0346	0.0329	0.0312	0.0298	0.0284	0.0271	0.0260	0.0249	0.0238
	mg/L	Situación c/Norma	0.0790	0.0790	0.0790	0.0790	0.0790	0.0790	0.0790	0.0790	0.0790	0.0790	0.0790
pH	-	Proyeccion	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86
	-	Situación c/Norma	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
RAS	-	Proyeccion	23.96	23.96	23.96	23.96	23.96	23.96	23.96	23.96	23.96	23.96	23.96
	-	Situación c/Norma	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Se	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	µg/L	Situación c/Norma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Zn	mg/L	Proyeccion	0.0265	0.0280	0.0292	0.0303	0.0314	0.0323	0.0331	0.0339	0.0347	0.0354	0.0360
	mg/L	Situación c/Norma	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200



LO-TR-60	Al	mg/L	Proyeccion	0.3302	0.3406	0.3504	0.3597	0.3686	0.3771	0.3853	0.3932	0.4008	0.4082	0.4153
		mg/L	Situación c/Norma	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
	As	mg/L	Proyeccion	2.16	2.17	2.18	2.19	2.21	2.22	2.23	2.23	2.24	2.25	2.26
		mg/L	Situación c/Norma	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
	B	mg/L	Proyeccion	36.09	35.83	35.59	35.35	35.13	34.92	34.71	34.51	34.32	34.14	33.96
		mg/L	Situación c/Norma	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
	Cd	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		µg/L	Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Cr	µg/L	Proyeccion	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
		µg/L	Situación c/Norma	21,650	21,650	21,650	21,650	21,650	21,650	21,650	21,650	21,650	21,650	21,650
	Cu	µg/L	Proyeccion	10.90	10.45	10.04	9.66	9.31	8.99	8.69	8.41	8.15	7.91	7.68
		µg/L	Situación c/Norma	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
	DQO	mg/L	Proyeccion	78.08	79.75	81.31	82.77	84.14	85.44	86.67	87.84	88.97	90.04	91.07
		mg/L	Situación c/Norma	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
	Fe	mg/L	Proyeccion	0.0680	0.0611	0.0546	0.0483	0.0423	0.0365	0.0310	0.0257	0.0206	0.0156	0.0108
		mg/L	Situación c/Norma	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000
	Hg	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		µg/L	Situación c/Norma	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000
	Mn	mg/L	Proyeccion	0.0767	0.0767	0.0767	0.0767	0.0767	0.0767	0.0767	0.0767	0.0767	0.0767	0.0767
		mg/L	Situación c/Norma	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400
	Mo	mg/L	Proyeccion	0.1498	0.1510	0.1522	0.1533	0.1544	0.1554	0.1563	0.1572	0.1581	0.1589	0.1597
		mg/L	Situación c/Norma	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500
	Ni	µg/L	Proyeccion	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		µg/L	Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Ox Dis	mg/L	Proyeccion	7.07	6.97	6.88	6.79	6.71	6.64	6.56	6.49	6.43	6.36	6.30
		mg/L	Situación c/Norma	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Pb	mg/L	Proyeccion	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	
	mg/L	Situación c/Norma	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	
pH	-	Proyeccion	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	
	-	Situación c/Norma	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

	RAS	-	Proyeccion	32.60	32.78	32.95	33.12	33.28	33.43	33.58	33.73	33.87	34.00	34.13
		-	Situación c/Norma	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Se	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		µg/L	Situación c/Norma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Zn	mg/L	Proyeccion	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200
		mg/L	Situación c/Norma	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500
SA-TR-10	As	mg/L	Proyeccion	2.16	2.19	2.22	2.25	2.28	2.31	2.34	2.37	2.40	2.42	2.45
		mg/L	Situación c/Norma	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	B	mg/L	Proyeccion	18.00	18.14	18.28	18.41	18.54	18.66	18.78	18.89	19.00	19.11	19.22
		mg/L	Situación c/Norma	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	Cd	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		µg/L	Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Cr	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		µg/L	Situación c/Norma	6,940	6,940	6,940	6,940	6,940	6,940	6,940	6,940	6,940	6,940	6,940
	Cu	µg/L	Proyeccion	13.54	13.24	12.96	12.70	12.45	12.21	11.99	11.77	11.57	11.38	11.20
		µg/L	Situación c/Norma	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
	DQO	mg/L	Proyeccion	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80
		mg/L	Situación c/Norma	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00
	Fe	mg/L	Proyeccion	0.1083	0.0957	0.0856	0.0773	0.0704	0.0645	0.0595	0.0552	0.0514	0.0480	0.0451
		mg/L	Situación c/Norma	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000
	Hg	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		µg/L	Situación c/Norma	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000
	Mn	mg/L	Proyeccion	0.7118	0.7118	0.7118	0.7118	0.7118	0.7118	0.7118	0.7118	0.7118	0.7118	0.7118
		mg/L	Situación c/Norma	0.6100	0.6100	0.6100	0.6100	0.6100	0.6100	0.6100	0.6100	0.6100	0.6100	0.6100
	Mo	mg/L	Proyeccion	0.0531	0.0553	0.0572	0.0590	0.0607	0.0622	0.0637	0.0650	0.0662	0.0674	0.0685
		mg/L	Situación c/Norma	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300
	Ni	µg/L	Proyeccion	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		µg/L	Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Ox Dis	mg/L	Proyeccion	6.58	6.54	6.51	6.47	6.44	6.40	6.37	6.34	6.31	6.28	6.25
		mg/L	Situación c/Norma	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50

SP-TR-10	Pb	mg/L	Proyeccion	0.0482	0.0508	0.0532	0.0553	0.0572	0.0589	0.0606	0.0621	0.0635	0.0648	0.0661	
		mg/L	Situación c/Norma	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
	pH	-	Proyeccion	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71
		-	Situación c/Norma	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	RAS	-	Proyeccion	15.46	15.46	15.46	15.46	15.46	15.46	15.46	15.46	15.46	15.46	15.46	15.46
		-	Situación c/Norma	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
	Se	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		µg/L	Situación c/Norma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	SO42	mg/L	Proyeccion	92.05	92.05	92.05	92.05	92.05	92.05	92.05	92.05	92.05	92.05	92.05	92.05
		mg/L	Situación c/Norma	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	Zn	mg/L	Proyeccion	0.1216	0.1280	0.1344	0.1406	0.1466	0.1526	0.1585	0.1642	0.1699	0.1755	0.1811	0.1811
		mg/L	Situación c/Norma	0.0970	0.0970	0.0970	0.0970	0.0970	0.0970	0.0970	0.0970	0.0970	0.0970	0.0970	0.0970
	Al	mg/L	Proyeccion	0.1566	0.1394	0.1250	0.1130	0.1027	0.0939	0.0862	0.0795	0.0737	0.0685	0.0638	0.0638
		mg/L	Situación c/Norma	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70
	As	mg/L	Proyeccion	0.4790	0.4790	0.4790	0.4790	0.4790	0.4790	0.4790	0.4790	0.4790	0.4790	0.4790	0.4790
		mg/L	Situación c/Norma	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000
	B	mg/L	Proyeccion	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		mg/L	Situación c/Norma	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Cd	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		µg/L	Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Cr	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	µg/L	Situación c/Norma	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	
Cu	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	µg/L	Situación c/Norma	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
DQO	mg/L	Proyeccion	19.90	20.63	21.31	21.96	22.58	23.18	23.75	24.29	24.82	25.33	25.83	25.83	
	mg/L	Situación c/Norma	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
Fe	mg/L	Proyeccion	0.0613	0.0540	0.0480	0.0430	0.0388	0.0352	0.0322	0.0295	0.0272	0.0252	0.0234	0.0234	
	mg/L	Situación c/Norma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Hg	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	µg/L	Situación c/Norma	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	

	Mn	mg/L	Proyeccion	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462	
		mg/L	Situación c/Norma	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500
	Mo	mg/L	Proyeccion	0.0487	0.0507	0.0526	0.0544	0.0560	0.0575	0.0589	0.0602	0.0614	0.0626	0.0637
		mg/L	Situación c/Norma	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200
	Ni	µg/L	Proyeccion	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		µg/L	Situación c/Norma	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Ox Dis	mg/L	Proyeccion	7.20	7.19	7.17	7.16	7.15	7.14	7.12	7.11	7.10	7.09	7.08
		mg/L	Situación c/Norma	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
	Pb	mg/L	Proyeccion	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500
		mg/L	Situación c/Norma	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
	pH	-	Proyeccion	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02
		-	Situación c/Norma	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	RAS	-	Proyeccion	3.63	3.64	3.65	3.66	3.67	3.68	3.69	3.70	3.71	3.72	3.73
		-	Situación c/Norma	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Se	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		µg/L	Situación c/Norma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	SO42	mg/L	Proyeccion	96.81	97.51	98.21	98.91	99.61	100.31	101.01	101.71	102.41	103.11	103.81
		mg/L	Situación c/Norma	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
	Zn	mg/L	Proyeccion	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200
		mg/L	Situación c/Norma	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
SS-TR-20	Al	mg/L	Proyeccion	0.3440	0.3606	0.3766	0.3921	0.4071	0.4216	0.4357	0.4494	0.4628	0.4759	0.4886
		mg/L	Situación c/Norma	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
	As	mg/L	Proyeccion	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56
		mg/L	Situación c/Norma	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90
	B	mg/L	Proyeccion	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55
		mg/L	Situación c/Norma	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
	Cd	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		µg/L	Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Cr	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		µg/L	Situación c/Norma	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470

Cu	µg/L	Proyeccion	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	µg/L	Situación c/Norma	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470
DQO	mg/L	Proyeccion	51.43	53.31	55.19	57.07	58.95	60.83	62.71	64.59	66.47	68.35	70.23
	mg/L	Situación c/Norma	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Fe	mg/L	Proyeccion	0.0496	0.0479	0.0464	0.0450	0.0437	0.0424	0.0413	0.0402	0.0392	0.0383	0.0374
	mg/L	Situación c/Norma	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000
Hg	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	µg/L	Situación c/Norma	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500
Mn	mg/L	Proyeccion	0.0206	0.0210	0.0214	0.0217	0.0220	0.0223	0.0226	0.0229	0.0231	0.0234	0.0236
	mg/L	Situación c/Norma	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400
Mo	mg/L	Proyeccion	0.0640	0.0665	0.0690	0.0715	0.0740	0.0765	0.0790	0.0815	0.0840	0.0865	0.0890
	mg/L	Situación c/Norma	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800
Ni	µg/L	Proyeccion	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	µg/L	Situación c/Norma	24.80	24.80	24.80	24.80	24.80	24.80	24.80	24.80	24.80	24.80	24.80
Ox Dis	mg/L	Proyeccion	7.52	7.48	7.44	7.40	7.37	7.33	7.29	7.26	7.23	7.20	7.16
	mg/L	Situación c/Norma	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500
Pb	mg/L	Proyeccion	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500
	mg/L	Situación c/Norma	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800
pH	-	Proyeccion	8.10	8.11	8.11	8.12	8.12	8.12	8.13	8.13	8.14	8.14	8.14
	-	Situación c/Norma	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
RAS	-	Proyeccion	18.28	18.28	18.28	18.28	18.28	18.28	18.28	18.28	18.28	18.28	18.28
	-	Situación c/Norma	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800
Se	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	µg/L	Situación c/Norma	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800	0.0800
TO-TR-10	Al	mg/L	Proyeccion	5.13	5.13	5.13	5.13	5.13	5.13	5.13	5.13	5.13	5.13
		mg/L	Situación c/Norma	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
As	mg/L	Proyeccion	0.7236	0.7209	0.7183	0.7158	0.7134	0.7110	0.7087	0.7065	0.7043	0.7022	0.7002
	mg/L	Situación c/Norma	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
B	mg/L	Proyeccion	2.15	2.12	2.09	2.06	2.03	2.00	1.98	1.95	1.93	1.90	1.88
	mg/L	Situación c/Norma	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Cd	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	µg/L	Situación c/Norma	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Cl	mg/L	Proyeccion	104.58	104.06	103.55	103.08	102.63	102.19	101.78	101.39	101.01	100.65	100.30
	mg/L	Situación c/Norma	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Cr	µg/L	Proyeccion	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	µg/L	Situación c/Norma	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Cu	µg/L	Proyeccion	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	µg/L	Situación c/Norma	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
DQO	mg/L	Proyeccion	12.71	12.29	11.90	11.55	11.21	10.90	10.61	10.33	10.07	9.82	9.58
	mg/L	Situación c/Norma	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Fe	mg/L	Proyeccion	1.26	1.37	1.50	1.63	1.78	1.94	2.12	2.31	2.52	2.75	3.00
	mg/L	Situación c/Norma	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000
Hg	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	µg/L	Situación c/Norma	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000
Mn	mg/L	Proyeccion	0.1382	0.1382	0.1382	0.1382	0.1382	0.1382	0.1382	0.1382	0.1382	0.1382	0.1382
	mg/L	Situación c/Norma	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000
Mo	mg/L	Proyeccion	0.0543	0.0572	0.0598	0.0621	0.0643	0.0663	0.0681	0.0698	0.0714	0.0729	0.0743
	mg/L	Situación c/Norma	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300	0.0300
Ni	µg/L	Proyeccion	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	µg/L	Situación c/Norma	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Ox Dis	mg/L	Proyeccion	6.02	5.90	5.77	5.65	5.53	5.41	5.29	5.17	5.04	4.92	4.80
	mg/L	Situación c/Norma	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Pb	mg/L	Proyeccion	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500
	mg/L	Situación c/Norma	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
pH	-	Proyeccion	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04
	-	Situación c/Norma	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
RAS	-	Proyeccion	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
	-	Situación c/Norma	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Se	µg/L	Proyeccion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	µg/L	Situación c/Norma	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

	SO42	mg/L	Proyeccion	73.17	73.31	73.44	73.56	73.68	73.80	73.91	74.03	74.13	74.24	74.34
		mg/L	Situación c/Norma	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
	Zn	mg/L	Proyeccion	0.0441	0.0464	0.0485	0.0504	0.0521	0.0536	0.0551	0.0564	0.0577	0.0588	0.0600
		mg/L	Situación c/Norma	0.0970	0.0970	0.0970	0.0970	0.0970	0.0970	0.0970	0.0970	0.0970	0.0970	0.0970