



UNIVERSIDAD  
DE CONCEPCIÓN



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO



CENTRO EULA



# ANÁLISIS GENERAL DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LA NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD AGUAS EN LA CUENCA DEL RÍO BIOBÍO, EN EL SECTOR SILVOAGROPECUARIO

*Proyecto: Análisis General del Impacto Económico de la Norma Secundaria de Calidad Aguas del río  
Biobío en el Sector Silvoagropecuario.  
Centro EULA-Chile Universidad de Concepción  
Enero 2006*

## INDICE

<b>I) INTRODUCCION .....</b>	<b>3</b>
<b>II) OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....</b>	<b>4</b>
2.1) Objetivo General.....	4
2.2) Objetivos Específicos .....	4
<b>III) METODOLOGIA.....</b>	<b>5</b>
3.1) Definición línea base socioeconómica proyectada. (Proyección a 10 años).....	5
3.2) Identificación de Impactos.....	6
3.2.1) Metodología Calidad de Aguas.....	6
3.3) Valoración de Impactos .....	8
3.4) Evaluación Costo-Beneficio .....	10
3.4.1) Flujo De Caja.....	10
3.4.2) Indicadores De Rentabilidad.....	10
3.5) Propuesta de Estudios Futuros.....	10
3.6) Fuentes de Información analizadas.....	11
3.6.1.) Fuentes Secundarias .....	11
3.6.2) Fuentes primarias (entrevistas).....	12
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>13</b>
4.1) Línea Base Socioeconómica de la Cuenca del Río Biobío. ....	13
4.1.1) Caracterización Geográfica Básica de la Cuenca del Biobío.....	13
4.1.2) Caracterización y Diagnóstico de la Situación Socioeconómica de la Cuenca del Río Biobío. .	28
4.1.3) Análisis del Sector Silvoagropecuario. ....	35
4.1.4) Caracterización General del Problema Calidad de Aguas en la Cuenca.....	44
4.2) Identificación de Impactos.....	46
4.2.1) Impactos Norma Secundaria de Calidad de Agua en la Actividad Silvoagropecuaria.....	46
4.2.2) Benef. Intangibles del Mejoramiento de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Río Biobío. .	60
4.3) Valoración de Impactos. ....	62
4.3.1) Valoración de Impactos Contaminación Difusa. ....	62
4.3.2) Dificultades para la Valoración de los Servicios Ambientales de la Calidad de Aguas. ....	69
4.4) Evaluación Costo-Benef. de la Norma Calidad Aguas Río Biobío en el Sector Silvoagropecuario..	70
4.4.1) Flujo de Caja.....	¡Error! Marcador no definido.
4.4.2) Indicadores de Rentabilidad. ....	¡Error! Marcador no definido.
<b>V) CONCLUSIONES .....</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>VI) ANEXOS.....</b>	¡Error! Marcador no definido.

## I) INTRODUCCION

De acuerdo a lo establecido en el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión (DS N° 93/95) el proceso de dictación, tanto de una norma de calidad como de una norma de emisión, requiere de un análisis general del impacto económico y social del Anteproyecto de Norma (AGIES). En el octavo y noveno Programa Priorizado de Normas (2003-2005), se incluyen las normas secundarias de calidad de aguas de algunas cuencas priorizadas, las que han elaborado sus Anteproyectos, entre ellas la cuenca del río Biobío. Una Norma Secundaria de Calidad Ambiental es aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o conservación del medioambiente o la preservación de la naturaleza.

El objetivo general de las normas secundarias de calidad de las aguas es: proteger, mantener y recuperar la calidad de las aguas continentales superficiales de manera de salvaguardar el aprovechamiento del recurso, la protección y conservación de las comunidades acuáticas y de los ecosistemas lacustre, maximizando los beneficios sociales, económicos y medioambientales, y especialmente sobre el sector silvoagropecuario, por la cantidad de superficie que el sector ocupa en la cuenca. Luego, se requiere una evaluación económica ex-ante para la maximización de los beneficios sociales, económicos y medioambientales, de la aplicación de la norma. La maximización de los beneficios sociales, económicos y medioambientales, de la aplicación de la norma, requiere de un estudio especial denominado Análisis General del Impacto Económico Social (AGIES), que permite ajustar tiempos y oportunidad de la aplicación de la normativa y diseñar el Plan de Gestión Ambiental para el sector.

La cuenca hidrográfica del río Biobio debe su nombre a su cauce principal, el río Biobío. Dicha cuenca hidrográfica posee la más alta concentración de habitantes en la VIII región y en la cual radica el centro político, comercial, industrial, portuario, y de comunicaciones viales. Esta cuenca hidrográfica cubre más de los dos tercios de la superficie del la VIII región del Biobio, aproximadamente 25 mil kilómetros cuadrados, de los cuales del orden de un tercio pertenece a la novena región de la Araucanía.

En el presente capítulo se presentó una introducción que permite contextualizar el tema de las leyes secundarias de calidad de aguas para el caso de la cuenca del río Biobío. En el capítulo II se explican el objetivo general y los objetivos específicos que se desean obtener a partir de la aplicación de esta nueva norma reglamentaria en el territorio en cuestión. El capítulo III presenta la metodología utilizada en el tratamiento de los datos y se indica cómo estos se procesaron y fueron utilizados para la obtención de resultados en este informe. En el capítulo IV se presentan los resultados obtenidos a partir de la caracterización económica del sector silvoagropecuario y su relación con la Norma Secundaria de calidad de las aguas. En primer lugar se establece la línea base socioeconómica de la cuenca del río Biobío, dentro de ella se establece una caracterización geográfica básica de la cuenca, un diagnóstico sobre la situación socioeconómica, un análisis del sector silvoagropecuario y por último la caracterización general del problema de calidad de aguas en la cuenca. A continuación dentro del segundo punto de este capítulo se presenta la identificación de impactos provenientes de la contaminación difusa y los beneficios intangibles del mejoramiento de la calidad del aguas de la cuenca del Biobío, luego como tercer punto se señala la valoración de los impactos anteriormente identificados para el sector silvoagropecuario, además se explican las dificultades para la valoración de servicios ambientales de la calidad del agua, se presenta como cuarto punto en este capítulo IV la evaluación costo beneficio de la norma del anteproyecto, los resultados del flujo de caja e indicador de rentabilidad. En el capítulo V se exponen las conclusiones que fueron obtenidas a partir de la realización de la evaluación económica de la norma secundaria de calidad de aguas del río Biobío en el sector silvoagropecuario.

## **II) OBJETIVOS DEL ESTUDIO.**

### **2.1) Objetivo General**

Contar con una evaluación técnico – económica- social para el sector silvoagropecuario del Anteproyecto de Norma de calidad de agua del río Biobío. Además, este análisis debe suministrar información desde la óptica económica respecto de los costos y beneficios de la normativa mencionada, aplicando un enfoque de Análisis Costo-Beneficio en la medida que la información disponible lo permita, o en su defecto, realizando un análisis general de sus probables consecuencias económicas.

### **2.2) Objetivos Específicos**

- Caracterizar la economía de la cuenca y su relación con la calidad de los recursos hídricos. La caracterización económica deberá permitir visualizar la importancia del recurso hídrico para la mantención de la actividad humana actual y futura y, además, una visión práctica de los usos afectados por los problemas de calidad y los generadores de problemas de calidad.
- Realizar un diagnóstico de la información disponible para poder aplicar métodos cuantitativos, analizando la factibilidad de aplicar Análisis Costo Beneficio en forma parcial o total.
- Lograr una visión más específica de las actividades económicas que se enfrentan con la normativa planteada y, en la medida de lo posible, aplicar el método de Análisis Costo Beneficio a éstas.
- Proponer estudios futuros que permitan avanzar en el análisis económico de la implementación de los instrumentos para el control de la contaminación del río Biobío, sobre la base de los vacíos de información detectados; generando prioridades basadas en el análisis de la problemática de la calidad de aguas y de la economía de la cuenca.

### III) METODOLOGIA

Este estudio se realizará sobre la base de la información disponible y no contempla la obtención de información de fuentes primarias, excepto la aplicación de entrevistas a funcionarios públicos y/o expertos. Cabe destacar que la metodología de este trabajo tiene como base el documento “**Metodología para el estudio de los efectos económicos y sociales de planes y normas ambientales**” (CONAMA, 1997), que presenta en detalle las etapas necesarias para evaluar, a través de un análisis costo-beneficio, normas y planes de calidad ambiental. Adicionalmente, se considera como referencia el estudio “**Diagnostico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua sobre objetivos de calidad, cuenca del Biobío**” (CONAMA, 2004). En general, y sobre la base de ambos trabajos, las etapas consideradas para el desarrollo del estudio son las siguientes:

#### 3.1) Definición línea base socioeconómica proyectada. (Proyección a 10 años)

- a) Caracterización geográfica básica de la cuenca en lo relativo a su asociación a los tramos del anteproyecto de norma. Procesados con herramienta SIG Arc-View. La escala de trabajo utilizada en este procedimiento será 1:500.000. Se utilizarán Coberturas digitales de: División administrativa regional y comunal (MIDEPLAN 2004), Cuencas y Subcuencas río Biobío 1982 (DGA), Series de Suelo (Ciren CORFO), Uso del suelo 1998 (INE), Lecherías cuenca río Biobío (SAG Mulchén) y Bocatomas canales de riego cuenca río Biobío (SAG Mulchén y Los Angeles).  
Caracterización socioeconómica de la cuenca (*cálculo del PIB y tasas de crecimiento económico de la cuenca y sus sectores económicos*). A nivel de cuenca hidrográfica no existen estudios sobre indicadores económicos y sociales, encontrándose éstos sólo a nivel regional. Debido a lo anterior, la caracterización de la economía de la cuenca del río Biobío se realiza sobre la base de los siguientes aspectos: i) Población ocupada por comuna y sector económico; ii) Participación económica de las comunas de las regiones del Biobío y Araucanía dentro de la cuenca del río Biobío y; iii) Aportes regionales del PIB dentro de las comunas consideradas en el análisis. Como base de los cálculos realizados, se ha utilizado información del Banco Central y el Censo de Población y Vivienda del año 2002 (INE, 2002). Los cálculos de superficies comunales y cuencas hidrográficas han sido obtenidos de coberturas digitales de MIDEPLAN y de información del Centro EULA-Chile.  
La tendencia económica se desarrollará considerando la proyección con y sin norma a nivel de comuna, y no a nivel de Distrito Censal, dado que se considera que las proyecciones a nivel distrital no tienen validez económica. Bajar tres niveles desde los datos originales que son país, los que se regionalizan por el mismo Banco Central y que son comunalizados por esta consultaría al nivel de la influencia en la cuenca, perderían mucha validez a nivel distrital. Además no toda la información productiva está a nivel distrital. Lo requerido es a nivel de cuenca, lo que se hace por aproximaciones de cada comuna en participación en la cuenca.
- b) Caracterización económica de las actividades sectoriales relevantes vinculadas con el uso del agua y descargas, según tramos indicados en Anteproyecto de Norma de Calidad.
- c) Descripción de actividades relevantes del sector Silvoagropecuario en la cuenca asociadas al uso del agua y descargas de desechos.
- d) Ajuste de los datos comunales a la parte de la cuenca correspondiente, sobre la base de proporción territorial en la cuenca.

### 3.2) Identificación de Impactos

#### 3.2.1) Metodología Calidad de Aguas.

- a) Se obtuvieron datos del Programa de Monitoreo del río Biobío del EULA-CHILE y de la D.G.A., las cuales son utilizadas para obtener los parámetros correspondientes al Anteproyecto de Normas Secundaria de Calidad de Aguas del Río Biobío. La calidad de los tramos se miden en la estaciones de medición que se indican en el Anexo N° 1.
- b) Se realiza poblamiento de datos a los vacíos de información correspondientes a algunos tramos de monitoreo del cauce del río Biobío y sus afluentes, en las estaciones del año donde no existen tomas de muestras para ciertos parámetros. El poblamiento se calculó sobre la base del promedio de la misma estación de los años anteriores disponibles y que son los que se indican en los anexos N° 2a y N° 2b que se presenta en este estudio. De todas maneras permanecerán parámetros en tramos sin información (S/I), donde no existían referencias en las bases de datos utilizadas.
- c) **La calidad actual** se mide con el percentil 66 de los datos estacionales correspondientes a los años 2003 y 2004, y en su defecto, se consideraron los dos últimos años disponibles según la fuente de información. (Anexo N° 3 columna A). Ello, porque la norma indica muestras de calidad actual de la misma manera, percentil 66 bianual móvil. Para los datos estacionales del parámetro correspondiente a los sólidos suspendidos, dicha calidad actual se mide con el promedio de todas las estaciones de los años 2003-2004. Los parámetros Fósforo, Cloruro, Sulfato, Molibdeno y Zinc no se tiene información disponible, en las fuentes del EULA y exceptuando los dos primeros elementos, sí hay información de la base de datos de la DGA.
- d) Para la **proyección al 2015** el método es el siguiente.
  - a. Construcción de tablas de datos con los percentiles 66 móviles-bianuales desde 1995 al 2004, y en su defecto, hasta el último año disponible.
  - b. Las tendencias se construyeron sobre la base de las funciones (lineales, potenciales, exponenciales o logarítmicas) correspondientes a cada parámetro con información (31 indicadores) y para cada tramo (25 estaciones de monitoreo). Luego, para estas tendencias se observaron la bondad de ajuste ( $R^2$ ) y valor estadístico “p” (probabilidad de error), que muestra cada una de estas estimaciones (Véase el Anexo N° 4).
  - c. Para el valor estadístico  $R^2$  y “p” de cada ecuación, se han seleccionado todas aquellas proyecciones en las cuales el  $R^2$  es mayor a 70% y el valor estadístico “p” es menor al 10%, (los cuales representan validez significativa). En caso contrario la tendencia no sería explicada con alto grado de certeza, por lo que se conserva el valor de la calidad actual (Ver Anexo N° 4).
  - d. Se realiza una proyección al año 2015 con el uso de las funciones con buen grado de bondad de ajuste y valor estadístico “p” significativo. (Ver resultados en Anexo N° 3, columnas B).
- e) Se construye tabla para la norma sobre la base del anteproyecto, la cual considera los valores correspondientes al cálculo que nos permite identificar zonas de latencia y/o saturación, en el cual se identifican 4 columnas, cuyo significado es el siguiente (ver Anexo N° 3):
  - A: Situación Actual
  - B: Situación Proyectada al 2015
  - C: Valores Anteproyecto Norma Calidad Aguas,
  - D: Valores de corte para latencia, 80% de la Norma.
- f) Se realiza pareo de los valores de calidad actual y proyecciones (columnas A y B respectivamente del Anexo N° 3) con el valor del anteproyecto de norma y el 80% de éste (columnas C y D del mismo anexo). Con ello, se **determinan las zonas de latencia (L)** de los parámetros (valores entre la norma y

el 80% de su valor) **y de saturación (S)** (sobre el valor de la norma) para la calidad actual y la proyección al 2015 (Ver Anexo N° 5).

- g) Se efectúan cálculos para determinar la **magnitud de la reducción** de los parámetros que se encontraban en saturación, correspondiente al porcentaje en que deben reducirse éstos para alcanzar el valor estipulado en la norma (Ver Anexo N° 6)
- h) Se **identifican las posibles causas** que producen dichas zonas de latencia y saturación de los tramos afectados, tanto para la situación actual como para la proyectada, de acuerdo a una clasificación de las actividades silvoagropecuarias más representativas que pueden afectar la calidad de aguas en la cuenca.

#### Criterio

- Para la identificación de los tramos en que consideramos a la actividad ganadera como principal causal de los parámetros en saturación y no incurrir en una imputación que duplique los costos de abatimiento en un mismo tramo, dada la coexistencia de dos o más tipos de fuentes contaminantes distintas, se consideró solamente aquellas áreas geográficas y tramos en que no había otra actividad industrial.

- i) Respecto al cálculo de los **impactos de la actividad ganadera** se utiliza el siguiente procedimiento. Dado que esta actividad coexiste en algunos tramos con asentamientos humanos relevantes, se estima que aporta en un 22,8% a la magnitud de los parámetros relacionados con esta actividad. Este porcentaje se calcula sobre la base del complemento al 100% de la reducción de coliformes fecales que se logra con la instalación de plantas de tratamiento de lodos activados (Información existente planta tratamiento Los Angeles-ESSBIO, GU-TR-10). Luego se calcula un promedio entre los parámetros que presentan saturación de la norma asociados a la actividad lechera (al 2005 y 2015 ó Za y Zf respectivamente), del parámetro de mayor influencia significativa por tramo correspondiente.

$$W^1 = (0,228 * 0,5*(Za + Zf))$$

$W^1$  = Porcentaje de impacto por reducir atribuible a la actividad lechera.

0,5 = Punto promedio entre magnitud actual y futura del parámetro más significativo.

Za = Magnitud de la reducción del parámetro más significativo en situación actual

Zf = Magnitud de la reducción del parámetro más significativo en situación proyectada.

0,228 = Magnitud de reducción asociada a actividad lechera cuando coexisten simultáneamente con asentamientos humanos.

- j) Respecto al cálculo de los impactos de las **actividades de uso agropecuario, en suelos susceptibles a la erosión** ; Se calcula con el promedio de las magnitudes de reducción (al 2005 y 2015) del parámetro de mayor influencia significativa por tramo, que presenta las series de suelo con mayor susceptibilidad a la erosión.

$$W^2 = (0,5*(Za + Zb))$$

$W^2$  = Porcentaje de impacto por reducir atribuible a la actividad de uso agropecuario, que utilizan series de suelo susceptibles a la erosión.

0,5 = Punto promedio entre magnitud actual y futura del parámetro más significativo.

Za = Magnitud de la reducción del parámetro más significativo en situación actual

Zf = Magnitud de la reducción del parámetro más significativo en situación proyectada.

Luego se identificará la superficie susceptible a erosión, esto se llevará a cabo a través de un **cruce gráfico** a través de software Arc View, entre los **Usos de suelo agrícola y Series de suelo de mayor**

**susceptibilidad a la erosión** para las comunas pertinentes a los tramos que presentan magnitud de reducción por la existencia de la Norma de Calidad de Aguas.

- k) En relación al cálculo de los impactos de **actividades agrícolas que evidencian la presencia de residuos de contaminantes originados en fertilizantes y pesticidas**, en tramos donde no existe presencia industrial, y por lo tanto es atribuible a este tipo de actividad agrícola, se lleva a cabo de manera similar a la explicada en la letra anterior; se calcula con el promedio de las magnitudes de reducción (al 2005 y 2015) del parámetro de mayor influencia significativa por tramo, que presenta alteraciones de saturación.

$$W^3 = (0,5*(Za + Zb))$$

$W^3$  = Magnitud de reducción atribuible a la actividad agrícola que evidencian la presencia de residuos de contaminantes originados en fertilizantes y pesticidas.

0,5 = Punto promedio entre magnitud actual y futura del parámetro más significativo.

$Za$  = Magnitud de la reducción del parámetro más significativo en situación actual

$Zf$  = Magnitud de la reducción del parámetro más significativo en situación proyectada.

- l) En relación al cálculo de los impactos de **actividades relacionadas al riego en la cuenca del Biobío**, se lleva a cabo de manera similar a la explicada en la letra anterior; se calcula con el promedio de las magnitudes de reducción (al 2005 y 2015), en este caso como cada parámetro posee influencia significativa diferente, es preciso establecer la magnitud de reducción, por parámetro y tramo asociado al riego.

$$W^4 = (0,5*(Za + Zb))$$

$W^4$  = Magnitud de reducción atribuible a la actividad relacionada al riego en la cuenca del Biobío.

0,5 = Punto promedio entre magnitud actual y futura del parámetro más significativo.

$Za$  = Magnitud de la reducción del parámetro más significativo en situación actual

$Zf$  = Magnitud de la reducción del parámetro más significativo en situación proyectada.

### 3.3) Valoración de Impactos

- a) Obtención y/o estimación de los Costos de Abatimiento de contaminantes de las actividades económicas del sector Silvoagropecuario, que pueden afectar más notoriamente en la calidad de aguas de los tramos de monitoreo identificados como críticos.
- b) La estimación es llevada a cabo en términos de costos públicos en focalizar recursos en programas actualmente existentes (Programas de fomento de las Buenas Practicas y Sistema de Incentivos a la Recuperación de Suelos Degradados).
- c) Para la estimación de inversiones, costos y beneficios por manejo de purines el procedimiento que se llevará a cabo es el siguiente:
  - i) Se considerará una estimación de tecnología de una laguna purinera y los requerimientos asociados para el manejo de los efluentes purines de un rebaño de 100 vacas. Se estiman costos de inversión por construcción de laguna purinera y costos de operación de ella, de igual modo se obtendrá un ahorro en sustitución de fertilizantes (Nitrógeno, Fosfato y Potasio), el ejercicio se desarrollará sobre la base de supuestos más detallado en el desarrollo de los resultados y aplicado sólo a las comunas que presentan tramos con saturación, utilizando el valor de magnitud en reducción. Según la siguiente fórmula:



$$C^1a = W^1 * (Io * E) + W^1 * (Fn * E)$$

$C^1a$  = Costo Atribuible a la norma Calidad Secundaria, asociada a actividad a lechera que evidencia presencia de contaminantes producidos por esta actividad, por Tecnología de Laguna Purinera.

$W^1$  = Porcentaje de impacto por reducir atribuible a la actividad lechera.

$E$  = Nº explotaciones > a 100 vacas

$Io$  = Inversión unitaria de laguna purinera de un plantel superior a 100 vacas

$Fn$  = Flujo Neto unitario de laguna purinera de un plantel superior a 100 vacas (Beneficio por ahorro de fertilizantes - Costos de operación)

ii) Para complementar las inversiones en tratamiento de purines, es necesario el desarrollo de prácticas asociadas a estas acciones, para el caso específico será analizado el Programa de Mejores prácticas Lecheras, según lo expresado en la siguiente fórmula:

$$C^1b = W^1 * [(E_x * (V1 + V2)) * 1,05]$$

$C^1b$  = Costo Atribuible a la norma Calidad Secundaria, asociada a actividad a lechera que evidencia presencia de contaminantes producidos por esta actividad, por Programa de mejores Prácticas Lecheras.

$W^1$  = Magnitud de reducción atribuible a la actividad lechera que evidencian la presencia de residuos de contaminantes producidos por esta actividad.

$E_x$  = Explotaciones a tratar, que será atendido de acuerdo al supuesto: menor a 25 vacas por INDAP, y mayor a 25 vacas, por CORFO estratos atendido 5%.

$V1$  = Valor anual subsidio Asistencia Técnica en UF al 31/12/2005, correspondiente a INDAP o CORFO, según estrato asociado.

$V2$  = Valor anual subsidio FDI (Fondo Desarrollo Inversiones) en UF al 31/12/2005, correspondiente solamente a INDAP.

1,05 = Costo total de subsidio, adicionando un 5% como costo de administración para la institución correspondiente.

d) Para la estimación de costos, con respecto a la Norma Secundaria y Erosión de Suelos, se identificará la superficie pertinente de intervenir, según identificación de impactos, para las comunas y tramos que presentan magnitud de reducción, se estimará una valoración de esta superficie a través de una intervención con métodos conservacionistas, para la cual se utilizará un costo medio por hectáreas en prácticas de control de erosión, de \$83.669 a valores tabla de costos SIRSD SAG – Indap 2005. Luego para aproximarnos al valor que es pertinente asociar a la Norma de Calidad de Aguas, este costo se proporciona de acuerdo a porcentaje de magnitud de reducción por tramo.

$$C^2 = W^2 * (He * 83.669)$$

$C^2$  = Costo a Atribuible a la norma Calidad Secundaria, asociada a presencia de indicadores de erosión.

$W^2$  = Magnitud de reducción asociada a indicadores de erosión

$He$  = Hectáreas erosionadas pertinentes de evaluar. (del cruce gráfico entre Usos de suelo agrícola y Series de suelo de mayor susceptibilidad a la erosión)

83.669 = Costo medio por hectáreas en prácticas de control de erosión

e) Para la estimación de los costos de contaminantes asociados a fertilizantes y pesticidas se identifica el número de predios en las comunas correspondientes a los tramos con presencia de contaminantes en saturación. En ellas se estratifican las explotaciones en menores y mayores a 12 HRB (Hectáreas de Riego Básico), en tanto ellos constituyen estratos con subsidios de distinto valor en los programas existentes y distintas instituciones de apoyo y atención (INDAP, CORFO). Esta clasificación se elaborará sobre la base del estudio de ODEPA, “Clasificación de las Explotaciones Agrícolas Del VI Censo

Nacional Agropecuario Según Tipo De Productor y Localización Geográfica. ODEPA, Documento De Trabajo N°5, enero 2000”, considerando como menores a 12 HRB el grupo identificado como agricultores “pequeño empresarial” y como mayores a 12 HRB los grupos “Medianos” y “Grandes”.

Por otro lado, la focalización de recursos para la difusión y fomento de las Buenas Prácticas Agrícolas entre explotaciones estratificadas por institución de atención (INDAP, CORFO), se llevará a cabo, considerando como sujetos de atención anual al 5% del universo de cada estrato, por cuanto son instrumentos de apoyo que operan bajo una lógica de demanda por parte de los productores y en la difusión tecnológica en el medio rural, hay un efecto imitación importante. Así, es razonable estimar que trabajando el 25% de cada universo, es posible llegar a un 75% de los productores (efecto difusión 1:2), en un plazo de 5 años.

Entonces, resumiendo lo anterior es posible describirlo en la expresión:

$$C^3 = W^3 * [(E_x * V_y) * 1,03]$$

$C^3$  = Costo Atribuible a la norma Calidad Secundaria, asociada a actividad agrícola que evidencia presencia de contaminantes por fertilizantes.

$W^3$  = Magnitud de reducción atribuible a la actividad agrícola que evidencian la presencia de residuos de contaminantes originados en fertilizantes y pesticidas.

$E_x$  = Explotaciones a tratar, que será la diferencia entre el n° potencial de explotaciones (5% del universo de cada estrato) y el n° real de explotaciones que actualmente participan de estos programas de apoyo.

$V_y$  = Valor anual subsidio en UF al 31/12/2005, correspondiente a INDAP o CORFO, según estrato asociado.

1,03 = Costo total de subsidio, adicionando un 3% como costo de administración para la institución correspondiente.

- f) Con respecto a la valoración de beneficios y/o costos derivados de la actividad relacionada con el riego, se desestimarán, dado que las aguas del río Biobío para esta actividad son de buena calidad y los posibles impactos son en magnitudes marginales, por cuanto no es pertinente su valoración.

### 3.4) Evaluación Costo-Beneficio

#### 3.4.1) Flujo De Caja

Se realiza un flujo de fondos sociales de la aplicación del Anteproyecto de norma de calidad de aguas en el sector Silvoagropecuario en la cuenca del Biobío, expresado en M\$ a Diciembre del 2005, con una proyección a 10 años, dejando establecido los beneficios que no pudieron ser valorados.

#### 3.4.2) Indicadores De Rentabilidad.

Evaluación económica a través del indicador VAN aplicándose para la norma de calidad de agua una tasa social de descuento 8% anual, con una vida útil de 10 años, por aproximaciones de costos y beneficios. El 8% corresponde a la tasa social de descuento oficial del Estado para el año 2006 y es difundido por MIDEPLAN.

Identificación de los beneficios de la norma secundaria para el sector silvoagropecuario, sin posibilidades de valoración debido a su complejidad.

### 3.5) Propuesta de Estudios Futuros

Estos estudios deberán permitir, avanzar en el análisis económico de la implementación de los instrumentos para el control de la contaminación del río Biobío, sobre la base de los vacíos de información detectados,

como también generar prioridades basadas en el análisis de la problemática de la calidad de aguas del río Biobío y su relación con aspectos económicos y sociales. Estos serán señalados en las cap VI) Conclusiones.

### 3.6) Fuentes de Información analizadas

#### 3.6.1.) Fuentes Secundarias

- Agricultura Chilena, Rubros Según Tipo de Productos y localización Geográfica. Documento de Trabajo N° 8, Diciembre 2002.
- Bocatomas canales de riego cuenca río Biobío (SAG Mulchén y Los Angeles)
- Catastro de proyectos de Inversión ingresados al SEIA (CONAMA, 2005)
- Catastro de proyectos de Inversión región del Biobío (CORFO, 2004)
- Censo Nacional De Población y Vivienda 2002 (INE)
- Clasificación de las Explotaciones Agrícolas Del VI Censo Nacional Agropecuario Según Tipo de Productor y Localización Geográfica, Documento De Trabajo N°5, ODEPA Enero 2000
- Cobertura de Series de Suelo (Ciren CORFO), escala 1.: 500.000
- Cobertura digital lecherías Mulchén río Biobío (SAG Mulchén)
- Cobertura digital Uso de Suelos 1998 (INE), escala 1:500.000
- Coberturas digitales cuencas y subcuencas río Biobío 1982 (DGA), escala 1:500.000
- Coberturas digitales división administrativa regional y comunal (MIDEPLAN 2004)
- D.S. N° 90 de 2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.
- Descarga de riles de actividad industrial y sanitarias, según cuerpo receptor, de las regiones del Biobío y Araucanía. (SISS-2005).
- Diagnostico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad, Cuenca Del Rio Bio Bio. DGA- CADE Idepe. Diciembre 2004
- Diseño de sistemas de tratamiento y aprovechamiento de purines de origen bovino, Yohana Elizabeth González Sepúlveda y Sebastián Osvaldo Sandoval Bastida, Universidad Católica de Temuco Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Ambiental , Tesis 2005.
- Elementos Cognoscitivos Sobre el recurso Suelo y Consideraciones Generales sobre Ordenamiento Agro Forestal, EULA, Septiembre 1992.
- El sector lácteo chileno, Documento Gémines Consultores, febrero de 2000
- Encuesta Casen 2003 (MIDEPLAN)
- Estimación de Costos en Bienestar de regulaciones ambientales de plaguicidas. El Caso de la Cuenca del río Chillán. Venancio Cuevas, Carlos Chavez. Economía y Administración, N° 58, junio 2002.
- Estrategia Regional de Desarrollo región del Biobío, Documento Seremi Agricultura VIII Región.
- Folleto INFORMATIVO INIA Remehue n° 21 “Manejo Eficiente de Purines”, Juan Carlos Dumont, Ing Agr.
- Guía de Manejo y Buenas Practicas para el Sector Lechero de la Zona Central, CORFO, 2001
- Impacto Ambiental de Efluentes de la Actividad Agropecuaria. Francisco J. Salazar Sperberg Ingeniero Agrónomo Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Centro Regional de Investigación Remehue Serie Remehue N° 63.
- Informe de Avance, 3ª Etapa Programa de Apliación Tecnológica en Sistemas de Riego y cultivos, Laja Diguillín. Ministerio de Agricultura, región del Biobío, Oct 2004 – Julio 2005
- Mapa de reconocimiento de suelos de la VIII región, del Bío-bío, (Sector Sur), Roberto Patricio Martínez Tapia, Universidad De Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Agronomía 2004.
- PIB Regionalizado por Sector Económico, Banco Central

- Producción, Manejo e Impacto Ambiental de Purines, Juan Carlos Dumont L Ing Agr , Ph D, Trabajo publicado en la Serie Simposios y Compendios Volumen 3 de la Sociedad Chilena de Producción Animal SOCHIPA A. G. 1995, Boletín Técnico N° 226 Centro Regional de Investigación Remehue Osorno, Octubre de 1995
- Prospección del manejo y utilización de efluentes de lecherías en el sur de Chile, F. J. Salazar<sup>1</sup>, Ph.D.; J.C. Dumont<sup>1</sup>, Ph.D.; M. A. Santana<sup>1</sup>; B. F. Pain<sup>2</sup>, Ph.D.; D. R. Chadwick<sup>2</sup> , Ph.D. y E. Owen<sup>3</sup>, Ph.D. Archivos de Medicina Veterinaria. XXXV, N° 2, 2003
- Sistemas Ganaderos y cursos de Agua, Mata alfaro V. Ing Agr Ph D. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Centro Regional de Investigación Remehue Informativo Remehue N° 45
- Tabla de costos SIRSD (Sistema de Incentivos a la Recuperación de Suelos Degradados) SAG – INDAP 2005
- Tabla Excel Capacidad de uso del suelo por Comuna (ODEPA)
- VI Censo Nacional Agropecuario 1997 (INE)

### 3.6.2) Fuentes primarias (entrevistas)

- Decano Escuela Ingeniería Agrícola y Riego, Universidad de Concepción, Chillán (Luis Salgado S.)
- Jefe de Estudios INE Región del Biobío (Ana Delgado A.)
- Profesional experto Purines Lechería, Ferosor, Osorno (Juan Carlos Dumont, Ing Agrónomo)
- Profesional INIA Carillanca, encargado Unidad Validación y Transf Tecnológica, Temuco (Selvin Ferrada R., Ing Agrónomo)
- Profesional INIA Quilamapu, Chillán, estudios agroeconómicos (Alejandra Engler P., Ing Comercial)
- Profesional ODEPA, Departamento de Política Agraria RM Alfredo Apey, , José Ramírez Geógrafos
- Profesional Servicio de Salud del Ambiente, VIII región, Concepción, Sra Ivalú Astete, Encargado fiscalización Ambiental.
- Profesionales CORFO Fernando Castro, VIII Región; Sergio Vera. IX Región.
- Profesionales SAG, Rafael Pincheira (Los Ángeles), Ricardo León (Mulchén), Carmen Zuleta (Chillán)
- Profesionales SEREMI Agricultura Ana Maria Silva A , Álvaro Pinochet, VIII Región;, Héctor Neira y Pedro Burgos Oficina Chillán. VIII Región. Iván Basso y Hernán Maturana, IX Región.

—

## IV. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de la caracterización económica del sector silvoagropecuario y su relación con la norma secundaria de calidad de las aguas. En primer lugar se establece la línea base socioeconómica de la cuenca del río Biobío, dentro de ella se establece una caracterización geográfica básica de la cuenca, un diagnóstico sobre la situación socioeconómica, un análisis del sector silvoagropecuario y por último la caracterización general del problema de calidad de aguas en la cuenca. A continuación dentro del segundo punto de este capítulo se presenta la identificación de impactos provenientes de la contaminación difusa y los beneficios intangibles del mejoramiento de la calidad del agua de la cuenca del Biobío, luego como tercer punto se señala la valoración de los impactos anteriormente identificados para el sector silvoagropecuario, además se explican las dificultades para la valoración de servicios ambientales de la calidad del agua, se presenta como cuarto y último punto en este capítulo la evaluación costo beneficio de la norma del anteproyecto.

### **4.1) Línea Base Socioeconómica de la Cuenca del Río Biobío.**

#### **4.1.1) Caracterización Geográfica Básica de la Cuenca del Biobío.**

##### **a) Comunas Pertenecientes a la Cuenca del Biobío y Asociadas a Tramos de Monitoreo.**

Dentro de la cuenca participan, total o parcialmente, 31 comunas, de las cuales 22 pertenecen a la región del Biobío y 9 a la región de La Araucanía, según se muestra en las Tablas N° 1 y N° 2 siguientes. Además se muestra el porcentaje que cada comuna posee en la cuenca del río Biobío. Los cálculos de superficies comunales y cuencas hidrográficas han sido obtenidos de coberturas digitales de MIDEPLAN y de información del Centro EULA-Chile.

**Tabla N° 1: Comunas en la cuenca del río Biobío, región del Biobío.**

Provincia	Comuna	Localización	Sup. Comuna (Km <sup>2</sup> )	Sup. En cuenca Biobío (km <sup>2</sup> )	%
Concepción	San Pedro de La Paz	Ribera sur río Biobío	112,5	82,08	72,9
	Chiguayante	Ribera norte río Biobío	71,5	40,08	56,1
	Coronel	Ribera sur río Biobío	279,4	111,89	40
	Hualqui	Ribera norte río Biobío	530,5	527,12	99,4
	Florida	Ribera norte	608,6	49,24	8,1
	Santa Juana	Ribera sur río Biobío	731,2	447,97	61,3
Ñuble	Quillón	Ribera norte estero Pachagua	423	84,95	20,1
Biobío	Yumbel	Ribera norte río Laja	727	727	100
	San Rosendo	Ribera norte río Biobío y Ribera norte río Laja	92,4	92,4	100
	Nacimiento	Ribera sur río Biobío	934,9	934,9	100
	Los Angeles	Ribera norte río Biobío	1.748,2	1.748,2	100
	Quilleco	Ribera norte río Duqueco	1.121,8	1.121,8	100
	Tucapel	Ribera norte río Laja	914,9	304,56	33,3
	Antuco	Ribera norte río Rucué	1.884,1	1.884,1	100
Ñuble	Pinto	Ribera norte río Polcura	1.164	421	36,2
Biobío	Santa Bárbara	Ribera norte río Biobío	3.379,5	3.379,5	100
	Quilaco	Ribera sur río Biobío	1.123,7	1.123,7	100
	Mulchen	Ribera sur río Pichibureo y río Biobío	1.925,3	1.925,3	100
	Negrete	Ribera sur río Biobío	156,5	156,5	100
	Laja	Ribera norte río Laja, ribera sur río Huaqui y Biobío	339,8	339,8	100
	Cabrero	Oriente río Claro	639,8	498,78	77,9
Ñuble	Yungay	Ribera norte río Laja	823,5	80,56	9,8

Fuente. Elaboración propia sobre la base de coberturas digitales de MIDEPLAN.

**Tabla N° 2: Comunas en la cuenca del río Biobío, región de la Araucanía.**

Provincia	Comuna	Localización	Sup. Comuna (Km <sup>2</sup> )	Sup. En cuenca Biobío (km <sup>2</sup> )	%
Malleco	Renaico	Ribera sur río Renaico	267,4	264,2	98,8
	Angol	Ribera sur río Itraque	1.194,4	1.157,36	96,9
	Los Sauces	Ribera sur río Rehue	849,8	509,1	59,9
	Traiguén	Ribera sur río Rehue	908	319,1	35,1
	Ercilla	Ribera sur río Malleco	499,7	377,42	75,5
	Collipulli	Ribera sur río Renaico	1.295,9	1.295,9	100
	Curacautín	Ribera sur y norte río Malleco	1.664	72,9	4,4
	Lonquimay	Oriente y poniente río Biobío	3.914,2	3.914,2	100
	Victoria	Ribera sur río Malleco	1.256	13,3	1,1

Fuente. Elaboración propia sobre la base de coberturas digitales de MIDEPLAN.

Se realizó una asignación de los tramos de monitoreo a cada una de las comunas o parte de ellas, que pertenecen a la cuenca del Biobío. Para determinar el criterio de asignación del tramo en la comuna se utilizó una grafica del territorio que abarca la cuenca del Biobío. Un criterio de apoyo usado para discriminar los

tramos relevantes en cada comuna (cuando existe más de un tramo), es que el área de la subcuenca con el tramo respectivo abarque una superficie comunal superior al 20%, como se indica en la Tabla N° 3. (Más detalle en Anexo N° 7 y N° 8).

**Tabla N° 3: Comunas Asociadas a Tramos de Monitoreo.**

<b>Comuna</b>	<b>Tramo Asociado</b>
Lonquimay	BI-TR-20
Quilaco	BI-TR-31 y BI-TR-32
Sta Bárbara y Alto Bio Bio	BI-TR-33
Mulchén	BU-TR-11 ,BU-TR-12 y RE-TR-10
Los Angeles	BI-TR-40, DU-TR-12, GU-TR-10,RA-TR-10,LA-TR-21 y LA-TR-22
Laja	BI-TR-50 , LA-TR-22 Y LA-TR-21
Nacimiento	BI-TR-50 y TA-TR-10
Florida	BI-TR-60
Santa Juana	BI-TR-60 y TA-TR-10
San Rosendo	BI-TR-60 Y LA-TR-21
Coronel	BI-TR-71
Hualqui	BI-TR-71
San Pedro de la Paz	BI-TR-72
Chiguayante	BI-TR-72
Quillón	CL-TR-10
Yumbel	CL-TR-10/ BI-TR-60
Quilleco	DU-TR-11
Tucapel	LA-TR-10
Antuco	LA-TR-10
Pinto	LA-TR-10
Yungay	LA-TR-21
Cabrero	LA-TR-21 y CL-TR-10
Victoria	MA-TR-10
Curacautín	MA-TR-10
Ercilla	MA-TR-10
Collipulli	RE-TR-10 Y MA-TR-10
Traiguén	VE-TR-10
Los Sauces	VE-TR-10
Renaico	VE-TR-10 y RE-TR-20
Angol	VE-TR-10 y TA-TR-10
Negrete	VE-TR-20 y RE-TR-20

Fuente: Elaboración propia a partir de mapa de tramos SAG, coberturas de subcuencas DGA y división política administrativa MIDEPLAN, procesado en Arc View.

La asignación de comunas a tramos permitirá aproximarse tanto a la situación socioeconómica del territorio de la cuenca como a los impactos y se muestra en la figura N°1.

**Figura 1: Comunas y Tramos de Monitoreo Cuenca del Biobío**



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes Landsat 2004 y documento anteproyecto norma calidad de aguas..



## b) Usos de Suelo

En la Tabla N° 4 se presenta el uso del suelo en la cuenca del río Biobío. Se observa que algo más del 60% de los suelos de la cuenca tiene uso forestal, principalmente plantaciones forestales y bosque nativo. Los suelos de escasa productividad y/o uso extensivo, como matorrales y praderas naturales de precordillera y secano, representan cerca del 16%, mientras que las áreas con cultivos un 9,89%. Cabe destacar que según esta fuente de información (cobertura digital Uso suelos, INE 1998), sólo un 2,79% (67.393 hás) de los terrenos de la cuenca presentan actividad agrícola con riego, principalmente en las comunas de Los Ángeles y Renaico. Al respecto, cabe señalar que se asume como hipótesis que en estas zonas puede existir una relación más directa entre uso del suelo y calidad del agua, como también en las áreas de la cuenca donde se localizan puntualmente centros poblados, industrias, extracción de áridos y plantales lecheros (Más detalle ver Anexo N° 9 uso de suelo VIII región y N° 10 uso suelo IX región).

**Tabla N° 4. Uso del suelo cuenca hidrográfica río Biobío.**

Uso	Superficie (ha)	%
Ciudades	10.114,7	0,42
Pueblos	1.599,0	0,07
Agroindustrias o centros de acopio	13,2	0,00
Terrenos con riego-cultivos anuales	67.393,0	2,79
Secano interior con evidencias de cultivos	60.945,4	2,53
Secano interior con matorrales y praderas	32.880,2	1,36
Secano costero con evidencias de cultivos	6.964,8	0,29
Secano costero con matorrales y praderas	11.188,4	0,46
Secano con cultivos anuales no indígena	63.000,1	2,61
Secano con cultivos anuales indígena	24.077,5	1,00
Secano con matorrales y praderas naturales	173.441,1	7,19
Precordillera con cultivos y praderas	16.114,7	0,67
Precordillera con matorrales y praderas	210.464,8	8,72
Terrenos erosionados con matorrales y praderas	38.195,2	1,58
Bosque nativo	734.943,3	30,46
Plantaciones forestales	730.141,5	30,26
Roca descubierta	22.350,3	0,93
Fondos de río	41.120,6	1,70
Dunas	89,7	0,00
Hielos y ventisqueros	132.626,8	5,50
Cuerpos de agua interiores	16.254,5	0,67
Playas y depósitos volcánicos	12.196,6	0,51
Humedales y áreas inundadas	6.294,4	0,26
Otros usos sin clasificar	530,8	0,02
<b>Total</b>	<b>2.412.940,6</b>	<b>100,00</b>

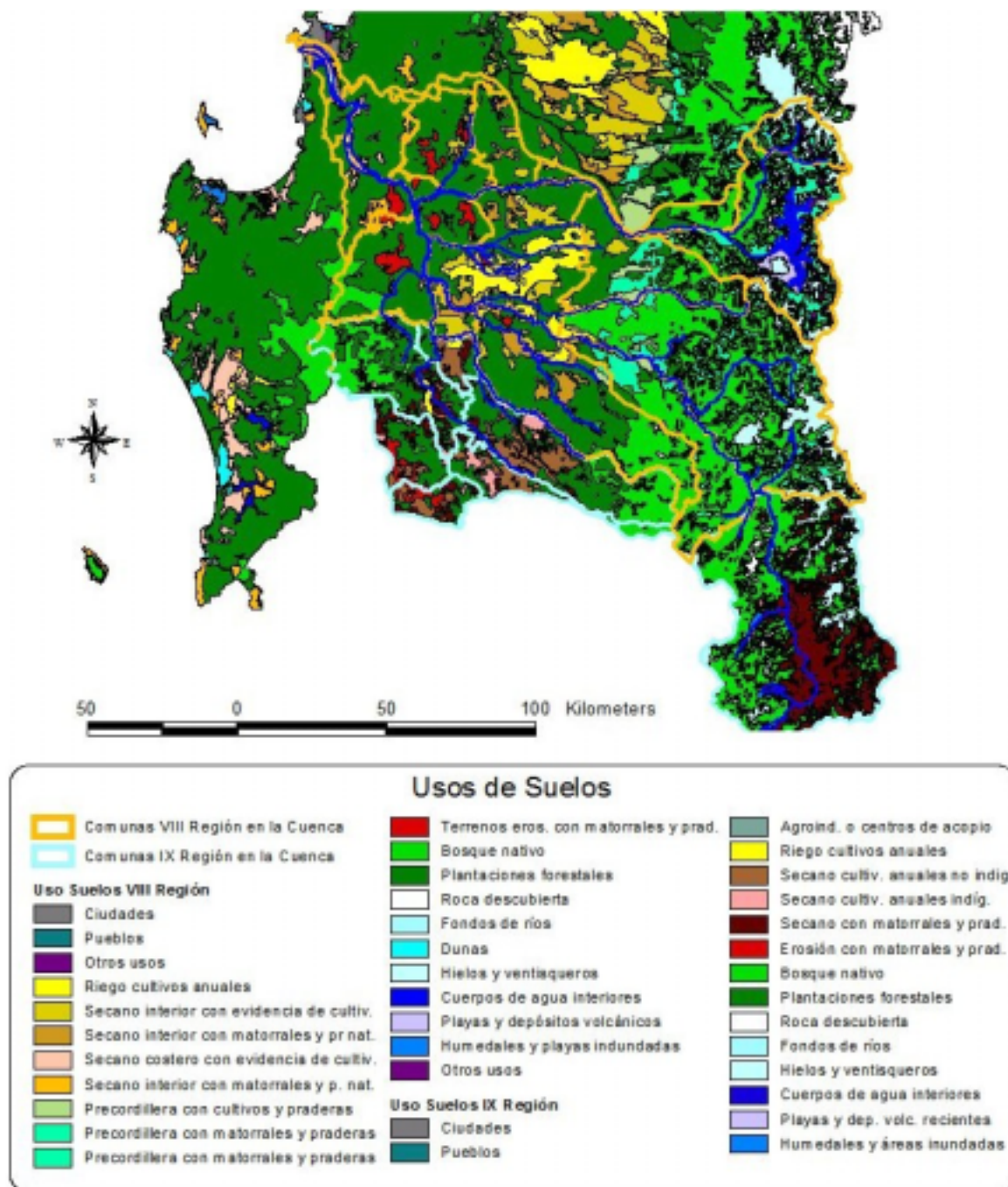
Fuente. Coberturas digitales Uso Suelos INE 1998.

Se identificó la situación de uso actual de suelos en la cuenca del Biobio, sobre la cobertura digital de uso de suelo INE (1998). Los tipos de usos que son más influyentes en la erosión y que pueden en definitiva afectar negativamente la sustentabilidad de los suelos agrícolas y, por ende, de las actividades económicas que generan, corresponden a: Riego cultivos anuales, Terrenos erosionados con matorrales y praderas, Secano Interior con evidencia de cultivos, Secano Costero con evidencia de cultivos, Secano Cultivos anuales no indígenas y Secano Cultivos anuales indígenas.

Para el caso de los tipos de usos de suelo que fueron analizados en la Región del Biobio y la Araucanía, corresponden a los suelos de Riego con Cultivos Anuales y Terrenos erosionados con matorrales y praderas.

Los usos de suelos sólo presentes en la VIII región son: Secano Interior con Evidencia de Cultivos y Secano Costero con Evidencia de Cultivos, y para la IX región de la Araucanía son Secano con Cultivos Anuales no Indígenas y Secano con Cultivos Anuales Indígenas.

**Figura 2: Usos de Suelo en la cuenca del Biobío y límites comunales ajustados a la cuenca**



Fuente: Elaboración propia en Arc View 3.2, a partir de cobertura uso de suelos INE. 1998.

**Tabla N° 5: Hectáreas de usos de suelo susceptibles a erosión cuenca Biobío por uso.**

USOS DE SUELO	VIII (hás)	VIII %	IX (hás)	IX %	TOTAL (hás)	TOTAL %
Riego cultivos anuales	61.209	91%	6.168	9%	67.377	100%
Terrenos erosionados con matorrales y praderas	25.569	67%	12.626	33%	38.195	100%
Secano Interior con evidencia de cultivos	60.945	100%			60.945	100%
Secano Costero con evidencia de cultivos	6.965	100%			6.965	100%
Secano Cultivos anuales no indígenas			62.691	100%	62.691	100%
Secano Cultivos anuales indígenas			23.112	100%	23.112	100%
<b>TOTAL</b>	<b>154.689</b>		<b>104.597</b>		<b>259.285</b>	

Fuente: Cobertura digital uso de suelo INE, 1998.

En la Tabla N° 5 se puede apreciar que en cuanto al uso de suelo “Riego de cultivos anuales” el 91% se encuentra presente en la VIII región mientras que sólo el 9% se encuentra presente en la IX región, en tanto en los “Terrenos erosionados con matorrales y praderas”, existe mayor presencia en la región del Biobío que en la región de la Araucanía con un 67% y 33% respectivamente.

Para un análisis más detallado se muestran las tablas a continuación, Tablas 6, 7, 8 y 9. Se pueden apreciar las comunas asociadas a los tramos de monitoreo de la norma de calidad de aguas, donde se presentan los usos de suelos susceptibles a erosión de la cuenca del Biobío, con un detalle de la participación porcentual que cada comuna representa del total.

**Tabla N° 6: Hectáreas de uso de suelo correspondiente a riegos de cultivos anuales y su respectivo porcentaje de participación, según comuna de la VIII y IX región, asociadas a tramos de monitoreo norma calidad de aguas.**

COMUNAS	RIEGO CULTIVOS ANUALES				TRAMOS ASOCIADOS
	VIII (hás)	VIII % Participación del total	IX (hás)	IX % Participación del total	
Los Ángeles	47.495	78%			BI-TR-40, DU-TR-12, GU-TR-10, RA-TR-10, LA-TR-21 Y LA-TR-22
Mulchen	6.232	10%			BU-TR-11 ,BU-TR-12 y RE-TR-10
Angol			3.651	59%	VE-TR-10 y TA-TR-10
Renaico			1.779	29%	VE-TR-10 y RE-TR-20
Total	61.209	85%	6.168	88%	

Fuente: Cobertura digital uso de suelo INE, 1998.

La Tabla N° 6 muestra todas las comunas de la VIII y IX regiones que poseen hectáreas de “Riego de Cultivos Anuales”. De la VIII región, las que concentran el mayor porcentaje de participación son Los Ángeles con un 78%, Mulchén con un 10%. En tanto, en la IX región la totalidad de los usos de suelo correspondiente a “Riegos de Cultivos Anuales” se concentra en las comunas de Angol, con un 59% de participación, Renaico con un 29% y Traiguén con un 12%, éstas últimas dos comunas mencionadas poseen en común el tramo VE-TR-10 correspondiente al río Vergara.

**Tabla N° 7: Hectáreas de Uso de Suelo correspondiente a Terrenos Erosionados con Matorrales y Praderas, y su respectivo Porcentaje de Participación, según comuna de la VIII y ix Región asociada a tramos de monitoreo calidad de aguas.**

COMUNAS	TERRENOS EROSIONADOS CON MATORRALES Y PRADERAS				TRAMOS ASOCIADOS
	VIII (hás)	VIII % Participación del total	IX (hás)	IX % Participación del total	
Nacimiento	7636	30%			BI-TR-50 y TA-TR-10
Yumbel	6442	25%			CL-TR-10 y BI-TR-60
Laja	5083	20%			BI-TR-50 , LA-TR-22 y LA-TR-21
Los Sauces			7.113	56%	VE-TR-10
Traiguén			5.513	44%	VE-TR-10
<b>Total</b>	<b>25.569</b>	<b>75%</b>	<b>12.626</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Cobertura digital uso de suelo INE, 1998.

La Tabla N° 7 refleja a las comunas de la región VIII y IX que poseen hectáreas de usos de suelo correspondientes a Terrenos Erosionados con Matorrales y Praderas, de lo cual se infiere que en la región del Biobío dichas hectáreas se encuentran bien distribuidas, y se destaca Nacimiento, Yumbel, Laja y Santa Juana, con un 30%, 25%, 20% y un 15% respectivamente. Asimismo, las comunas de Mulchén, San Rosendo y Los Ángeles tienen las menores participaciones. En lo que respecta la región de la Araucanía se evidencia que las hectáreas se concentran con el porcentaje total de participación en las comunas de Los Sauces con un 56% y de Traiguén con un 44%, ambas comunas asociadas al tramo de control VE-TR-10, correspondiente al río Vergara.

Por otro lado, para el caso de los tipos de usos de suelo actuales susceptibles de erosión de las comunas de la cuenca pertenecientes sólo a la Región del Biobío, se identifican Secano Interior con evidencia en cultivo y Secano costero con evidencia en cultivos. Tabla que se muestra a continuación.

**Tabla N° 8: Hectáreas de Uso de Suelo correspondiente al “Secano Interior con Evidencia de Cultivos” y “Secano costero con evidencia de cultivos”, su respectivo Porcentaje de Participación, según comuna de la VIII Región asociados a tramos de monitoreo norma calidad de aguas.**

COMUNAS	SECANO CON EVIDENCIA DE CULTIVOS				TRAMOS ASOCIADOS
	INTERIOR (hás)	INTERIOR % Participación del total	COSTERO (hás)	COSTERO % Participación del total	
Los Angeles	25.311	42%			BI-TR-40, DU-TR-12, GU-TR-10, RA-TR-10, LA-TR-21 y LA-TR-22
Negrete	7.842	13%			VE-TR-20 y RE-TR-20
Mulchén	6.931	11%			BU-TR-11 ,BU-TR-12 y RE-TR-10
Hualqui			3.078	44%	BI-TR-71
Sta. Juana			2.229	32%	BI-TR-60 y TA-TR-10
<b>Total</b>	<b>60.945</b>	<b>76%</b>	<b>6.965</b>	<b>76%</b>	

Fuente: Cobertura digital uso de suelo INE, 1998.

En la Tabla N° 8 presentan las comunas de la VIII Región que tienen hectáreas de uso de suelo correspondiente al Secano Interior con Evidencia de Cultivos y Secano Costero con Evidencia en Cultivos. La

mayor concentración se encuentra en la ciudad de Los Ángeles, con un 42%, seguida de Negrete y Mulchén, con 13% y 11% de participación respectivamente.

Con respecto a las comunas que presentan hectáreas de uso de suelo del Secano Costero con Evidencia de Cultivos, las comunas que concentran el mayor porcentaje de participación son Hualqui con un 44% y Santa Juana con un 32%.

**Tabla N° 9: Hectáreas de uso de suelo correspondiente al secano con cultivos anuales indígenas y secano con cultivos anuales no indígena, su respectivo porcentaje de participación, según comuna de la IX región, asociados a tramos de monitoreo norma calidad de aguas.**

COMUNAS	SECANO CON CULTIVOS ANUALES				TRAMOS ASOCIADOS
	INDÍGENAS (hás)	INDÍGENAS % Participación del total	NO INDÍGENAS (hás)	NO INDÍGENAS % Participación del total	
Collipulli	6.655	29%	24.836	40%	RE-TR-10 y MA-TR-10
Ercilla	5.908	26%	11.706	19%	MA-TR-10
Lonquimay	4.283	19%			BI-TR-20
Renaico			10.081	16%	VE-TR-10 y RE-TR-20
<b>Total</b>	<b>23.112</b>	<b>74%</b>	<b>62.691</b>	<b>75%</b>	

Fuente: Cobertura digital uso de suelo INE, 1998.

Considerando a las comunas de la IX Región que poseen hectáreas de uso de suelo del Secano con Cultivos Anuales Indígenas, se muestra en la tabla anterior que las que concentran el porcentaje mayor de participación son Collipulli con un 29%, Ercilla con un 26% y Lonquimay con un 19%. En tanto los usos de suelo correspondientes a Cultivos Anuales no Indígenas, la Tabla anterior nos indica que las que concentran el mayor porcentaje de participación son Collipulli con un 40%, seguido de Ercilla con un 19% y Renaico con un 16% de participación.

### c) Series de Suelo.

De la clasificación de series de suelos de CIREN – CORFO, encontramos en la cuenca, comunas y tramos de control vinculados, que la suma de superficies de suelos relacionados a los tramos definidos, están representados en un 63% de estos (suelos reconocidos en series en la cuenca) en la tabla. N° 10 y en figura N°3. Las series de suelo presentes en la cuenca, se distribuyen del siguiente modo que se muestra en la tabla indicada

Es posible visualizar la distribución espacial de las series de suelos y su relación geográfica con los tramos de control y monitoreo en la figura 3. Se presenta el detalle de superficie de cada serie de suelo de la cuenca del Biobío, por comuna de la VIII y IX región, en el Anexo N° 11.

Del cuadro, se identifican como series presentes sobre más del 80% de la superficie de suelos de la cuenca del Biobío de interés agrícola, las series San Esteban, Santa Barbara, Collipulli, Coreo, Arenales y Cauquenes y Tijeral.

El Suelo serie San Esteban se encuentra en la zona agroecológica del secano interior, en las comunas de Nacimiento, Hualqui, Santa Juana y San Rosendo en orden decreciente de superficie, ocupando allí sobre el 80% de la superficie de éstas. En las comunas de, Angol, Yumbel, Renaico y Florida, ocupa áreas menores al 25% de la superficie de la comuna, excepto en Angol, donde su presencia alcanza al 67% de ésta. La serie de suelo San Esteban se asocia a suelos no arables de las clase de suelo V - VII, en lugares de altura, Suelo rojo arcilloso, de origen granítico y moderada a altamente susceptible a erosión, particularmente por la posición fisiográfica que ocupa.

**Tabla N° 10: Superficies de series de suelos presentes en la cuenca del Biobio.**

<b>Serie</b>	<b>Superficie ha.</b>	<b>% del total</b>	<b>% del suelo reconocido.</b>
Total no reconocido	1,115,839	46.7%	0.0%
San Esteban	263,870	11.0%	20.7%
Santa Barbara	249,655	10.5%	19.6%
Collipulli	191,072	8.0%	15.0%
Coreo	115,653	4.8%	9.1%
Arenales	86,337	3.6%	6.8%
Cauquenes	64,153	2.7%	5.0%
Tijeral	62,603	2.6%	4.9%
Santa Sofia	38,003	1.6%	3.0%
Dunas	33,079	1.4%	2.6%
Santa teresa	32,042	1.3%	2.5%
Mirador	27,917	1.2%	2.2%
Rio	23,687	1.0%	1.9%
Arrayan	21,418	0.9%	1.7%
Nahuelbuta	19,615	0.8%	1.5%
Angol	10,665	0.4%	0.8%
Mininco	9,382	0.4%	0.7%
Perquenco	7,738	0.3%	0.6%
Laja	5,524	0.2%	0.4%
Lomerio	5,510	0.2%	0.4%
Sauces	1,844	0.1%	0.1%
Negrete	1,827	0.1%	0.1%
Chufquen	1,115	0.0%	0.1%
Guadaba	188	0.0%	0.0%
<b>Total</b>	<b>2,388,738</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Cobertura de series de suelo CIREN CORFO.

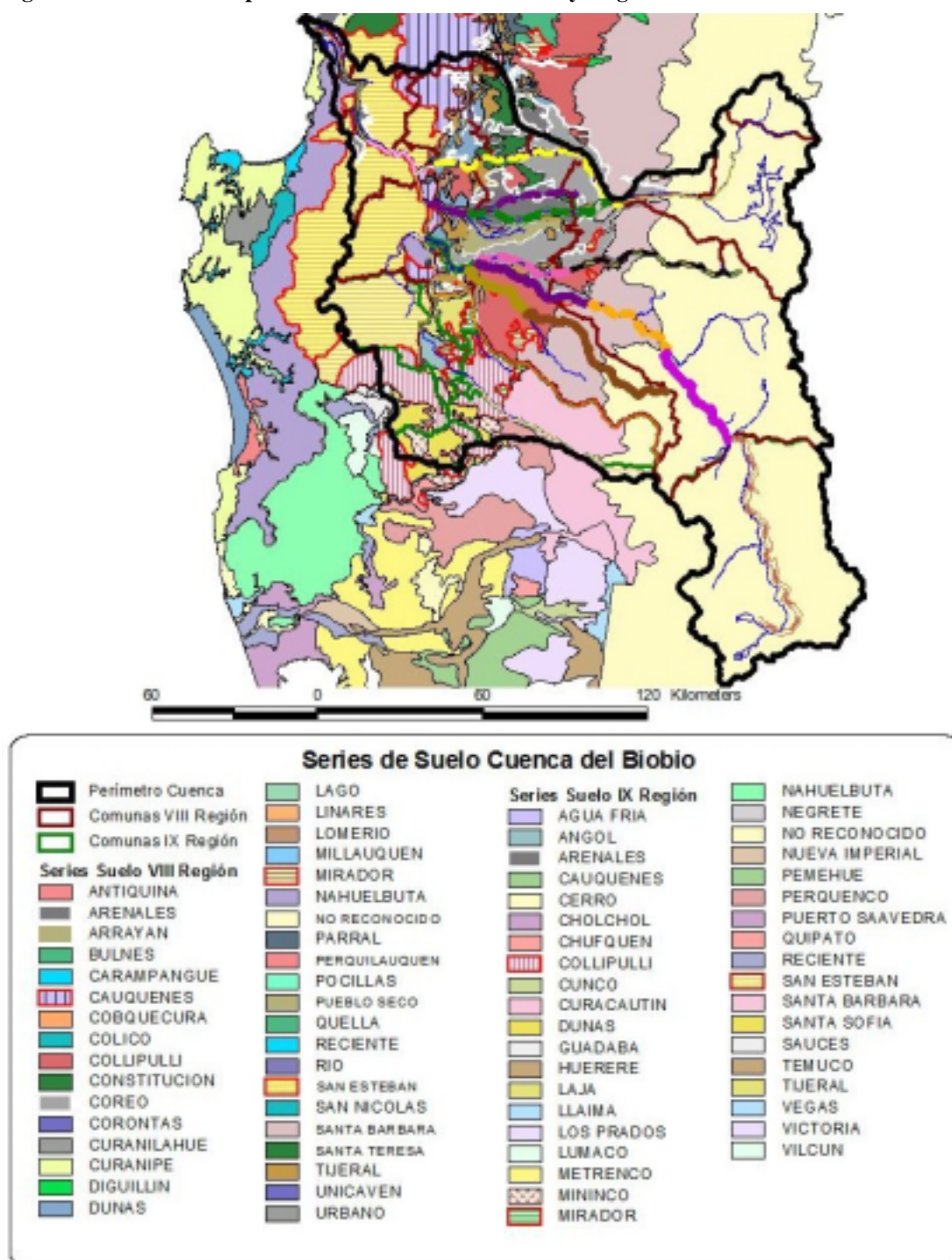
El suelo Santa Barbara, presente en las comunas de Mulchén, Santa Barbara, Quilleco y Quilaco y en menor superficie en Tucapel y Antuco, dónde ocupa áreas en torno del 25 – 35% de las superficie comunal, excepto en la comuna de Tucapel, en la ocupa un 11% de la superficie comunal. Esto es, ubicado en zonas de precordillera, asociado a coberturas vegetales de nothofagus, en posiciones de lomaje suave, aunque susceptible a erosión, no es una fuente importante de sedimentos. Es un suelo originado en cenizas volcánicas más o menos recientes.

El suelo serie Collipulli, en las comunas de Mulchén (la mayor superficie del grupo, 67%), Santa Bárbara, Los Ángeles y Laja, ocupando pequeñas proporciones de las superficies comunales, excepto Mulchén (31%) y Laja (25%). Se define como un suelo limoso, de origen en cenizas volcánicas antiguas, con frecuente erosión, en posiciones de altura media a montañoso. Con capacidades de uso más frecuentes III, VI y VII, destinado generalmente a cereales y praderas.

Los suelos de las series Coreo y Arenales, geográficamente en la cuenca del Laja, están presentes en las comunas de los Ángeles (que contiene el 50% de éstos suelos en el grupo de comunas), Quilleco, y en menores superficies en Cabrero, Yumbel, Laja y Negrete, en orden decreciente de superficies. Tienen similitudes, especialmente en su textura arenosa a franco arenosa, de drenaje rápido a excesivo, suelo delgado, asociado a coberturas vegetales arbustivas (radal, rosa mosqueta y otros) y plantaciones de pino insigne. La característica de drenaje rápido puede significar el que actúe como línea de transmisión de contaminantes hacia las napas y acuíferos que lleguen al río Laja y Biobio, aunque de importancia relativa por la orientación

preponderante hacia plantaciones forestales en esas series, es una cuestión que aparentemente no está suficientemente estudiada.

**Figura 3: Series de suelo presentes en la cuenca del Biobío y diagrama tramos de monitoreo**



Fuente: Elaboración propia en Arc View, en base a coberturas Ciren – CORFO, varios años.



El suelo de la serie Tijeral se relaciona con las series Coreo y Arenales como parte de una misma asociación, pero con características de textura más fina y drenaje más lento. Presente en las comunas de Los Ángeles, Renaico, Cabrero y Negrete en orden decreciente de superficie es un suelo de muy buenas características agrícolas, de origen aluvial de arenas andesíticas y basálticas, ocupa posiciones bajas, en terrazas fluviales o terrazas remanentes, plano ligeramente ondulado y clases de capacidad de uso entre II a IV.

Identificamos dos tipos de riesgo asociado a las características de los suelos presentes en la cuenca del Biobio. El “Riesgo de Erosión” y el “Riesgo de excesiva infiltración”. Ambos riesgos son factores asociados a sus propiedades físicas y mineralógicas, y pueden ser valoradas en una escala genérica de 0 a 2, siendo 0 el riesgo menor.

La susceptibilidad a la erosión, asociado suelos de texturas finas a muy finas (series San Esteban, Cauquenes y Collipulli) además de provocar la pérdida de las capacidades productivas de éstos, es una importante fuente de sedimentos y nutrientes a los cursos de agua, por lo que su cuantificación es un prerrequisito en la definición de estrategias de manejo de una cuenca para el control de la calidad de las aguas.

La excesiva infiltración de un suelo, por otra parte, asociada a suelos de texturas gruesas (series Arenales, Coreo) es un riesgo que identificamos sin suficiente estudio y evaluación, que podría actuar como vía de transporte de diversos contaminantes que se derramaren sobre suelos con estas características y que a través de la contaminación de las napas freáticas que bajo estos se mueven, pueden llegar a los acuíferos que alimentan y son afluentes de los cuerpos de agua presentes en la cuenca.

Las series San Esteban, Cauquenes, Collipulli son suelos de alta a susceptibilidad a la erosión y ocupan una superficie de 519.095 hectáreas de la cuenca del Biobio, esto es un 40,8% del suelo reconocidos y un 21,7% del total de la cuenca. La erosión es el resultado de las prácticas de manejo que se realizan sobre estos y la cobertura vegetal que posean, así, las intervenciones agrícolas en ellos, particularmente en sectores o sitios con capacidades de uso V a VII, provocan erosión de arrastre por aguas lluvias. Estimamos que la realización de actividades agrícolas es particularmente inevitable por aquellos propietarios que no tiene más opciones para generar sus ingresos, como las explotaciones de subsistencia.

Las series Arenales y Coreo, indicados como suelos de textura gruesa y drenaje excesivo, ocupan una superficie de 201.990 has, esto es, un 15,9% de los suelos de interés agrícola y 8,5% de la superficie de la cuenca. En estos el riesgo de ser puente de transmisión de contaminantes derramados, se extendería a toda su superficie y no se relaciona con características de quien sea propietario del casco.

En el cuadro siguiente, se presenta una evaluación tentativa y genérica del riesgo de erosión o excesiva infiltración presente en las series de suelos identificados en la cuenca del Biobio.

**Tabla N° 11: Calificación de riesgo de erosión e infiltración asociado a las series de suelo en la cuenca hidrográfica del Biobio.**

Riesgo	Series de suelo
“0”	Angol, Arrayan, Chufquen, Guadaba, Nahuelbuta, Rio Negrete, Santa Sofia, Santa Teresa, Sauces, Tijeral
“1”	Laja, Lomerio, Perquenco, Santa Bárbara Mininco, Mirador
“2”	Arenales, Cauquenes, Coreo, San Esteban, Collipulli,

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de descripción de series de suelo de la VIII región, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, 1979.

Con ello, se elaboró una tabla de riegos, presentada a continuación.



Tabla N° 12: Niveles de riesgo de erosión en las comunas en la cuenca Bío-bío

COMUNAS	BAJO RIESGO	MEDIANO RIESGO	ALTO RIESGO	% cuenca de alto riesgo serie de suelos.	Total Sup series presentes
San Pedro de la Paz	90%	0%	10%	0,1%	7.289
Chiguayante	100%	0%	0%	0,0%	278
Coronel	100%	0%	0%	0,0%	8.940
Hualqui	3%	0%	97%	7,9%	48.896
Florida	0%	0%	100%	0,8%	5.082
Santa Juana	8%	0%	92%	6,9%	44.797
Quillon	0%	0%	100%	1,2%	7.350
Yumbel	10%	2%	87%	10,6%	72.779
San Rosendo	8%	8%	84%	1,3%	9.258
Nacimiento	11%	0%	89%	13,8%	93.059
Los Angeles	32%	5%	63%	18,4%	174.953
Quilleco	33%	27%	40%	7,4%	112.175
Tucapel	61%	14%	25%	1,3%	30.607
Antuco	97%	2%	1%	0,4%	191.464
Pinto	100%	0%	0%	0,0%	42.074
Santa Barbara	84%	14%	2%	1,1%	336.975
Quilaco	72%	27%	1%	0,3%	111.579
Mulchén	28%	68%	4%	1,1%	189.415
Negrete	50%	9%	41%	1,1%	15.795
Laja	6%	34%	59%	3,4%	34.020
Cabrero	64%	0%	36%	2,8%	46.420
Yungay	22%	0%	78%	1,0%	8.057
Angol	12%	14%	74%	14,2%	115.737
Collipulli	19%	76%	6%	1,3%	130.364
Curacautín	100%	0%	0%	0,0%	7.965
Ercilla	18%	72%	10%	0,6%	37.742
Lonquimay	100%	0%	0%	0,0%	394.205
Los Sauces	31%	68%	1%	0,1%	51.324
Renaico	51%	7%	42%	1,8%	26.420
Traiguén	52%	30%	18%	1,0%	31.912
Victoria	25%	75%	0%	0,0%	1.805
Total	56%	19%	25%	100,0%	2.388.738
<b>Porcentaje</b>	<b>55,6%</b>	<b>19,2%</b>	<b>25,1%</b>		<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia sobre Cobertura suelos, CIREN-CORFO. Procesado en Arc-View.

Junto con la Clasificación de las Explotaciones Agrícolas del VI Censo Nacional Agropecuario, según Tipo de Productor y localización Geográfica. ODEPA, Documento De Trabajo N°5, enero 2000 (Anexo N° 12), se generó la Tabla N° 13 de superficie por tamaño de propietarios en las comunas de la cuenca, y se obtuvo una cuantificación de superficie por comuna y estratos de tamaño asociados a los riesgos, (“Riesgo de Erosión” y el “Riesgo de excesiva infiltración”, información antes señalada en Tabla N° 11), tal como se indica a continuación.

**Tabla N° 13: Superficie de explotaciones por tamaño (hás) ajustada por superficie de la comuna en la cuenca.**

Áreas Agroecológicas.	Comuna	Superficie Há.				% Riesgo por Tamaño	% de comuna en Riesgo por Tamaño.
		Subsist.	Pequeño	Mediano	Grande		
Secano Interior	Angol	4.856	17.329	7.275	47.008	6,4%	2,3%
Cordillera	Antuco	9.411	0	2.323	32.759	21,2%	4,5%
Depresión Interm	Cabrero	2.926	4.269	7.658	19.660	8,5%	1,4%
Secano Costero	Chiguayante	39	107	63	0	18,6%	0,0%
Valle secano	Collipulli	2.856	15.579	4.077	57.398	3,6%	1,4%
Secano Costero	Coronel	213	845	233	2.522	5,6%	0,1%
Precordillera	Curacautín	441	790	542	2.212	11,1%	0,2%
Valle secano	Ercilla	1.710	8.003	2.450	11.013	7,4%	0,8%
Secano interior	Florida	526	1.102	430	1.831	13,5%	0,3%
Secano interior	Hualqui	3.831	7.429	1.121	3.015	24,9%	1,8%
Depresión Interm	Laja	3.835	2.093	2.975	3.197	31,7%	1,9%
Cordillera	Lonquimay	88.884	0	10.476	190.884	30,6%	42,9%
Depresión Interm	Los Angeles	19.571	17.562	30.472	14.045	24,0%	9,4%
Secano interior	Los Sauces	2.882	8.917	3.658	24.054	7,3%	1,4%
Depresión Interm	Mulchén	4.113	7.084	15.017	108.091	3,1%	2,0%
Secano interior	Nacimiento	4.986	13.552	4.013	43.394	7,6%	2,4%
Depresión Interm	Negrete	2.173	3.089	3.142	649	24,0%	1,0%
Cordillera	Pinto	8.413	0	2.411	0	77,7%	4,1%
Precordillera	Quilaco	4.120	7.393	2.174	49.862	6,5%	2,0%
Precordillera	Quilleco	9.693	6.315	5.581	55.325	12,6%	4,7%
Secano interior	Quillón	1.271	1.695	546	2.047	22,9%	0,6%
Depresión Interm	Renaico	1.449	2.056	3.540	2.245	15,6%	0,7%
Secano Costero	S. Pedro	100	95	0	2.870	3,3%	0,0%
Secano interior	San Rosendo	1.066	1.963	774	5.989	10,9%	0,5%
Precordillera	Santa Bárbara	13.029	33.938	26.560	167.501	5,4%	6,3%
Secano interior	Santa Juana	3.147	6.549	1.196	1.376	25,7%	1,5%
Secano interior	Traiguén	1.103	4.551	1.828	11.646	5,8%	0,5%
Precordillera	Tucapel	2.137	1.853	1.275	22.577	7,7%	1,0%
Valle secano	Victoria	28	174	77	378	4,2%	0,0%
Secano interior	Yumbel	8.061	16.080	6.170	19.807	16,1%	3,9%
Depresión Interm	Yungay	403	542	652	676	17,7%	0,2%
	<b>Total</b>	<b>207.270</b>	<b>190.957</b>	<b>148.709</b>	<b>904.032</b>	<b>14,3%</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base del Censo Agropecuario 1997 y clasificación tamaños CIREN-CORFO.

**Notas:**

- 1.- Resultados relevantes solo para aquellas comunas que no pertenecen al valle regado.
- 2.- Para efectos de este cálculo se supone secano para todas las comunas.
- 3.- Se supone que en cordillera las propiedades de subsistencia no están en propiedades con pendientes significativas.
- 4.- Se supone alta relación entre riego y depresión intermedia, luego se estima que no tienen riesgos de erosión.

#### d) Capacidades de Uso de Suelo.

De acuerdo a datos ODEPA, las capacidades de uso de suelo en las comunas de en torno de los tramos de control, se distribuyen en las superficies que se indican en el Anexo N° 13.

Las comunas que poseen mayor importancia en el total de superficie hectáreas de las capacidades de usos de suelo son Lonquimay, Santa Bárbara, Mulchén, Los Angeles, Antuco y Collipulli. En el caso de los suelos de riego (I-IVr) éstos se presentan en mayor magnitud en las comunas de Los Angeles y Mulchén, alcanzando el 45% y 13% respectivamente de ésta capacidad de uso, con respecto a los suelos arables (I-IV) se encuentran con mayor presencia en Collipulli (17%), Mulchén (16%) y Los Angeles (9%), en tanto en los suelos no arables éstos son identificados en mayor grado en las comunas de Lonquimay y Santa Bárbara, con un 25% y 18% respectivamente.

**Tabla N° 14: Distribución de las superficies de Clases de Capacidades Uso de Suelo por comuna, cuenca del río Biobío, ajustado por porcentaje de comuna en la cuenca.**

COMUNA	SUPERFICIE TOTAL (Hás)	I-IVr (Hás)	I-IV (Hás)	V-VIII (Hás)
Antuco	141.570	213	531	140.826
Cabrero	38.108	8.733	10.248	19.127
Chiguayante	1.748	10	117	1.621
Coronel	3.752	131	575	3.046
Florida	395	0	51	344
Hualqui	40.455	13	2.729	37.714
Laja	32.786	1.086	10.073	21.626
Los Angeles	170.561	53.337	38.667	78.557
Mulchén	192.545	15.687	68.353	108.505
Nacimiento	87.158	947	24.205	62.006
Negrete	14.918	5.459	5.069	4.390
Pinto	6.255	324	2.199	3.732
Quilaco	121.360	596	21.348	99.416
Quilleco	117.404	4.819	28.217	84.367
Quillón	1.726	70	658	998
San Pedro de la Paz	4.403	289	688	3.426
San Rosendo	16.247	0	2.080	14.167
Santa Bárbara	397.582	4.519	34.716	358.347
Santa Juana	32.131	78	3.213	28.841
Tucapel	17.873	129	1.217	16.528
Yumbel	74.958	1.202	16.497	57.259
Yungay	860	41	301	518
Angol	115.427	5.006	11.595	98.825
Collipulli	133.926	3.114	72.391	58.421
Curacautín	275	2	70	203
Ercilla	28.071	823	17.945	9.303
Lonquimay	495.135	66	2	495.066
Los Sauces	29.439	207	6.070	23.163
Renaico	25.337	4.875	10.282	10.180
Traiguén	10.875	856	4.650	5.368
Victoria	19	0	16	4
<b>TOTAL</b>	<b>2.353.299</b>	<b>112.633</b>	<b>394.771</b>	<b>1.845.895</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de información ODEPA.

De la tabla expuesta se desprende que existe alta dispersión entre las capacidades de uso de suelo de la cuenca del río Biobío, sólo los suelos no arables (V-VIII) son 1.845.895 hás un 78% del total de capacidades de uso de suelo, los suelos de riego (I-Vr) alcanzan a 112.633 hás lo cual representa 5%, en tanto los suelos arables (I-IV) alcanzan las 394.771 hás alrededor de 17%.

#### 4.1.2) Caracterización y Diagnóstico de la Situación Socioeconómica de la Cuenca del Río Biobío.

A nivel de cuenca hidrográfica no existen estudios sobre indicadores económicos y sociales, encontrándose éstos sólo a nivel regional. Debido a lo anterior, la caracterización de la economía del sector Silvoagropecuario de la cuenca del río Biobío se realiza sobre la base de los siguientes aspectos: i) Población ocupada por comuna y sector económico silvoagropecuario; ii) Participación económica de las comunas de las regiones del Biobío y Araucanía dentro de la cuenca del río Biobío y; iii) Aportes regionales del PIB del sector silvoagropecuario dentro de las comunas consideradas en el análisis. Como base de los cálculos realizados, se ha utilizado información del Banco Central y el Censo de Población y Vivienda del año 2002 (INE, 2002). Dado la información y el tiempo que se dispone para trabajar, son analizados los datos por comunas ajustadas a la superficie de la cuenca y no se realizará el análisis por distrito, puesto que no es necesario debido a que este estudio corresponde a una aproximación para el cálculo de beneficios y costos asociados a la norma de calidad de aguas. Todos los datos son ajustados a la cuenca, para ello los cálculos de superficies comunales y cuencas hidrográficas han sido obtenidos de coberturas digitales de MIDEPLAN y de información del Centro EULA-Chile. (Más detalle ver Anexo N° 14).

##### a) La Estructura Productiva Cuenca del Río Biobío

El PIB de la cuenca al año 2005 se estimó en 1.031.168 (Mill. \$ de 1996), con una tasa de crecimiento anual de 2,99%. La estructura productiva de la cuenca, para los años 2005 y 2015, se calculó sobre la base del PIB Regionalizado, según información del Banco Central de Chile para el periodo 1996-2002. Esta estructura se muestra a continuación en la Tabla N° 15.

**Tabla N° 15: Estructura productiva sectorial (PIB), cuenca del río Biobío (2005 y 2015).**

Sectores económicos	PIB (2005) (Mill. \$)	PIB (2015) (Mill. \$)	Tasa crecimiento (%)	Participación sector 2005 (%)
Silvoagropecuario	103.716	118.564	1,35	8,56
Explotación de minas	988	1.024	0,36	0,07
Industria manufacturera	306.159	408.817	2,93	29,51
Electricidad, gas y agua	69.308	90.474	2,70	6,53
Construcción	112.820	159.966	3,55	11,55
Comercio, hoteles y restaurantes	85.210	123.415	3,77	8,91
Transporte y comunicaciones	76.756	142.556	6,39	10,29
Intermediación financiera	65.471	74.600	1,31	5,38
Servicios personales y comunales.	167.312	234.278	3,42	16,91
Otros	37.169	52.832	3,58	3,81
<b>Total</b>	<b>1.031.168</b>	<b>1.385.504</b>	<b>2,99</b>	<b>100,00</b>

Fuente. Elaboración propia sobre la base de información del Banco Central de Chile (1996-2002).

Del análisis se desprende que los sectores económicos de mayor crecimiento en la cuenca del río Biobío son: construcción, comercio-turismo, transporte y telecomunicaciones, servicios personales, comunales y sociales y otros. Por su parte, el sector silvoagropecuario tiene en el año 2005 una participación proyectada de 8,56 % con una tasa de crecimiento anual de 1,35 % inferior a la cuenca que tiene una tasa de crecimiento esperada del 2,99%. (Ver Anexo 14).

### b) Caracterización económica según zonas agroecológicas, subcuencas, tramos de aplicación de la norma y comunas

A lo largo de la cuenca del río Biobío, se observan diferentes zonas agroecológicas, desde la Cordillera de Los Andes, atravesando la precordillera y el valle central, hasta la zona costera donde desemboca el río Biobío.

Se observa que en la parte alta de la cuenca predominan las actividades silvoagropecuarias, seguidas del comercio, aunque con niveles bastante inferiores. En la parte media adquiere mayor importancia el sector industrial y, luego, el sector silvoagropecuario. Por último, en la zona costera, son relevantes los sectores comercio y servicios, debido a la localización del Área Metropolitana de Concepción. A continuación se describen las principales actividades económicas según zonas agroecológicas, subcuencas y tramos de aplicación del Anteproyecto de Norma.

**Tabla N° 16: Subcuencas, tramos y comunas zonas agroecológicas Cordillera y Precordillera río Biobío.**

Subcuenca	Tramo	Superficie miles hás	Comunas
Biobío embocadura	BI-TR-20	337,72	Lonquimay
Biobío alto	BI-TR-31	234,23	Alto Biobío
Biobío medio	BI-TR-31 y BI-TR-32	128,45	Quilaco
Queuco	BI-TR-33	99,98	Santa Bárbara.
...	...	<b>800,40</b>	...

Fuente. Elaboración propia.

La cuenca del río Biobío nace en la cordillera de los Andes, en la comuna de Lonquimay, en la región de la Araucanía. Tiene su origen en los lagos Galletue e Icalma, tramo inicial denominado **BI-TR-20**. Luego, aguas abajo encontramos las subcuencas Biobío Alto y Queuco (tramos **B1-TR-31** y **B1-TR-33**), ambas en la ribera norte del río Biobío, en las comunas de Alto Biobío y Santa Bárbara. En la ribera sur, en la comuna de Quilaco, y formando parte de la subcuenca Biobío Medio, se encuentra el tramo **BI-TR-32**.

En la comuna de Lonquimay el sector económico más relevante es el silvoagropecuario (37%) y el comercio con un 10%. En la comuna de Quilaco, la actividad silvoagropecuaria disminuye en importancia, aunque permanece siendo la actividad principal. En Santa Bárbara la construcción tiene una participación de un 34% en la estructura económica, debido principalmente al auge que significó la construcción de las centrales hidroeléctricas Pangue y Ralco. También, en esta comuna los sectores silvoagropecuario y comercio turismo, tienen una participación importante (21% y 10%, respectivamente).

**Tabla N° 17: Subcuencas, tramos y comunas zonas agroecológicas Cordillera y Precordillera de los ríos Duqueco y Laja.**

Subcuenca	Tramo	Superficie miles hás	Comunas
Duqueco	DU-TR-11	158,21	Quilleco
Laja alto	LA-TR-10	276,76	Pinto, Antuco y Tucapel
...	...	<b>434,97</b>	...

Fuente. Elaboración propia.

En el mismo sector cordillerano, pero más al norte, ya en la región del Biobío, nacen los ríos Laja y Duqueco, que son dos de los principales afluentes del Biobío (tramo **LA-TR-10** y tramo **DU-TR-11**). El tramo **LA-TR-10** se ubica en la subcuenca Laja Alto y comprende las comunas de Antuco, Tucapel y Pinto. Las comunas de Antuco, Tucapel y Pinto pertenecen a la provincia de Ñuble y las actividades económicas predominantes son: silvoagropecuaria (25%), comercio (12%) e industria manufacturera (10%). El tramo **DU-TR-11** se ubica en

la la subcuenca del Duqueco y comprende la comuna de Quilleco. La actividad económica principal es la silvoagropecuaria (44%), siendo el resto de las actividades de menor peso en la estructura económica.

**Tabla N° 18: Subcuencas, tramos y comunas zona agroecológica depresión intermedia ríos Bureo, Renaico y Malleco.**

Subcuenca	Tramo	Superficie miles hás	Comunas
Bureo	BU-TR-11, BU-TR-12 y RE-TR-10	142,93	Mulchén
Renaico	RE-TR-10 y MA-TR- 10	154,26	Collipulli
Malleco	MA-TR-10	109,69	Curacautín, Ercilla, Victoria.
...	...	<b>406,89</b>	...

Fuente. Elaboración propia.

En la subcuenca del río Bureo se identificaron los tramos **BU-TR-11 y BU-TR-12**, en la comuna de Mulchén, esta comuna también abarca una pequeña proporción del tramo RE-TR-10. Además, en el denominado Llano Central encontramos los tramos **MA-TR-10 y RE-TR-10**, el primero en la subcuenca del río Malleco y, el segundo, en la del río Renaico. En la del río Malleco encontramos las comunas de Curacautín, Ercilla y Victoria; y en la del río Renaico se encuentra Collipulli, esta ciudad también posee una menor proporción en río Malleco. La actividad económica predominante para esta zona geográfica continua siendo el sector silvoagropecuario, el cual en promedio tiene una participación de un 35%. Cabe destacar que en esta área sólo en la comuna de Mulchén la actividad industrial es relevante, con un 10% de participación.

**Tabla N° 19: Subcuencas, tramos y comunas zona agroecológica Depresión Intermedia ríos Guaqui, Laja y Claro.**

Subcuenca	Tramo	Superficie miles hás	Comunas
Guaqui	GU-TR-10, RA-TR-10, BI-TR-40, DU-TR-12, LA-TR-21, LA-TR-22.	143,64	Los Angeles,
Laja inferior	LA-TR-21 y CL-TR-10 LA-TR-21	95,75	Cabrero Yungay
Río Claro	CL-TR-10 y BI-TR-50 CL-TR-10	86,78	Yumbel Quillón.
...	...	<b>326,18</b>	...

Fuente. Elaboración propia.

Encontramos en esta zona las subcuencas de los ríos Guaqui, Laja Inferior y río Claro y los tramos **GU-TR-10, RA-TR-10 y BI-TR-40** (Guaqui; comunas de Los Angeles), **LA-TR-21** (Laja Inferior; comunas de Cabrero y Yungay) y **CL-TR-10** (río Claro; comuna de Yumbel y Quillón).

En la comuna de Los Angeles los sectores económicos principales son: comercio (20%), silvoagropecuario (15%) e industria manufacturera (4%). En las comunas de Cabrero y Yungay, son relevantes los sectores silvoagropecuario y la industria manufacturera (22% y 20%, respectivamente). Finalmente, en las comunas de Quillón y Yumbel, la estructura económica es la siguiente: sector silvoagropecuario (32%), comercio (14%) e industria (13%).

**Tabla N° 20: Subcuencas, tramos y comunas zona agroecológica Depresión Intermedia y Secano Costero ríos Vergara y Tavoleo.**

Subcuenca	Tramo	Superficie miles hás	Comunas
Vergara	VE-TR-10 VE-TR-10 y VE-TR-20 VE-TR-10 y TA-TR-10 VE-TR-20 y RE-TR-20	165,87	Traiguén y Los Sauces Renaico Angol Negrete
Taboleo	BI-TR-50, LA-TR-22 Y LA-TR-21 BI-TR-50 Y TA-TR-10	128,11	Laja Nacimiento
...	...	<b>293,98</b>	...

Fuente. Elaboración propia.

En esta zona encontramos las sub-cuencas de los ríos Vergara (tramos **VE-TR-10** y **VE-TR-20**, comunas de Renaico, Angol, Negrete, Traiguén y Los Sauces), cabe mencionar que Angol y Negrete, abarcan en menor proporción otros tramos, y Taboleo (tramo **BI-TR 50** y **TA-TR-10** y las comunas de Laja y Nacimiento). En las comunas de Renaico, Angol, Traiguén y Los Sauces, los sectores económicos relevantes son silvoagropecuario (24%) y comercio (22%), mientras que en Laja y Nacimiento, el mayor peso lo tienen la industria (24%) y el comercio (15%). En la comuna de Negrete el sector silvoagropecuario tiene una participación de un 38%, seguido de la industria manufacturera con un 15%.

**Tabla N° 21: Subcuencas, tramos y comunas zona agroecológica Secano.**

Subcuenca	Tramo	Superficie miles hás	Comunas
Biobío en desembocadura	BI-TR-60 BI-TR-60 y TA-TR-10 BI-TR-60 Y LA-TR-21 BI-TR-71 BI-TR-72	164,45	Florida Santa Juana, San Rosendo Coronel y Hualqui. San Pedro de la Paz y Chiguayante
...	...	<b>2,426,89</b>	...

Fuente. Elaboración propia.

La última subcuenca es la del Biobío en desembocadura y comprende los tramos **BI-TR-60**, **BI-TR-71** y **BI-TR-72**. En el primer tramo (comunas de Florida, Santa Juana y San Rosendo) los sectores económicos de mayor importancia son construcción (13%) y comercio (13%), mientras que en los tramos **BI-TR-71** (Hualqui y Coronel) y **BI-TR-72** (Chiguayante y San Pedro) son los sectores de comercio (20%) e industria (16%).

### c) El Análisis de la Situación Social.

Este análisis se realiza sobre la base de la información disponible en la CASEN 2003, la cual contiene los niveles de distribución de ingreso de la población. Se elaboró Tabla N° 22 que muestra tanto el valor agregado (PIB), ocupados en el sector y nivel de pobreza lo que permitirá analizar los impactos socioeconómicos de las variaciones en la calidad del agua. Luego a nivel socioeconómico se puede indicar que:

- Las comunas más pobres pertenecen a la novena región (con la excepción de Quilaco que pertenece a la octava región), y son: Ercilla, los Sauces, Curacautín, Renaico, Victoria, Traiguén y Lonquimay,

estas comunas tiene cada una a lo menos el 20% de ocupados en el sector Silvoagropecuario. El aporte al PIB de la cuenca de cada una de estas comunas es inferior al 3%.

- Las comunas que mas aportan al PIB Silvoagropecuario de la cuenca son: los Ángeles, Mulchén, Angol, Yumbel, Collipulli, Nacimiento, Cabrero y Santa Bárbara, con un aporte de un 4% o más de cada una al PIB del sector. Gran aporte hace la PIB Silvoagropecuario de la cuenca la comuna de Los Ángeles que alcanza el 25,4%
- Las 8 comunas más ricas de la cuenca se encuentran en la octava región y su actividad principal no es el sector Silvoagropecuario. En la comuna de Los Ángeles el sector principal es el comercio y el sector Silvoagropecuario es el segundo en importancia, en Nacimiento la industria ocupa el primer lugar y el sector Silvoagropecuario el tercer lugar, y la agrupación de comunas, Chiguayante, San Pedro de la Paz, Yungay, el aporte del sector Silvoagropecuario a la cuenca es muy bajo, en las tres aporta bajo el tercer lugar.

#### **d) La Estrategia Regional De Desarrollo**

La Estrategia Regional de Desarrollo de la Región del Biobío contiene varias líneas estratégicas de las cuales se ha seleccionado la que tiene mayor relación tanto con el sector silvoagropecuario, como con la calidad de aguas de la cuenca. Esta línea se denomina “*Fortalecimiento del mundo rural mejorando los niveles de equidad y sustentabilidad*” y dentro de ella, se han identificado las siguientes acciones, cuya implementación tendría efectos relevantes sobre la calidad del agua de la cuenca hidrográfica del río Biobío:

- a) Mejorar la productividad y fortalecer la competitividad del rubro silvoagropecuario tanto de rubros innovadores como tradicionales. Dentro de lo cual se propone mejorar la utilización de productividad de los recursos naturales que constituyen un activo de los agricultores como son suelos, agua para riego y recursos forestales. Para cumplir con este lineamiento estratégico, entre otras acciones, se encuentra la implementación de una *propuesta estratégica de riego* y el reforzamiento de los planes de saneamiento de títulos de dominio para pequeñas propiedades rurales, así como también la regulación y uso eficiente de los derechos de agua.

Respecto de la Estrategia Regional de Riego, la región del Biobío dispone de una superficie bajo cota de canal de, aproximadamente, 300.000 ha, localizadas principalmente en la provincia de Biobío y Ñuble, de las cuales sólo se riegan cerca de 180.000 ha. Además, la infraestructura de riego es ineficiente, debido a la antigüedad de los canales. Sin embargo, y debido a la apertura económica de las últimas décadas, será necesario incrementar la infraestructura y eficiencia del riego, principalmente para el rubro hortofrutícola. En síntesis, los objetivos estratégicos para el desarrollo del riego en la región del Biobío son: i) Aumento de la superficie de riego, ii) Mejorar la gestión de los recursos hídricos y; iii) Perfeccionar la gestión institucional.

- b) Diversificar la base productiva rural y promover el desarrollo de actividades económicas no agrícolas que contribuyan a disminuir la migración rural-urbana y fortalecer el turismo rural. Para ello se plantea la acción estratégica de diseñar e implementar un programa de desarrollo turístico rural.

Por otra parte, en la misma dirección, se ha definido una Agenda de dinamización para el desarrollo Silvoagropecuario, que constituye una propuesta de trabajo e inversión para el periodo 2004 – 2006. Sectorifica la superficie regional en 7 sub sectores o territorios, donde la cuenca del Biobío está representada por dos territorios, a saber,

- “Biobio Centro” (comunas de Los Ángeles y Laja) cuyos ejes productivos definidos son la producción lechera y derivados y la agroindustria hortofrutícola
- “Biobio Cordillera” (comunas Santa Bárbara y Quilaco), con los ejes productivos agroindustria de la carne y agroindustria hortofrutícola

Junto a ambos, se ha definido a la producción de miel como una actividad transversal a los territorios.



Así, antecedentes a septiembre de 2005, se anunciaba que se había ejecutado algo más del 70% del presupuesto total originalmente definido.

**Tabla N° 22: PIB, ocupados y nivel de pobreza comunas cuenca Biobío para el sector Silvoagropecuario.**

Comunas	Ocupados			PIB			Pobreza			
	Total	Sector Silvoagropecuario	Sector Silvoagropecuario %	Sector Silvoagropecuario	Sector Silvoagropecuario %	N° Orden del Silvoagropecuario	Indigencia %	No indigencia %	Pobres %	N° orden
Ercilla	1.134	452	39,91	1.563	1,51	17	22,46	30,40	52,86	1
Los Sauces	1.029	425	41,35	1.468	1,42	20	18,47	30,00	48,47	2
Curacautín	186	47	25,15	162	0,16	31	14,91	32,94	47,85	3
Renaico	2.183	766	35,08	2.645	2,55	13	12,10	32,07	44,17	4
Quilaco	834	304	36,45	1.050	1,01	21	16,57	26,66	43,23	5
Victoria	95	19	20,34	67	0,06	32	10,28	31,54	41,82	6
Traiguén	1.728	451	26,11	1.559	1,50	18	18,60	23,00	41,60	7
Lonquimay	2.491	887	35,61	3.064	2,95	11	16,01	25,28	41,29	8
San Rosendo	822	79	9,61	273	0,26	30	17,26	22,43	39,69	9
<b>Algol</b>	<b>13.345</b>	<b>2.478</b>	<b>18,57</b>	<b>8.559</b>	<b>8,25</b>	<b>3</b>	<b>12,09</b>	<b>27,26</b>	<b>39,35</b>	<b>10</b>
Laja	5.715	529	9,26	1.827	1,76	16	14,38	24,89	39,27	11
Negrete	2.088	790	37,84	2.729	2,63	12	10,13	27,61	37,74	12
<b>Collipulli</b>	<b>5.184</b>	<b>1.524</b>	<b>29,40</b>	<b>5.265</b>	<b>5,08</b>	<b>5</b>	<b>11,05</b>	<b>26,14</b>	<b>37,19</b>	<b>13</b>
Santa Juana	1.848	763	41,29	2.636	2,54	14	12,96	23,27	36,23	14
Tucapel	1.079	270	25,06	934	0,90	23	9,07	26,90	35,97	15
<b>Yumbel</b>	<b>5.149</b>	<b>1.632</b>	<b>31,70</b>	<b>5.638</b>	<b>5,44</b>	<b>4</b>	<b>6,69</b>	<b>28,71</b>	<b>35,40</b>	<b>16</b>
Quilleco	2.320	1.015	43,75	3.506	3,38	10	13,07	21,83	34,90	17
Coronel	10.595	440	4,15	1.520	1,47	19	10,68	24,07	34,75	18
Florida	203	92	45,30	318	0,31	28	8,41	25,59	34,00	19
Quillon	708	261	36,93	902	0,87	24	8,46	23,23	31,69	20
Antuco	771	100	12,97	345	0,33	27	9,21	21,76	30,97	21
Santa Bárbara	5.565	1.167	20,97	4.032	3,89	8	11,82	18,86	30,68	22
Hualqui	4.972	1.031	20,74	3.562	3,43	9	9,83	20,58	30,41	23
<b>Cabrero</b>	<b>5.539</b>	<b>1.207</b>	<b>21,79</b>	<b>4.169</b>	<b>4,02</b>	<b>7</b>	<b>6,79</b>	<b>23,47</b>	<b>30,26</b>	<b>24</b>
<b>Mulchen</b>	<b>7.620</b>	<b>2.716</b>	<b>35,64</b>	<b>9.383</b>	<b>9,05</b>	<b>2</b>	<b>7,44</b>	<b>21,21</b>	<b>28,65</b>	<b>25</b>
Pinto	866	301	34,70	1.040	1,00	22	6,89	20,01	26,90	26
<b>Los Angeles</b>	<b>53.452</b>	<b>7.769</b>	<b>14,53</b>	<b>26.839</b>	<b>25,88</b>	<b>1</b>	<b>8,90</b>	<b>17,83</b>	<b>26,73</b>	<b>27</b>
<b>Nacimiento</b>	<b>6.914</b>	<b>1.276</b>	<b>18,46</b>	<b>4.408</b>	<b>4,25</b>	<b>6</b>	<b>8,34</b>	<b>16,21</b>	<b>24,55</b>	<b>28</b>
Yungay	474	90	18,96	311	0,30	29	7,93	14,08	22,01	29
San Pedro de la P.	19.300	684	3,54	2.362	2,28	15	9,04	11,35	20,39	30
Chiguayante	14.760	256	1,73	883	0,85	25	3,68	12,62	16,30	31
<b>Total</b>	<b>178.968</b>	<b>29.821</b>		<b>103.018</b>	<b>99,33</b>					

Fuente: Elaboración propia en base a la CASEN 2003, Banco Central de Chile y Censo 2002.

*Proyecto: Análisis General del Impacto Económico de la Norma Secundaria de Calidad Aguas del río Biobío en el Sector Silvoagropecuario.*

*Centro EULA-Chile Universidad de Concepción*

*Enero 2006*

#### 4.1.3) Análisis del Sector Silvoagropecuario.

El aporte que proporciona el sector silvoagropecuario al PIB de la cuenca del Biobío alcanza a 103.716 (MM\$) al 2005, con una participación de este sector de un 10,06%, en tanto el porcentaje de superficie de uso de suelo vinculada a este sector alcanza alrededor de 89,92% correspondiente a 2.169.750 (ha). La descripción se realiza en primer lugar mostrando la actividad agrícola, el riego en el sector, la actividad ganadera y por último la actividad forestal.

##### a) Principales cultivos producción agrícola.

Los principales cultivos agrícolas en la cuenca del Biobío son Cereales, Chacras, Cultivos Industriales, Hortalizas y Frutales mayores y menores. De estos rubros, a continuación se presenta una tabla resumen indicando el número de explotaciones, la superficie en Hectáreas, el Número y % en la cuenca de las comunas relevantes. Más detalle ver Anexo N° 15.

**Tabla N° 23: Cultivos relevantes para la cuenca del Biobío**

Ítem	N° de Explotaciones	Superficie Hás	Comunas relevantes	
			Número	% en Cuenca
Cereales	11.458,0	69.929,0	10	80,80%
Chacras	7.463,0	8.043,0	8	80,30%
Cultivos Industriales	1.268,0	9.357,0	6	81,30%
Hortalizas (aire libre)	2.925,0	2.581,0	6	80,90%
Frutales mayores y menores	2.250,3	4.677,9	6	81,10%

Fuente: Censo Agropecuario 1997

El grupo de los Cereales comprende para la cuenca del Biobío las especies Avena (grano seco), Cebada cervecera, Cebada forrajera, Centeno, Maíz (grano seco), Trigo blanco, Trigo candeal y Triticale, siendo los más relevantes en superficie del grupo el trigo blanco, avena, cebada y maíz para grano seco. Más detalle ver Anexo N° 16.

En el presente, de acuerdo a la visión de la SEREMI de Agricultura VIII región, en el “Informe de Coyuntura” 2004-2005 que ésta publica, la evolución de este rubro ha sido a la disminución de superficies, especialmente en trigo y maíz para grano seco, concentrándose la mayor superficie en las áreas de secano de precordillera, aunque con incrementos menores en las siembras de avena y cebada motivadas por la agroindustria.

Las especies dentro del grupo de rubros identificados como Chacra son Arveja (grano seco), Chícharo, Garbanzo, Lenteja, Papa, Poroto de consumo interno y Poroto de exportación. Más detalle ver Anexo N° 17.

En la Tabla N° 17 se observa que el 80% de la superficie cultivada como chacra se localiza en ocho comunas (Los Angeles, Yumbel, Cabrero, Negrete, Renaico, Laja, Hualqui y Angol). Pero en este grupo, son las tres primeras las que concentran casi el 60% (con 36%, 15% y 8% respectivamente).

Se consideran en el censo agropecuario 97 como especies de Cultivos Industriales al Lupino (grano seco), la Manzanilla, Maravilla, Menta, Mimbre, las Plantas medicinales permanentes, Raps, la Remolacha azucarera y otros sin especificar. Dominan en la cuenca los cultivos de remolacha y raps, con el 97% de remolacha en la superficie sembrada en suelos de riego y el 93% de la superficie con raps de las siembras de este grupo, en suelos de secano.

Las comunas de Los Angeles, Collipulli, Mulchén, Santa Bárbara, Ercilla y Quilaco concentran algo más del 80% de las siembras industriales y sólo Los Ángeles y Collipulli suman un 55% de las siembras de éste grupo (con 44,5% y 10,5 respectivamente). Más detalle ver Anexo N° 18.

La producción **Hortícola** en la Cuenca del Biobío se concentra en un 80% en las comunas de Los Ángeles, Angol, Renaico, Collipulli, Ercilla y Yumbel, donde Los Ángeles y Angol presentan algo más del 60% de la superficie con hortalizas de ésta (con 40,2% y 21% respectivamente).

Respecto de las especies hortícolas cultivadas, del censo agropecuario '97 se extrae que, más del 80% de la superficie de la cuenca con hortalizas se explotaba con once especies (Acelga, Ajo, Arveja verde, Berenjena, Cebolla de guarda, Choclo, Espárrago, Lechuga, Poroto verde, Tomate de consumo fresco y Zanahoria).

Para la época del censo sólo unas pocas empresas contrataban producción de hortalizas en la cuenca (en las VIII y IX regiones operaban las empresas Alifrut y Frisac). En enero de 2006, desarrollan contratos de producción 12 empresas, que han ampliado la capacidad de procesamiento. Desde Ñuble operan Alifrut, FrioSur, Frisac, Driskoll, Francisco Nancuvilú Ltda., Frigo Ñiquén y Riber Ñuble Ranch y desde la provincia de Biobío operan las empresas HortiFrut Los Ángeles, Valle del Laja, Vital Berry y Conservas Castillo y su subsidiaria Secoser Frambuesas. No se buscó identificar nuevas empresas en la zona de Angol, Malleco IX región. Más detalle ver Anexo N° 19.

El Censo Agropecuario 1997 informa de 4.678 hectáreas de plantaciones **Frutales** en formación y en producción establecidas en la cuenca del Biobío. En ellas, las comunas de Los Ángeles, Los Sauces, Angol, Renaico, Laja y Mulchén totalizan algo más de un 80% de la superficie. Más detalle ver Anexo N° 20.

## **b) El riego en la Cuenca del Biobío**

### **b.1) Superficie con Riego en la Cuenca.**

El Censo Agropecuario 1997, informa de 106.796,9 hectáreas totales bajo riego en la cuenca del Biobío (considerando superficies comunales ajustadas a la presencia de la comuna dentro de la cuenca). El riego gravitacional representaba el 98,3% de ese total. Por otra parte, el 80% de la superficie de riego de ésta se reparte entre las comunas de Los Ángeles, Mulchén, Cabrero, Negrete, Lonquimay, y Santa Bárbara, y entre éstas, el 48% de la superficie total de riego, se sitúa sólo en la comuna de Los Ángeles, con 51.259,4 hás. En la tabla N° 14: Distribución de las superficies de Clases de Capacidades Uso de Suelo por comuna, cuenca del río Biobío, ajustado por porcentaje de comuna en la cuenca, observamos que la superficie total con capacidad de uso I-IVr (superficie de riego) era de 112.633 hás, basada en antecedentes ODEPA, que representa el total de área agrícola susceptible de ser regada, la que necesariamente no puede ser igual a la superficie efectivamente regada.

**Tabla N° 24: Superficie de Riego para las comunas, cuenca del Bío-bío ajustado por participación en la cuenca**

Comunas	Riego gravitacional (hás)	Riego mecánico mayor (hás)	Micro y/o localizado (hás)	Total (hás)	% en la cuenca
Los Ángeles	50.643,1	512,7	103,6	51.259,4	48.00%
Mulchen	15.934,6	68,5	0,5	16.003,6	14.99%
Cabrero	6.080,7	26,9	11,4	6.119,0	5.73%
Negrete	5.144,8	125,5	0,0	5.270,3	4.93%
Lonquimay	4.749,0	15,8	0,0	4.764,8	4.46%
Sta Bárbara y Alto Biobio	3.950,4	164,0	1,0	4.115,4	3.85%
Renaico	4.021,5	39,7	0,0	4.061,2	3.80%
Quilleco	3.578,8	15,5	9,6	3.603,9	3.37%
Angol	3.178,4	150,2	104,9	3.433,5	3.22%
Traiguén	1.781,6	63,1	6,4	1.851,1	1.73%
Yumbel	1.261,7	3,4	5,0	1.270,1	1.19%
Nacimiento	833,2	64,4	7,0	904,6	0.85%
Collipulli	655,0	74,4	50,8	780,2	0.73%
Quilaco	511,1	76,0	0,1	587,2	0.55%
Pinto	578,9	1,4	0,2	580,5	0.54%
Laja	562,4	3,5	1,0	566,9	0.53%
Antuco	440,9	0,0	0,0	440,9	0.41%
Hualqui	195,0	8,3	10,4	213,7	0.20%
Los Sauces	142,2	45,9	0,0	188,1	0.18%
Santa Juana	166,9	13,7	0,0	180,6	0.17%
Tucapel	144,8	4,1	1,9	150,7	0.14%
Florida	74,8	32,2	11,9	119,0	0.11%
Ercilla	87,2	3,9	1,5	92,5	0.09%
Yungay	82,0	2,5	1,2	85,7	0.08%
Quillón	66,6	0,2	4,1	71,0	0.07%
Curacautín	51,4	2,4	0,0	53,8	0.05%
Chiguayante	13,3	0,3	0,3	13,9	0.01%
Victoria	4,3	5,0	0,0	9,3	0.01%
San Rosendo	3,0	3,0	0,0	6,0	0.01%
San Pedro de la Paz	s/i	s/i	s/i	s/i	
Coronel	s/i	s/i	s/i	s/i	
<b>TOTAL</b>	<b>104,938</b>	<b>1,526</b>	<b>332</b>	<b>106,797</b>	<b>100.00%</b>

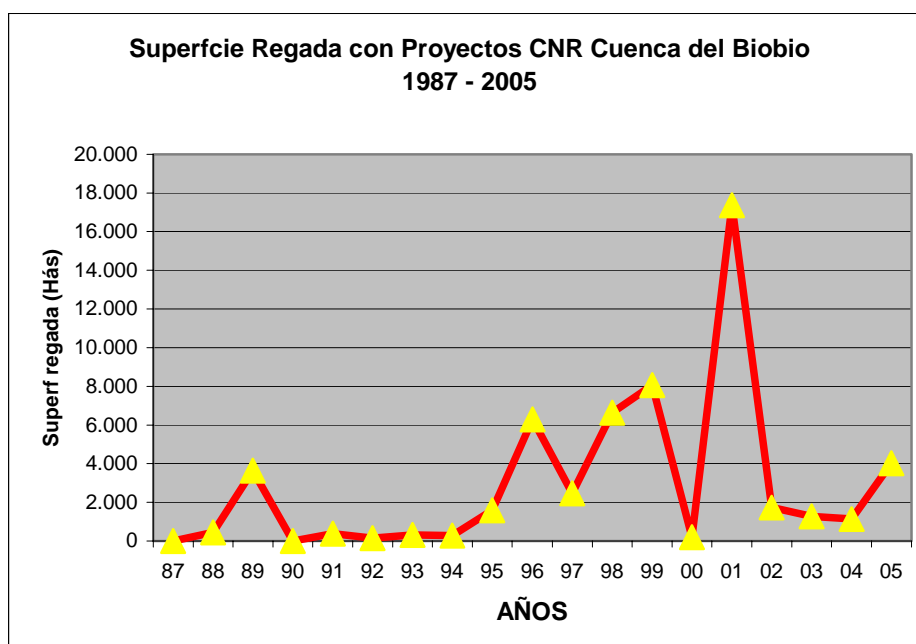
Fuente: INE Censo Agropecuario 1997.

Un detalle sobresaliente es la alta superficie que informa para la comuna de Lonquimay, que a pesar de ser una zona cordillerana, es la quinta superficie de riego del grupo, con 4.764,8 hás.

#### **Proyectos de riego CNR en la VIII región**

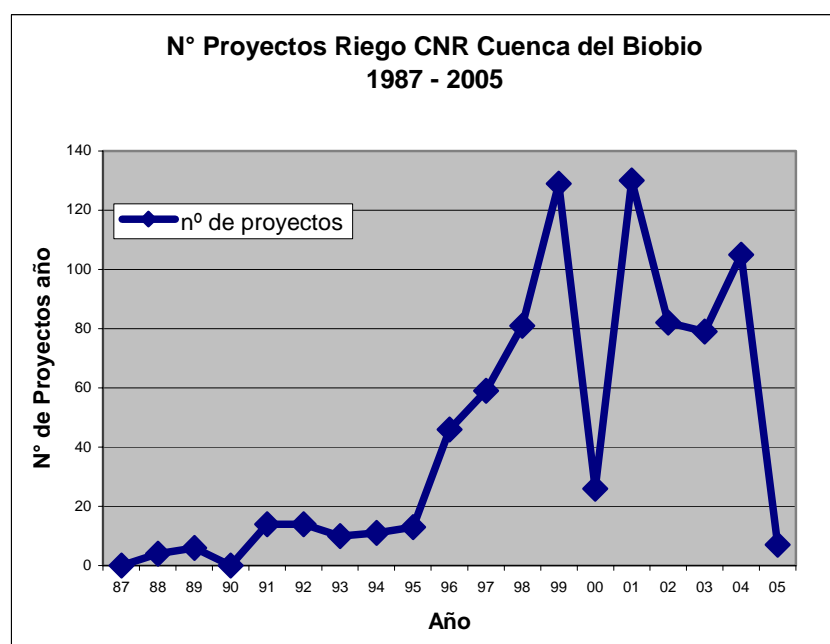
Como una forma de conocer la evolución de las superficies puestas en riego, en los siguientes gráficos, se presentan las superficies de riego establecidas con proyectos CNR y el número de proyectos de riego establecidos por año, según cifras de la Dirección de Obras hidráulicas de la VIII región.

**Figura N° 4: Superficie regada con proyectos CNR (Comisión Nacional de Riego), periodo 1985-2005**



Fuente: Elaboración propia según cifras de la Dirección de Obras Hidráulicas de la VIII Región

**Figura N° 5: Número proyectos con riego CNR (Comisión Nacional de Riego) en cuenca Biobio, periodo 1985-2005**



Fuente: Elaboración propia según cifras de la Dirección de Obras Hidráulicas de la VIII Región

Entre los años 1987 a 2005, estos antecedentes totalizan (para las comunas de la VIII en la Cuenca del Biobio), una cantidad de 55,901 hectáreas puestas en riego, a través de 822 proyectos para 6.002 beneficiarios

Tomando solamente lo informado como establecido desde 1997 (año del censo agropecuario) hasta la fecha (2005), en las comunas de la VIII región presentes en la cuenca del Biobio, obtenemos:

★ Superficies regada 1997 – 2005	42,856 Hectáreas
★ N° de Proyectos de riego 1997 – 2005	698 Proyectos
★ Beneficiarios de riego 1997 – 2005	4,725

Lo anterior mostraría la magnitud del crecimiento de la superficie de riego con recursos CNR en la cuenca.

### **b.2) Infraestructura de riego**

A partir de las coberturas de cursos de agua (ríos de las VIII y IX regiones) y de las coberturas de red de canales de Los Ángeles y de Mulchén de la CNR (Comisión Nacional de Riego), se identifican las obras más significativas de infraestructura de riego, presentes en la cuenca del Biobio, las que se detallan en el Tabla N° 24.

Se identifican allí, 20 canales como los más relevantes de la cuenca, bajo el criterio que tienen bocatomas relacionadas con los tramos de monitoreo en los cauces bajo control, objeto de la norma de calidad de aguas. Representan 1.264,4 km de canal y una superficie bajo riego de 39.873,5 hás. En relación a los antecedentes INE de superficie de riego determinada para la cuenca (Tabla N° 24, esta selección representa un 37,3% del total de la superficie con riego. Se pueden ver detalles de estos canales y sus bocatomas en Anexo N° 30.

**Tabla N° 24: Canales de riego relevantes cuenca Biobio, sus derivados y sub derivados, en relación al tramo de monitoreo al que está vinculado.**

	Canal de Riego	Derivados (D) y Subderivados (SD)	Longitud aproximada (Km)	Superficie (Hás)	Tramo vinculado	Comunas en que se ubica el origen
1	Canal Antuco		10.4	155.2	LA-TR-10	Antuco
2	Canal Ríos o Pinochet o Mirrihue		19,2	175.75	LA-TR-10	Antuco
		Canteras Rucúe o Manzanar	26.0	176.00	LA-TR-10	Quilleco
3	Canal Irrrazabal o Los Litres		22.5	30.0	LA-TR-21	Tucapel
4	Canal Sistema Zañartu	Canal Collao	19.0	550.0	LA-TR-10	Tucapel
		D Norte o Colicheo	11.0	62.3	LA-TR-10	Tucapel
		Cruz Del Ciprés	15.4	36.0	LA-TR-10	Yungay
		SD Colonia	11.4	834.6	LA-TR-10	Yungay
		D Del Medio O Pangal	28.0	1406.1	LA-TR-10	Yungay
		SD Santa Rosa Las Casas	10.1	266.8	LA-TR-10	Yungay
		SD El Manzano	13.3	272.5	LA-TR-10	Yungay
5	Canal La Aguada		11.1	536.2	LA-TR-21	Cabrero
6	Canal Quilales		21.6	200.3	LA-TR-21	Los Ángeles
7	Canal La Mancha		21.3	1209.9	LA-TR-21	Cabrero
8	Canal Río Claro		37.2	s/i	LA-TR-21	Cabrero
9	Canal Batuco		21.3	164.5	LA-TR-21	Cabrero

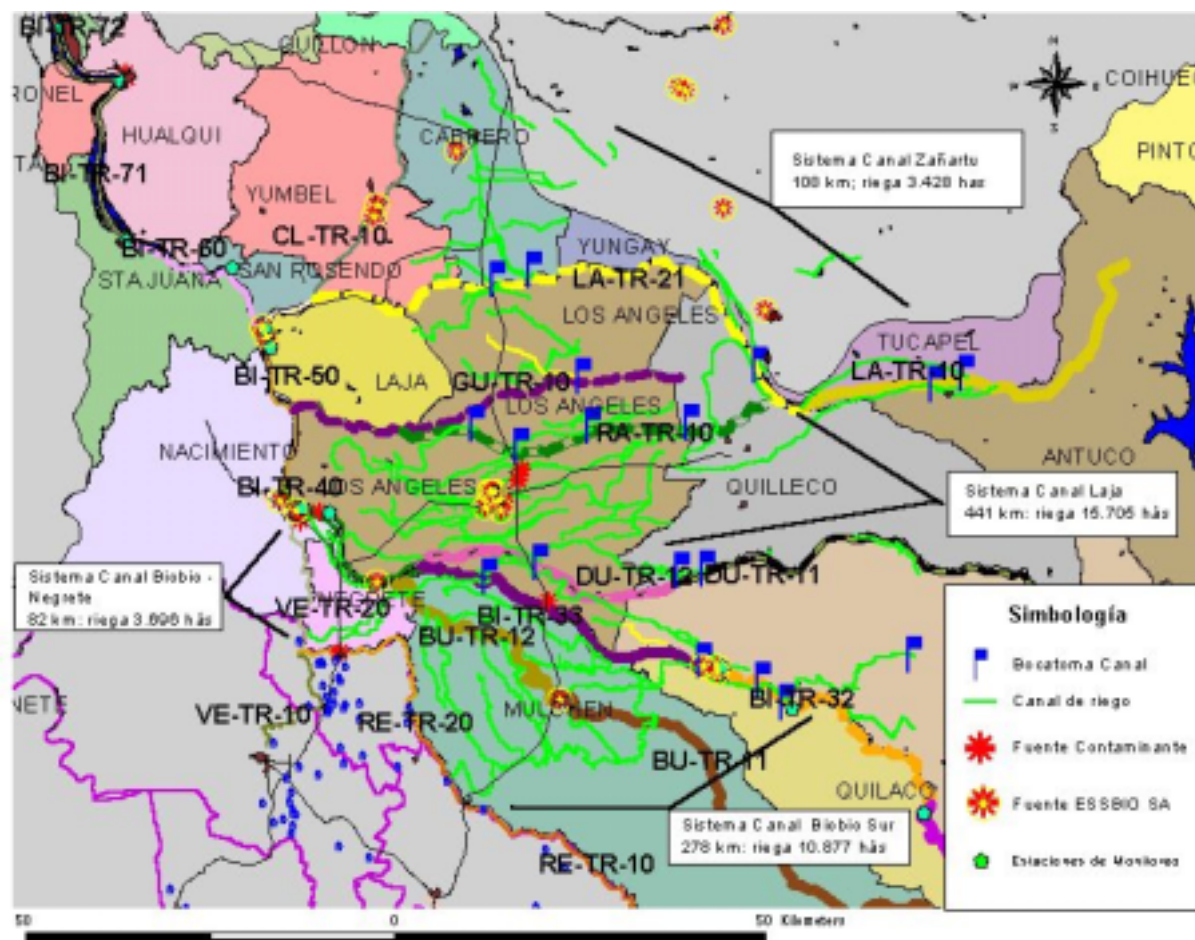
**Continuación Tabla N° 24: Canales de riego relevantes cuenca Biobio, sus derivados y sub derivados, en relación al tramo de monitoreo al que está vinculado.**

	Canal de Riego	Derivados (D) y Subderivados (SD)	Longitud aproximada (Km)	Superficie (Hás)	Tramo vinculado	Comunas en que se ubica el origen
10	Canal Sistema Laja	Avellano Calvo Costa Cerro Colorado Laja Chacaico Cunibal D Carmen-Rosal D Collanco Sur D El Roto Chileno D Estación Arrayán D Rebolledo D Rioseco D Virquenco Guanacos Laja Las Mercedes Laja Las Vegas Laja Lomas De Duqueco Maza Vela Bordeau Montenegro Laja Municipal Laja Peral Norte Peral Seguel Peral Sur Pichidiuto Rarincio Diuto San Gerardo	32.0 19.6 10.9 10.2 16.7 16.9 16.2 12.5 10.4 12.0 12.6 11.8 11.0 28.4 30.0 10.8 15.1 17.7 14.8 12.3 19.9 13.8 13.6 21.0 12.9 10.5 14.9	263.9 527.3 209.6 896.4 312.3 922.9 151.2 478.0 315.3 434.6 372.0 870.6 957.1 1932.0 448.8 831.3 907.6 169.8 792.6 132.3 609.8 354.6 543.8 608.1 436.6 792.5	LA-TR-21 LA-TR-21 LA-TR-21 LA-TR-21 LA-TR-21 LA-TR-21 LA-TR-21 LA-TR-21 LA-TR-21 LA-TR-21 LA-TR-21 LA-TR-21 LA-TR-21 LA-TR-21 LA-TR-21 RA-TR-10 LA-TR-21 LA-TR-21 RA-TR-10 LA-TR-21 LA-TR-21 LA-TR-21 LA-TR-21 RA-TR-10 LA-TR-21	Quilleco Los Ángeles
11	Canal Sta Teresa de Guaqui		15.0	461.0	GU-TR-10	Los Ángeles
12	Canal Duqueco cue		38.1	1.550,0	DU-TR-12	Los Ángeles
13	Canal Biobio Norte		40.8	1503.8	BI - TR - 33	Santa Bárbara
14	Canal Coreo		27,2	1061.0	DU-TR-11	Quilleco
15	Canal Biobio Sur	D Aurora de Enero D Los Olmos D Pitracó D Chumulco SD Estación Lapito D Mulchén	156.2 17.8 31.4 18.5 23.3 17.9 13.3	4330.5 982.3 1962.1 1627.0 952.9 540.6 481.4	BI - TR - 32	Quilaco Mulchén Mulchén Mulchén Mulchén Mulchén Mul, Collipulli,Angol
16	Canal Las Hilachas o Mininco		32.5	811.8	BI-TR-32	Santa Bárbara
17	Canal Los Notros		17.0	142.1	BI-TR-32	Santa Bárbara
18	Canal Biobio Negrete	D Coigue D Moller SD Nacimiento	43.4 18.0 10.4 10.2	1067.3 1000.3 711.8 916.8	BI-TR-33	
19	Canal El Globo 1		32.0	s/i	MA-TR-10	Collipulli
20	Canal El Globo 2		8.0	s/i	MA-TR-10	Renaico

Fuente: Cobertura de Canales de riego Los Ángeles y Canales de Riego Mulchén



Figura 6: Principales canales de riego y sus bocatomas en el valle regado de la cuenca del Biobío



Fuente: Elaboración propia en Arc View, en base a cobertura de canales de riego de la CNR, y coberturas EULA.

Otros canales no considerados, tienen bocatomas en cursos de agua interiores, efluentes y tributarios de los cuerpos de agua bajo control en esta norma de calidad de aguas. Los antecedentes recopilados indican que no existen evaluaciones ni programas de muestreo o monitoreos de ningún parámetro distinto de coliformes, de lo que existen antecedentes dispersos de monitoreos irregulares. Algunos de estos antecedentes, indican haber registrado altos a muy altos niveles de coliformes (hasta 100.000 NMP) en algunos canales de riego (Canal Biobío Negrete)

### c) Ganadería, N° de animales y superficie de praderas

#### c.1) Actividad Ganadera.

Tanto de carne como de leche, es una de las actividades agrícolas que mayor impacto puede tener en los niveles de Coliformes de las aguas superficiales, por lo que es relevante conocer su distribución geográfica y magnitud.

La cuantificación de las **Praderas** y su distribución geográfica, nos permite tener una visión de la distribución espacial de la ganadería y la geografía de sus áreas de impacto sobre la calidad de las aguas. Así, es razonable pensar que las áreas o zonas con praderas de mayor intensidad de uso, se asociarán a actividad ganadera más intensa. Para un examen detallado de la superficie de forrajeras (gramíneas) y forrajeras (leguminosas), véase el anexo N° 21 y N° 22 respectivamente.

Las praderas sembradas y de rotación son praderas de alta producción y de mayor concentración relativa de ganado de carne y leche. Se identifica que el 81% de esta categoría de praderas se repartía en sólo siete comunas de la cuenca (Los Angeles, Mulchén, Laja, Quilleco, Cabrero, Santa Bárbara), con sólo una de ellas en la IX región. (Renaico)

A continuación se presenta una tabla resumen con la superficie (Hás) de praderas, el número de comunas relevantes y su respectivo porcentaje en la cuenca.

**Tabla N° 25: Superficie de praderas, comunas relevantes y porcentaje en la cuenca.**

<b>Clasificación Praderas</b>	<b>Superficie Hás</b>	<b>Comunas relevantes</b>	<b>% en la Cuenca</b>
Praderas sembradas permanentes y de rotación	37.366,0	7	81,0%
Praderas mejoradas	50.274,0	8	81,7%
Praderas Naturales	495.622,0	10	80,0%

Fuente: INE Censo Agropecuario 1997.

En cuanto a las praderas mejoradas, que corresponden a praderas que una vez fueron establecidas y hoy tiene una productividad intermedia entre las praderas de siembra y rotación y aquellas de tipo natural y que se puede asociar a niveles intermedios de concentración de ganado, totalizan una superficie algo mayor que las praderas sembradas (50.274 hás), encuentran una distribución levemente más amplia que las primeras, esto es, con un 81,7% de la superficie en ocho comunas de la cuenca, (Los Ángeles, Mulchén, Lonquimay, Cabrero, Santa Bárbara, Negrete, Yumbel y Renaico)

Las praderas naturales son las praderas de más baja productividad y se asocia a prácticas de ganadería de carácter más extensivo y con una más baja concentración de animales que los otros dos tipos de pradera. La mayor proporción de la superficie de este tipo (80%), se distribuye entre comunas y territorios de precordillera. La mayor superficie de esta categoría se encuentra en una comuna de gran superficie, Lonquimay de la IX región. En esta categoría de praderas, la mayor parte de la superficie se distribuye en diez comunas, de modo más amplio que las otras categorías de pradera y en una superficie significativamente mayor, 495,622 hectáreas. (Lonquimay, Santa Bárbara, Mulchén, Los Angeles, Quilleco, Yumbel, Los Sauces, Angol, Collipulli, Quilaco)

Con respecto a la **Ganadería de Carne**, las existencias de cabezas de ganado en la cuenca del Biobío para el Censo agropecuario 1997, fue de 350.533 animales bovinos, 99.393 cabezas ovinas, 73.132 cabezas caprinas y 55.577 cabezas porcinas.

**Tabla N° 26: Existencia proporcional de ganado y comunas relevantes.**

<b>Ganado</b>	<b>N° Cabezas</b>	<b>% en la Cuenca</b>	<b>Comunas relevantes</b>
Bovinos	284.572	81,2%	11
Ovinos	82.055	82,56%	10
Porcinos	44.917	80,8%	13
Caprinos	60.908	83,3%	2

Fuente: INE Censo Agropecuario 1997.

En la ganadería bovina, algo más del 80% de las cabezas, se reparten en once comunas, Los Angeles, Mulchén, Santa Bárbara, Lonquimay, Quilleco, Renaico, Cabrero, Angol, Collipulli, Los Sauces y Negrete en orden decreciente. Allí observamos que en las cinco primeras comunas, tienen su territorio en precordillera y cordillera y en ellas se encuentra el 60% de las existencias indicadas.

Indica el “Informe de Coyuntura Agropecuario, Oct 2005” que de acuerdo a estudios del INE, en el estrato de explotaciones de 50 cabezas y más existe una disminución del 6.5 % en el número de animales respecto de las cifras del Censo 1997. Sin embargo, los indicadores de nivel tecnológico tales como, fertilización de praderas, uso de cerco eléctrico, disponibilidad de asistencia técnica, han mejorado y alcanzan porcentajes significativos de las explotaciones.

Por otra parte, respecto de la producción ovina, algo más del 80% de las existencias se reparten en diez comunas (Lonquimay, Santa Bárbara, Quilleco, Collipulli, Mulchén, Quilaco, Pinto, Los Angeles, Nacimiento y Angol, en orden decreciente de existencias). Las dos primeras comunas concentraban el 45% de las existencias de esta categoría ganadera y sus territorios están en zonas de cordillera y precordillera

Los porcinos presentan una distribución más heterogénea, encontrando el 80% de las existencias de la época en trece comunas (Los Ángeles, Santa Bárbara, Yumbel, Angol, Nacimiento, Collipulli, Mulchén, Santa Juana, Lonquimay, Quilleco, Cabrero, Los Sauces y Ercilla). Sólo las dos primeras comunas muestran existencias mayores a 10% del total. Este tipo de ganadería, por su dependencia de alimentos concentrados (granos ricos en energía y proteína) debe encontrarse cerca de áreas agrícolas de producción de granos, lo que permite asumir que las localizaciones geográficas de las explotaciones debe estar asociada mucho más a la depresión central y valle secano, incluso en las comunas que tienen parte de su territorio en zonas de precordillera (Santa Bárbara, Mulchén y Quilleco), excepto Lonquimay.

En cuanto a la ganadería caprina, más del 80% de las existencias se encontraban en sólo dos comunas (Lonquimay, Santa Bárbara). Para mayor detalle ver Anexo N° 23.

### **c.2) Ganadería de Leche**

Con respecto a la Ganadería de Leche, tenemos que el 80% de las explotaciones lecheras en la cuenca del Biobío, informadas en el Censo agropecuario 1997, se distribuían en ocho comunas: Los Ángeles, Santa Bárbara, Yumbel, Mulchén, Negrete, Quilleco, Renaico y Laja en orden decreciente de número de explotaciones por comuna. La mitad de estas explotaciones se concentraba en las dos primeras comunas (con 39% y 11,7% respectivamente), observándose que ninguna de las siguientes presentaba más del 10% de las explotaciones. Respecto de las existencias de vacas lecheras, el 80% de la masa se encontraba en cinco comunas: Los Ángeles, Mulchén, Santa Bárbara, Negrete y Renaico, y sólo en Los Ángeles se concentraba 58% de la masa de vacas lecheras. Para mayor detalle ver Anexo N° 24.

De acuerdo estudios INE 2005, la evolución reciente de la actividad ha sido hacia la disminución del número de explotaciones, en beneficio de aquellas que logran economías de escala, esto es planteles con tamaños de vaca – masas superiores a las 50 hembras, y en sectores de riego. Disminuyendo notablemente el número de explotaciones pequeñas y en áreas sin riego. Para mayor detalle de la información de Ganadería, Número de animales y Superficie de praderas ver Anexo N° 25.

### **d) Actividad Forestal**

De acuerdo ha antecedentes del censo agropecuario 1997, presentados en la Tabla N° 27, la superficie de plantaciones forestales en la cuenca del Biobío alcanzaba a 341,819 hás. El 80% de esta superficie se distribuía en diez comunas, entre la VIII y IX Región, destacándose entre ellas Mulchén, con un 14,4% de participación, seguida de Collipulli, con un 10,4%, Nacimiento, con 9,7%, Los Ángeles y Angol, con un 8,9% y 8,2% respectivamente, seguidas de Quilleco, Santa Barbara, Cabrero, Hualqui y Yumbel con superficies de plantación en torno a 5%. Como es posible observar, sólo las dos primeras concentraban más del 10% de la superficie con plantaciones forestales de la Cuenca. (Para mayor detalle, Ver el Anexo N° 26)

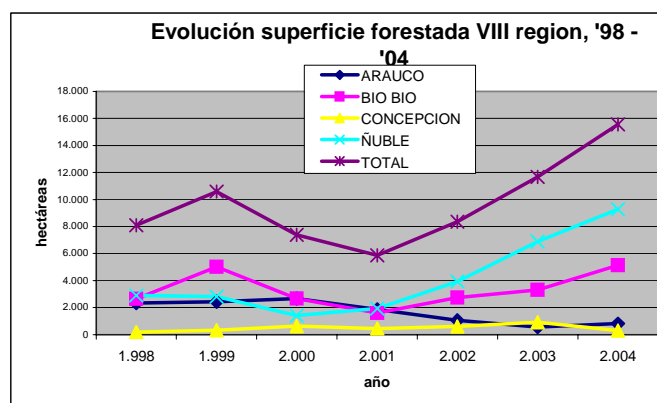
**Tabla N° 27: Número de explotaciones y Superficie Plantaciones forestales ajustada por % de la comuna en la cuenca.**

Comuna	Número explotaciones Forestales	Sup. plantaciones forestales Hàs	%
Mulchén	544,0	49.322,1	14.4%
Collipulli	586,0	35.632,8	10.4%
Nacimiento	679,0	33.041,9	9.7%
Los Ángeles	1.554,0	30.466,6	8.9%
Angol	351,7	27.889,0	8.2%
Quilleco	393,0	21.870,4	6.4%
Santa Bárbara	421,0	19.353,9	5.7%
Cabrero	387,9	18.204,3	5.3%
Hualqui	470,2	17.358,7	5.1%
Yumbel	679,0	16.835,2	4.9%
Laja	287,0	11.869,3	3.5%
<b>Total</b>		<b>341,819.0</b>	<b>82,5%</b>

Fuente: INE, Censo Agropecuario 1997.

En la figura N° 7, se presenta la evolución de las superficies plantadas en la VIII región, observándose que el incremento es creciente en la provincia de Biobío, así como Ñuble en mayor magnitud, y constante o decreciente en la provincias de Concepción y Arauco, siendo la tasa media de incremento anual (respecto del año anterior) para la región de 16% y de un 25% para la provincia de Biobío.

**Figura N° 7: Establecimiento anual de plantaciones forestales en la VIII Región, desde 1998 a 2004**



Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes Infor, CONAF, Empresas)

#### 4.1.4) Caracterización General del Problema Calidad de Aguas en la Cuenca

Según los antecedentes del estudio CADE-IDEPE, la calidad natural del agua superficial de la cuenca del río Biobío presenta las siguientes características: i) La calidad natural del río Biobío es de clase de excelencia en su cauce principal y tributarios; ii) Los principales metales, que se encuentran en forma natural en el río, son; cromo, molibdeno y aluminio y; iii) La buena calidad natural del agua se debe a la alta pluviosidad de la región, los grandes caudales que circulan por los cauces diluyen los contaminantes y la extensa cobertura vegetal retiene las escorrentías de la cuenca entregando aguas superficiales de buena calidad natural.

### a) Estimación del Índice de Calidad de Aguas Superficiales (ICAS)

Este índice de calidad de aguas ha sido obtenido del estudio CADE-IDEPE (2004) y sus valores se muestran en la Tabla 28. Los datos indican que las aguas del río Biobío, en general, presentan buenas calidades, observándose una disminución de calidad en la parte media y baja de la cuenca.

**Tabla 28: Índice de Calidad de Aguas Superficiales para Calidad Actual (ICAS).**

Estación de Muestreo	ICAS
Río Bureo en Longitudinal	99
Río Biobío en Llanquén	98
Río Biobío en Rucalhue	98
Río Renaico en El Morro	98
Río Duqueco en Villacura	98
Río Laja bajo descarga Central Antuco	98
Río Malleco en Collipulli	97
Río Renaico en Renaico	97
Río Vergara en Tijeral	96
Río Laja en Puente Perales	96
Río Biobío en Sta Juana	92
Río Biobío antes Planta Mochita	92
Río Biobío en Coihue	91
Río Biobío en Desembocadura Norte	84
Río Guaqui en Diuquin	83
Río Biobío en Desembocadura Sur	82
Río Claro en Puente FFCC	80

Fuente. Diagnostico y clasificación de los cursos de los cuerpos de aguas según los objetivos de calidad (CADE-IDEPE, 2004).

### b) Aplicación de la Norma de Lombardía (Italia)

Se resume a continuación el informe del “Programa de monitoreo de la calidad del agua del sistema río Biobío (PMBB)”, con respecto a los criterios de la normativa de Lombardía.

En el curso principal del río Biobío se pueden reconocer los siguientes tramos en cuanto a calidad de agua: (1) desde el nacimiento del río en las lagunas Galletué e Icalma hasta Santa Bárbara, donde la calidad del agua se caracteriza como Muy Buena (Clase A) a Buena (Clase B) en el último segmento del tramo. La calidad de este tramo ha sido afectada principalmente por las etapas de construcción y operación de las centrales Pangue y Ralco. (2) Tramo Santa Bárbara – Negrete, el cual se clasifica como aguas de Buena a Muy Buena calidad. (3) Tramo Negrete a Nacimiento con aguas de Buena a Regular calidad. (4) Nacimiento a Santa Juana aguas de Regular a Mala calidad. (5) Tramo Santa Juana a Concepción con aguas de Regular a Mala calidad. (6) Concepción a Desembocadura con Mala Calidad.

En cuanto a los tributarios o afluentes del curso principal se puede indicar los siguiente: (1) río Duqueco: este río presentaba aguas de Muy Buena a Buena Calidad hasta el año 2002, en tanto en los muestreos de los últimos dos años, se ha detectado un deterioro con calidad Regular a Mala. (2) Río Bureo: al igual que en el Duqueco se evidencia un deterioro de la calidad a partir del año 2000, pasando de aguas de Muy Buena y Buena Calidad a Regular calidad. (3) Río Vergara: este río corresponde al afluente o tributario con aguas de Mala y Muy Mala calidad, siendo los parámetros incidentes Coniformes totales y fecales, hidrocarburos totales y P-total. (4) Río Guaqui: este pequeño tributario que recibe la influencia de la ciudad de Los Angeles presenta aguas con calidad Mala a Muy Mala, siendo en general los parámetros asociados a descargas urbanas tales como colimetrías, fósforo,

*Proyecto: Análisis General del Impacto Económico de la Norma Secundaria de Calidad Aguas del río Biobío en el Sector Silvoagropecuario.*

*Centro EULA-Chile Universidad de Concepción*

*Enero 2006*

fenoles e hidrocarburos totales. (5) Río Laja: presenta una zona alta de Muy Buena calidad del agua y una zona media baja con aguas de Buena a Muy Buena calidad, y excepcionalmente Regular calidad.

De lo anterior se desprende que en el sistema hidrográfico del Biobío los parámetros que influyen en la calidad del agua en orden de importancia, son:

**Influencia mayor:** coliformes totales y fecales, hidrocarburos totales, fenoles totales y fósforo total.

**Influencia menor:** color, sólidos suspendidos, amonio, DBO y DQO. Ello implica que una parte significativa de los parámetros que inciden en la calidad de agua se asocian con factores antrópicos, particularmente las colimetrías y los hidrocarburos totales. Otros tienen un origen mixto como fenoles totales y fósforo total.

Hay una marcada estacionalidad en los parámetros que inciden en la calidad del agua, asociados a la hidrología del sistema. Durante el estiaje (verano), cuando la capacidad de dilución es mínima, influyen las fuentes puntuales (e.g. colimetrías); durante la crecida (invierno), influyen las fuentes difusas debido a la escorrentía de las cuencas de drenaje (e.g. aluminio y sólidos suspendidos).

Los criterios internacionales para proteger la vida acuática se satisfacen, con excepción de amoníaco, nitrito y fenoles en la parte baja del río. La mayoría de los parámetros que aseguran los usos del agua para la conservación de la biota y su potabilización, muestran a lo largo del tiempo, valores de excepción y muy buena calidad en la mayor parte del río y sus tributarios más importantes.

Para más detalle se presenta Anexo N° 27 el cual indica antecedentes sobre Calidad del agua y parámetros incidentes en el curso principal del río Biobío y principales afluentes, según Norma de Lombardía.

### c) Parámetros en Latencia y/o Saturación Norma Calidad de Aguas

Según la metodología calidad de aguas, señalada en el capítulo III, punto 3.2.1 de este estudio, que dice relación con el cálculo de la calidad actual del agua y proyecciones al 2015, ésta permite realizar el ejercicio de identificar los posibles impactos relacionados con la actividad silvoagropecuaria. Sin embargo cabe mencionar que para la realización de las proyecciones se observaron varias alteraciones en el comportamiento de los parámetros analizados en los tramos pertinentes, a saber.

- Algunos de los parámetros presentan bondad de ajuste ( $R^2$ ) muy baja y el valor “p” no significativo, debido a que sus datos estaban muy dispersos en relación a alguna tendencia, para estos parámetros se conserva el valor de la calidad actual.
- Existen otros casos en los cuales no se pudo determinar los valores de bondad de ajuste, debido a que estos valores no muestran una tendencia en los últimos años y por lo tanto, se asume que representan valores constantes en el tiempo, estos se encuentran representados por la calidad actual.
- Algunos parámetros en ciertos tramos siguen una tendencia en los últimos años, los cuales se asumen que se deben a la aplicación de nuevas plantas de tratamiento.

## 4.2) Identificación de Impactos

### 4.2.1) Impactos Norma Secundaria de Calidad de Agua en la Actividad Silvoagropecuaria.

En el Anexo N° 5 se presenta en detalle las zonas de latencia (L) y saturación (S), según tramos y parámetros contemplados en la norma de Calidad de Aguas. La columna A indica situación actual y la columna B la situación proyectada. Derivado de la información que allí se estimaron relaciones de impacto de actividades agrícolas asociadas a niveles de contaminantes en los tramos vinculados, de acuerdo a los criterios definidos con anterioridad en el capítulo III, 3.2.1) Metodología de calidad de aguas, letras i, j, k y l.

Las fuentes contaminantes que más influyen en la calidad de aguas de la cuenca, relacionadas con la actividad silvoagropecuaria, se muestran a continuación en la Tabla N° 29, además se expresa la fórmula con la cual es llevado

a cabo el cálculo de la magnitud de reducción para cada tramo en análisis, de acuerdo a la actividad influyente en la calidad de aguas.

**Tabla N° 29: Clasificación y cálculo de los impactos donde existen zonas de saturación según fuentes contaminantes más representativas para el Sector Silvoagropecuario.**

Causa y/o Actividad	Magnitud de Reducción
Ganadería	$W^1 = (0,228 * 0,5 * (Za + Zb))$
Erosión, por cultivos y plantaciones forestales.	$W^2 = (0,5 * (Za + Zb))$
Fertilizantes y pesticidas, por actividades agropecuarias y silvícola, por cultivos y praderas artificiales.	$W^3 = (0,5 * (Za + Zb))$
Riego en la cuenca del Biobío	$W^4 = (0,5 * (Za + Zb))$

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de capítulo III, 3.2.1) Metodología calidad de aguas, letras i, j, k y l. de este mismo estudio.

Nota:

W = Magnitud de reducción del impacto correspondiente, de acuerdo al tramo en análisis.

0,228 = Magnitud de reducción asociada a actividad lechera cuando coexisten simultáneamente con asentamientos humanos

0,5 = Punto promedio entre magnitud actual y futura del parámetro más significativo

& = Porcentaje pertinente a la norma de calidad respecto del D° 90/2000, se hace igual al 50%, por no conocer la relación existente entre estas dos normas.

Za = Magnitud de la reducción del parámetro más significativo en situación actual por tramo en análisis.

Zb = Magnitud de la reducción del parámetro más significativo en situación proyectada por tramo en análisis.

La característica central de la actividad agropecuaria en relación al medio ambiente, se asocia a la alta dispersión geográfica y territorial de ésta, constituyendo en general una forma de contaminación “difusa”.

#### **a) Impactos de la Ganadería.**

El aporte relevante de la ganadería, especialmente lechera (pero no exclusivamente), a la variación de indicadores de la norma, es la emisión de purines y fecas animales, que afectan los parámetros o indicadores de Coliformes totales y fecales, amonio, nitritos, nitratos, N-total y fosfatos, DBO<sub>5</sub> y DQO.

Una forma de asociar la actividad ganadera con las variaciones de indicadores de la norma, es la identificación de aquellas actividades localizadas de forma difusa, que producen estiércoles en el territorio de la cuenca del Biobío. De acuerdo a la caracterización presentada en la primera parte de este estudio, por envergadura y presencia relativa, se observó que corresponde en mayor medida a la producción lechera.

Del análisis de los resultados del monitoreo de los tramos y las estaciones definidas en la Norma, identificamos cinco tramos con indicadores que estimamos se pueden asociar a la actividad ganadera y/o lechera, tanto en la calidad actual como en la calidad del recurso agua superficial en la proyección a 10 años. Lo que se puede apreciar a continuación en las tablas siguientes.

**Tabla N° 30: Parámetros en Latencia y Saturación respecto de la Calidad Actual asociable a actividad ganadera y/o lechera.**

Parámetros	BI-TR-33	BU-TR-11	BU-TR-12	GU-TR-10	RA-TR-10
DBO5	-51,6%	L	L		-20,7%
Amonio			-9,1%		
Nitrito			-28,1%	L	
Coliformes fecales				-4,0%	-15,5%
Coliformes totales			-49,6%		
DQO	L	-50,6%	-38,5%	L	-53,1%
Nitrato			-26,9%		
Fósforo					
N-Total	L	L	-37,5%	-3,2%	L

Latencia **L** (se encuentra entre el 80% y 100% de la norma)

Saturación **%** (% que excede la norma de calidad, valor negativo)

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Anteproyecto Norma Calidad del Agua, y base de datos tramos de monitoreo EULA- Chile y DGA.

**Tabla N° 31: Parámetros en Latencia y Saturación respecto de Proyección al 2015 asociable a actividad ganadera y/o lechera.**

Parámetros	BI-TR-33	BU-TR-11	BU-TR-12	GU-TR-10	RA-TR-10
DBO5	-34,0%	L	L		-43,8%
Amonio			-9,1%		L
Nitrito			-44,6%	-52,2%	
Coliformes fecales				-4,0%	-15,5%
Coliformes totales			-65,0%		
DQO	L	-58,0%		L	-62,4%
Nitrato					
Fósforo					
N-Total			-44,5%	-15,7%	L

Latencia **L** (se encuentra entre el 80% y 100% de la norma)

Saturación **%** (% que excede la norma de calidad, valor negativo)

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Anteproyecto Norma Calidad del Agua, y base de datos tramos de monitoreo EULA- Chile y DGA.

De acuerdo a las Tablas N° 30 y N° 31 presentadas, donde existe presencia de actividad ganadera y los parámetros asociados a dicha actividad, se calcula el porcentaje de magnitud ( $W^1$ ) representativo por tramo, lo cual se presenta a continuación en la Tabla N° 32.



**Tabla N° 32: Magnitud de reducción (W<sup>1</sup>) atribuible a actividad ganadera y/o lechera.**

Parámetros	Ríos				
	Biobío	Bureo		Guaqui	Rarinco
	BI-TR-33	BU-TR-11	BU-TR-12	GU-TR-10	RA-TR-10
DBO5	-9,8%				-7,4%
Amonio			-2,1%		
Nitrito			-8,3%	-5,9%	
Coliformes fecales				-0,9%	-3,5%
Coliformes totales			-13,1%		
DQO		-12,4%	-4,4%		-13,2%
Nitrato			-3,1%		
Fosforo					
N-Total			-9,3%	-2,2%	
<b>Reducción % en tramo:</b>	<b>-9,8%</b>	<b>-12,4%</b>	<b>-13,1%</b>	<b>-5,9%</b>	<b>-13,2%</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de metodología expresada en capítulo N° 3, punto 3.2. Identificación de Impactos, 3.2.1. Metodología Calidad de Aguas, letra i.

Como primera observación del examen de los tramos y comunas con indicadores en saturación (Los Ángeles, Mulchén y Santa Bárbara), se puede mencionar que éstas coinciden con las mayores concentraciones de ganado bovino de la cuenca, esto es 45,4% de cabezas de ganado y un 71,2% de las vacas lecheras. Éstas vacas lecheras corresponden a un 56,6% de las explotaciones lecheras de la cuenca.

En esta dirección, a partir de la exigibilidad de la normativa del decreto 90/2000, para establecimientos con inicio de actividad previo a la publicación de ésta, estimamos que **el escenario más probable** de acción de las explotaciones lecheras, será en primera instancia el uso de los purines en el riego predial. En segunda instancia, creemos que puede existir explotaciones en que se realice algún tratamiento de los purines y su posterior aplicación a los potreros, como fertilizante. Dadas estas condiciones, se hace alta la probabilidad de que surja contaminación de las napas freáticas y por estas a los cursos de aguas superficiales. En mucho mayor proporción sobre suelos arenosos (series Arenales y Coreo) con altísimos coeficientes de infiltración. Ello hace pertinente asociar esta identificación a la norma secundaria.

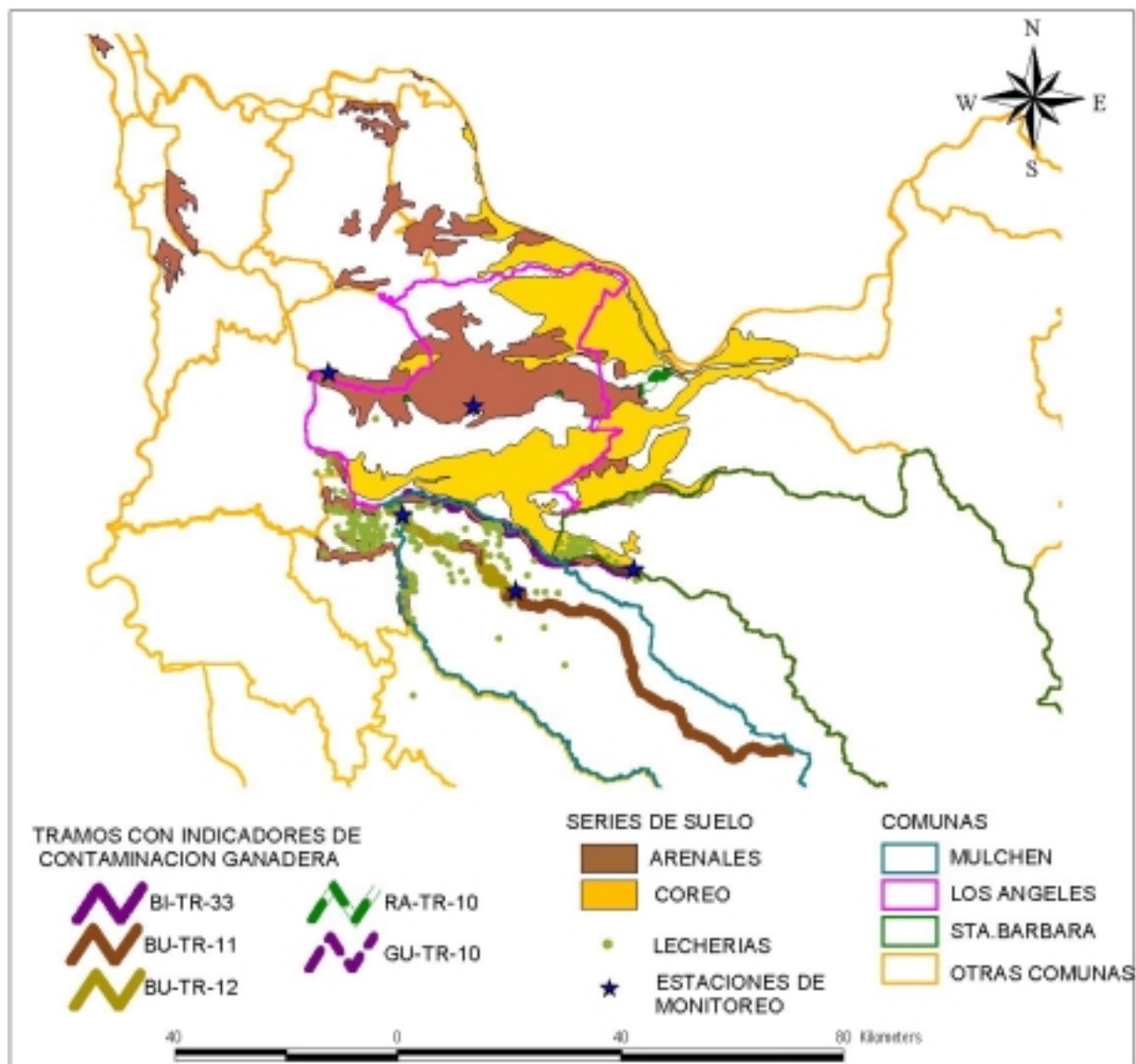
Concluimos que en los tramos donde es razonable adjudicar a fuentes no industriales (y hay presencia significativa de explotaciones lecheras) la alteración de los indicadores o parámetros que se pueden asociar a emisiones orgánicas como purines, esta actividad afectará la calidad de las aguas en esos tramos. Por lo tanto, se hace necesario introducir regulaciones a este tipo de actividad, que permitan evitar que ello ocurra.

Luego, vemos dos ámbitos de accionar para las actividades que generan emisiones orgánicas de este tipo, a saber, **el manejo de los purines** y el **desarrollo de las mejores practicas asociadas a su manejo**, que permitan asegurar que el impacto de la emisión al medio ambiente de éstos residuos, será mínima y cercana a cero.

El procedimiento técnico que permite asegurar el menor impacto de los efluentes de lechería, ya sea a la forma de purines sin tratamiento o como lodos de piscina de decantación, es la realización de “Balance de Masa”, para determinar la cantidad máxima posible de aplicar por hectárea de estos materiales.

En la figura N°8 que se presenta a continuación, se puede apreciar las comunas que presentan tramos con magnitudes de reducción, que además presentan presencia significativa de actividad lechera y/o ganadera, en conjunto con las series de suelo de alta susceptibilidad a la infiltración, las cuales son : Arenales y Coreo. Estas se caracterizan principalmente por poseer drenaje rápido, lo que significa que actúan como línea de transmisión de contaminantes hacia napas y acuíferos que lleguen a ríos cercanos. Además se muestra los puntos de referencia geográfica donde se ubican las lecherías (sólo lecherías Mulchén).

**Figura N° 8: Comunas y tramos que presentan magnitud de reducción por presencia de contaminación ganadera y/o lechera.**



#### **b) Norma Secundaria y Erosión de Suelos.**

De acuerdo al apartado “Riesgos asociados a los suelos” del Sub. Capítulo Caracterización Geográfica básica de la cuenca de este documento, se ve que existen series de suelos, que presentan mayor susceptibilidad a la erosión, y son San Esteban, Cauquenes, Collipulli. Estas ocupan parte de las comunas (en orden decreciente de superficie ocupada) de Los Angeles, Angol, Nacimiento, Yumbel, Santa Juana, Laja y Quilaco. Ellos totalizan una superficie de 1,809,480 hás.

Para un mayor análisis se identifican los parámetros en los respectivos tramos en los cuales existe presencia de susceptibilidad a la erosión de suelos, tanto para la calidad actual de aguas, como para la proyección al 2015, Tablas N° 33 y N° 34 presentadas a continuación.

**Tabla N° 33: Parámetros en Situación Actual, asociables a indicadores de erosión en los ríos Laja, Duqueco, Bureo, Vergara, Guaqui, Tavoleo y Rarínco.**

Parámetros	Ríos										
	Laja		Duqueco		Bureo		Vergara		Guaqui	Tavoleo	Rarinco
	LA-TR-21	LA-TR-22	DU-TR-11	DU-TR-12	BU-TR-11	BU-TR-12	VE-TR-10	VE-TR-20	GU-TR-10	TA-TR-10	RA-TR-10
Sólidos Suspendidos	L	-43,3%			-36,4%		-56,1%	-25,5%	-47,5%	-48,6%	-49,9%
Sólidos Disueltos		-28,9%		L	L	L			-8,5%		L
Cromo			L								
Fierro				L							
Manganeso		-28,8%				-64,3%		L		L	
Aluminio											
Sól Susp. Otoño	-53,8%	-64,3%		-62,8%				-31,4%	-30,9%		
Sól Susp. Invierno		L									L
Sól Susp. Primavera						L					
Color Verdadero	L	-5,3%				-29,3%					

Latencia L (se encuentra entre el 80% y 100% de la norma)

Saturación % (% que excede la norma de calidad, valor negativo)

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Anteproyecto Norma Calidad del Agua, y base de datos tramos de monitoreo EULA- Chile y DGA.

**Tabla N° 34: Parámetros en Situación Proyectada al 2015, asociables a indicadores de erosión en los ríos Laja, Duqueco, Bureo, Vergara, Guaqui, Tavoleo y Rarínco.**

Parámetros	Ríos										
	Laja		Duqueco		Bureo		Vergara		Guaqui	Tavoleo	Rarinco
	LA-TR-21	LA-TR-22	DU-TR-11	DU-TR-12	BU-TR-11	BU-TR-12	VE-TR-10	VE-TR-20	GU-TR-10	TA-TR-10	RA-TR-10
Sólidos Suspendidos		-56,1%			-16,2%		-67,6%	-32,9%	-23,8%	-45,6%	-55,2%
Sólidos Disueltos	L	-59,0%		-28,5%	-42,0%	-15,4%			-45,0%	L	L
Cromo			L								
Fierro				-4,1%							
Manganeso		-31,2%		L		-63,6%				-1,1%	
Aluminio		-43,6%	-29,9%						-6,1%		
Sól Susp. Otoño	-60,5%	-62,1%		-64,8%	-57,8%			-57,6%	-30,9%		
Sól Susp. Invierno											L
Sól Susp. Primavera						-1,4%					
Color Verdadero		-5,3%				-47,6%					

Latencia L (se encuentra entre el 80% y 100% de la norma)

Saturación % (% que excede la norma de calidad, valor negativo)

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Anteproyecto Norma Calidad del Agua, y base de datos tramos de monitoreo EULA- Chile y DGA.

De acuerdo a las Tablas N° 33 y N° 34 presentadas con anterioridad donde existe presencia de actividades de uso agropecuario, que utilizan suelos susceptibles a la erosión, (en los ríos Laja, Duqueco, Bureo, Vergara, Guaqui, Tavoleo y Rarínco), y los parámetros asociados a dicha actividad, se calcula el porcentaje de magnitud ( $W^2$ ) representativo por tramo, lo cual se presenta a continuación en la Tabla N° 35.

**Tabla N° 35: Magnitud de reducción ( $W^2$ ) asociada a indicadores de erosión en los ríos Laja, Duqueco, Bureo, Vergara, Guaqui, Tavoleo y Rarínco.**

Parámetros	Ríos										
	Laja		Duqueco		Bureo		Vergara		Guaqui	Tavoleo	Rarínco
	LA-TR-21	LA-TR-22	DU-TR-11	DU-TR-12	BU-TR-11	BU-TR-12	VE-TR-10	VE-TR-20	GU-TR-10	TA-TR-10	RA-TR-10
Sólidos Suspendidos		-49,7%			-26,3%		-61,9%	-29,2%	-35,6%	-47,1%	-52,6%
Sólidos Disueltos		-44,0%		-14,3%	-21,0%	-7,7%			-26,7%		
Cromo											
Hierro				-2,0%							
Manganeso		-30,0%				-63,9%				-0,6%	
Aluminio		-21,8%	-14,9%						-3,0%		
Sólidos Susp. Otoño	-57,2%	-63,2%		-63,8%	-28,9%			-44,5%	-30,9%		
Sólidos Susp. Invierno											
Sólidos Susp. Primavera						-0,7%					
Color Verdadero		-5,3%				-38,5%					
<b>Reducción % en tramo (<math>W^2</math>)</b>	<b>-57,2%</b>	<b>-63,2%</b>	<b>-14,9%</b>	<b>-63,8%</b>	<b>-28,9%</b>	<b>-63,9%</b>	<b>-61,9%</b>	<b>-44,5%</b>	<b>-35,6%</b>	<b>-47,1%</b>	<b>-52,6%</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de metodología expresada en capítulo N° 3, punto 3.2. Identificación de Impactos, 3.2.1. Metodología Calidad de Aguas, letra j.

Para estos tramos las comunas asociadas son las siguientes: Los Angeles, Laja, San Rosendo, Yungay, Cabrero, Quilleco, Mulchén, Traiguén, Los Sauces, Renaico, Angol, Negrete, Nacimiento y Santa Juana.

Para identificar la superficie susceptible a erosión, se realizó un **cruce gráfico** a través de software Arc View, (ver Figura N° 9 y Arc View, View Erosión), entre los **Usos de suelo agrícola y Series de suelo de mayor susceptibilidad a la erosión** para las comunas pertinentes a los tramos que presentan magnitud de reducción por la existencia de la Norma de Calidad de Aguas, los Usos de suelo son: “Riego cultivos anuales”, “Secano interior con evidencia de cultivos”, “Secano costero con evidencia de cultivos”, “Terrenos erosionados con matorrales y praderas”, “Secano cultivos anuales no indígena”, “Secano cultivos anuales indígena”; (detallado en letra “b” del apartado 4.1.1 “Caracterización geográfica básica de la cuenca”) y las Series de suelo susceptibles a erosión son: “San Esteban”, “Cauquenes” y “Collipulli” (detallado en letra “c” del apartado 4.1.1 “Caracterización geográfica básica de la cuenca”).

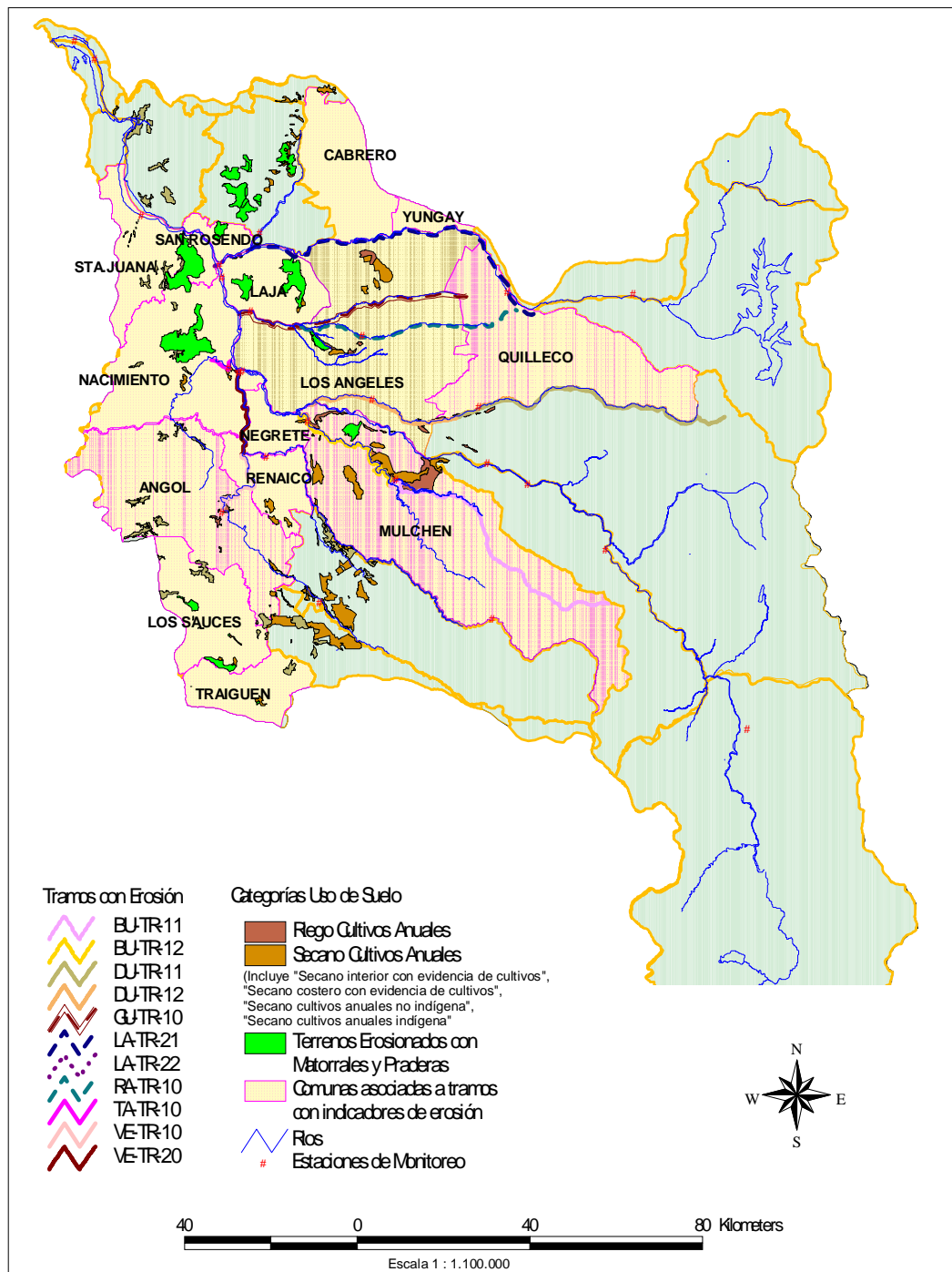
La mínima superficie pertinente a intervenir, corresponde a lo que ya se encuentra erosionado, y se identifica como “Terrenos erosionados con Matorrales y Praderas” sobre las series de suelo con mayor susceptibilidad a la erosión (San Esteban, Cauquenes y Collipulli), en las comunas con tramos que presentan indicadores de erosión, esta superficie corresponde a 19.058 has (Tabla N° 36), En tanto, sobre las mismas series, tramos y comunas, el total de la superficie asociada a usos agrícolas, esto es “Riego cultivos anuales”, “Secano cultivos anuales”, “Terrenos erosionados con matorrales y praderas”, es de 44.041 has (Ver figura N° 9 y Arc View, View Erosión).

**Tabla N° 36: Resultado en hectáreas de la intersección entre las series de suelos susceptibles de Erosión y los Usos de Suelos con Erosión con actividad agrícola, en los tramos y comunas con indicadores de Erosión.**

TRAMO	COMUNA	HAS EROSIONADAS
LA-TR-21	Los Ángeles	0
	Laja	3.183
	San Rosendo	0
	Yungay	0
	Cabrero	0
LA-TR-22	Los Ángeles	0
	Laja	1.388
DU-TR-11	Quilleco	0
DU-TR-12	Los Ángeles	0
BU-TR-11	Mulchèn	0
BU-TR-12	Mulchèn	994
VE-TR-10	Traiguén	0
	Los Sauces	1.454
	Renaico	0
	Angol	0
VE-TR-20	Negrete	0
GU-TR-10	Los Ángeles	630
TA-TR-10	Nacimiento	7.636
	Santa Juana	3.773
	Angol	0
RA-TR-10	Los Ángeles	0
<b>Total (hás)</b>		<b>19.058</b>

Fuente: Elaboración propia en Arc view, con coberturas de Series de Suelos (VIII y IX Regiones) Ciren CORFO, Usos de Suelo (VIII y IX Regiones) INE 1998.

**Figura 9: Intersección de Usos de Suelos con actividad agrícola con las Series de suelos susceptibles de erosión en los tramos y comunas con magnitud de reducción.**



Fuente: Elaboración propia en Arc view, con coberturas de Series de Suelos (VIII y IX Regiones) Ciren CORFO, Usos de Suelo (VIII y IX Regiones) INE 1998.

### c) Manejo de Cultivos, Fertilizantes y Pesticidas.

El examen de algunos parámetros en tramos de interés, que pueden ser asociados a evidencias de residuos de contaminantes, originados en fertilizantes y pesticidas, permite observar que en tramos que corresponden a áreas o territorios sin presencia de actividad industrial, hay señales en parámetros que entonces debemos considerar asociados a la actividad agrícola.

**Tabla N° 37: Parámetros en Situación Actual, indicadores de la posible presencia de residuos de fertilizantes y de residuos de productos organoclorados (AOX)**

Parámetros	Ríos			
	Biobío		Vergara	Guaqui
	BI-TR-31	BI-TR-33	VE-TR-20	GU-TR-10
Conductividad				
Nitrito				L
Cadmio				
DQO	-30,6%	L		L
Nitrato				
Fosforo				
N-Total	-13,8%	L	-47,0%	-3,2%
AOX		L	-12,0%	-8,2%

Latencia **L** (se encuentra entre el 80% y 100% de la norma)

Saturación **%** (% que excede la norma de calidad, valor negativo)

Fuente: Elaboración propia en base a registros de monitoreo EULA 1994 - 2004

**Tabla N° 38: Parámetros en Situación Proyectada al 2015, indicadores de la posible presencia de residuos de fertilizantes y de residuos de productos organoclorados (AOX)**

Parámetros	Ríos			
	Biobío		Vergara	Guaqui
	BI-TR-31	BI-TR-33	VE-TR-20	GU-TR-10
Conductividad		L		
Nitrito				-52,2%
Cadmio				
DQO	-54,6%	L		L
Nitrato				
Fosforo				
N-Total	-43,3%		-47,0%	-15,7%
AOX			-12,0%	L

Latencia **L** (se encuentra entre el 80% y 100% de la norma)

Saturación **%** (% que excede la norma de calidad, valor negativo)

Fuente: Elaboración propia en base a registros de monitoreo EULA 1994 - 2004

De acuerdo a las Tablas N° 37 y N° 38 presentadas con anterioridad donde existe presencia de actividades agrícolas que evidencian la presencia de residuos de contaminantes originados en fertilizantes y pesticidas; y los parámetros asociados a dicha actividad, se calcula el porcentaje de magnitud ( $W^3$ ) representativo por tramo, lo cual se presenta a continuación en la Tabla N° 39. Para el tramo específico de BI-TR-33, éste no presenta saturación por lo cual no es preciso su análisis. Los parámetros “Conductividad”, “Cadmio”, “Nitrato” y “Fósforo” no presentan niveles superiores a los que la norma establece.

**Tabla N° 39: Magnitud de reducción (W<sup>3</sup>) asociada a indicadores de la posible presencia de residuos de fertilizantes y de residuos de productos organoclorados (AOX).**

Parámetros	Ríos		
	Biobío	Vergara	Guaqui
	BI-TR-31	VE-TR-20	GU-TR-10
Nitrato			-26,10%
DQO	-42,60%		
N-Total	-28,50%	-47,00%	-9,40%
AOX		-12,00%	-4,10%
<b>Reducción % en tramo (W<sup>3</sup>)</b>	<b>-42,60%</b>	<b>-47,00%</b>	<b>-26,10%</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de metodología expresada en capítulo N° 3, punto 3.2. Identificación de Impactos, 3.2.1. Metodología Calidad de Aguas, letra k.

Para los tramos pertinentes las comunas asociadas son las siguientes: Quilaco, Negrete y Los Angeles.

El abatimiento de contaminantes de fuente difusa, provenientes de insumos para la producción agropecuaria, tiene como una vía de acción, la regulación del uso de estos y como otra vía la difusión y fomento de los principios de las Buenas Practicas Agrícolas.

#### **d) Impactos en el riego.**

Respecto de los Canales de riego relevantes para la cuenca del Biobio en las comunas de Mulchén y Los Ángeles, sus derivados y Sub derivados, en relación al tramo de monitoreo al que está vinculado, identificados en la Tabla N° 24, letra b del apartado 4.1.3 “Análisis del Sector Silvoagropecuario”, y Figura N° 6 “Principales canales de riego y sus bocatmas en el valle regado de la cuenca”, de ese mismo apartado; se identifica que la ubicación de las bocatmas de estos canales se encuentran en las comunas cordilleranas (Tucapel, Yungay, Quilleco, Quilaco, Santa Bárbara). En los casos en que las bocatmas se encuentran en comunas del valle central (Cabrero, Los Ángeles, parte regada de Mulchén), y considerando puntos georeferenciados por SAG de fuentes contaminantes en la cuenca del Biobio (figura n° 6 y detalles en Anexo 30), es claro que las fuentes contaminantes se encuentran mayoritariamente aguas abajo de los puntos de ubicación de las bocatmas. Para estas observaciones se consideró que las plantas ESSBIO (puntos de emisarios o plantas de tratamiento aguas servidas), no constituyen fuentes de contaminación relevante hacia futuro. Por otro lado, en las áreas de ubicación de las bocatmas, no se proyecta la instalación o establecimiento de nuevas fuentes de contaminación que sean relevantes en el futuro previsible.

Por otro lado, si se analizan la localización de los principales canales de regadío, en relación a los tramos de monitoreo de la Norma de Calidad de las Aguas Secundarias, se pueden observar las siguientes alteraciones en los parámetros influyentes en la calidad del agua para riego, tanto para la situación actual como para la situación proyectada al 2015, tal como se presenta a continuación en las Tablas N° 40 y N° 41.



**Tabla N° 40: Valores en Situación Actual de algunos indicadores de interés para las bocatomas de agua de riego, en los tramos en que existen bocatomas de canales relevantes**

Parámetros	BI-TR-32	BI-TR-33	LA-TR-10	LA-TR-21	DU-TR-11	DU-TR-12	MA-TR-10	GU-TR-10	RA-TR-10
Amonio									
Nitrito						L		L	
Cromo					L				
Mercurio	L	L				L	L		
Plomo	L	L				-3,5%	L	-3,5%	
Coliformes fecales								-4,0%	-15,5%
Coliformes totales				-95,0%		-97,4%			
Nitrato						-20,3%			
Fósforo									
N-Total		L		-32,5%		-24,8%		-3,2%	L

Zona de Latencia **L** (se encuentra entre el 80% y 100% de la norma)

Zona de saturación **%** (porcentaje que excede la norma de calidad)

Fuente: Elaboración Propia sobre la base de Anteproyecto Norma Calidad del Agua, Base de datos tramos de monitoreo EULA- CHILE y DGA

**Tabla N° 41: Valores en Situación Proyectada al 2015 de algunos indicadores de interés para las bocatomas de agua de riego, en los tramos en que existen bocatomas de canales relevantes**

Parámetros	BI-TR-32	BI-TR-33	LA-TR-10	LA-TR-21	DU-TR-11	DU-TR-12	MA-TR-10	GU-TR-10	RA-TR-10
Amonio						L			L
Nitrito								-52,2%	
Cromo					L				
Mercurio	L	L				L	L		
Plomo	L	L				-13,6%	L	-13,9%	
Coliformes fecales								-4,0%	-15,5%
Coliformes totales				-83,2%		-91,9%			
Nitrato									
Fósforo									
N-Total				-50,0%				-15,7%	L

Zona de Latencia **L** (se encuentra entre el 80% y 100% de la norma)

Zona de saturación **%** (porcentaje que excede la norma de calidad)

Fuente: Elaboración Propia sobre la base de Anteproyecto Norma Calidad del Agua, Base de datos tramos de monitoreo EULA- CHILE y DGA

De la comparación de los antecedentes e identificación de canales (Tabla N° 24), la ubicación de los canales visualizables en la figura N° 6, junto al detalle de distribución geográfica de los canales en Anexo N° 30, en relación al valor de los indicadores de calidad de agua actual y proyectada (presentados en las Tablas N° 40 y N° 41), se observa que los tramos BI-TR-32, BI-TR-33, LA-TR-10, DU-TR-11 y MA-TR-10 no presentan parámetros con saturación, por lo cual al entrar la norma de calidad en vigencia no existirían magnitudes en reducción a analizar. Los Canales sin contaminación actual y futura son: Biobio Sur, Las Hilachas o Mininco, Los Notros, Biobio Norte, Biobio Negrete, Antuco, Ríos o Pinochet o Mirrihue, Sistema Zañartu, El Globo 1 y El Globo 2. (descripción en detalle en letra b.2) Infraestructura de riego, del apartado 4.1.3)

*Proyecto: Análisis General del Impacto Económico de la Norma Secundaria de Calidad Aguas del río Biobío en el Sector Silvoagropecuario.*

*Centro EULA-Chile Universidad de Concepción*

*Enero 2006*

Sin embargo, los tramos LA-TR-21, DU-TR-12, GU-TR-10 y RA-TR-10, sí presentan parámetros con saturación y se calculó las magnitudes de reducción ( $W^4$ ), las que son presentadas en la Tabla N° 42. En consecuencia podemos inferir que el abatimiento de los actuales niveles de saturación afecta la calidad de las aguas para riego.

**Tabla N° 42: Magnitud de reducción ( $W^4$ ) asociada a indicadores de interés para las bocatomas de agua de riego, en los tramos en que existen bocatomas de canales relevantes**

Parámetros	Río Laja	Río Duqueco	Río Guaqui	Río Raranco
	LA-TR-21	DU-TR-12	GU-TR-10	RA-TR-10
Amonio				
Nitrito			-26,1%	
Cromo				
Mercurio				
Plomo		-8,6%	-8,7%	
Coliformes fecales			-4,0%	-15,5%
Coliformes totales	-89,1%	-94,6%		
Nitrato		-10,2%		
Fósforo				
N-Total	-41,3%	-12,4%	-9,4%	

Fuente: Elaboración propia sobre la base de metodología expresada en capítulo N° 3, punto 3.2. Identificación de Impactos, 3.2.1. Metodología Calidad de Aguas, letra 1.

Para estos tramos pertinentes las comunas asociadas son las siguientes: Los Ángeles, Laja, San Rosendo, Yungay y Cabrero.

Los parámetros en análisis afectan de modo diferente a los cultivos, esto es, hay efectos positivos y negativos. Es positivo el efecto en los cultivos de la presencia de Amonio, Nitrito, Nitrato, Fósforo y N-Total. En el caso de los coliformes, su presencia (y la materia orgánica asociada) tiene un efecto estimulante en la microbiología del suelo y su capacidad de mineralización, pero se asocian al riesgo de eutrofización de los cuerpos de agua y los bordes de canal que ocupe. En tanto para las hortalizas que crecen a ras de suelo, los coliformes constituyen un riesgo para salud pública. Con respecto a los metales pesados, Cromo, Mercurio y Plomo, el efecto sobre las plantas y la salud pública es siempre negativo.

Este porcentaje de reducción, afectará (positiva o negativamente, según lo expresado en el párrafo precedente) las aguas de riego de los canales más relevantes identificados por tramo, los que se presentan a continuación en la Tabla N° 43, además se entrega la información de la longitud aproximada (Km) y superficie que riega (Hás), donde se ubica su origen y las comunas que riega de acuerdo a los tramos, información que es útil para el cálculo de los beneficios producto que mejore la calidad de las aguas en los respectivos porcentajes de magnitud, ya antes calculados, dada la existencia de la norma de calidad de aguas.

**Tabla N° 43: Canales de riego relevantes para los tramos que presentan beneficios por el mejoramiento en la calidad del agua.**

TRAMO	CANAL DE RIEGO	LONGITUD APROX.(Km)	SUPERFICIE (Has)	COMUNAS DONDE SE UBICA ORIGEN	COMUNAS QUE RIEGA
LA-TR-21	Canal La Aguada	11,1	536,2	Cabrero	Los Ángeles Laja San Rosendo Yungay Cabrero
	Canal Quilales	21,6	200,3	Los Ángeles	
	Canal La Mancha	21,3	1209,9	Cabrero	
	Canal Río Claro	37,2	s/i	Cabrero	
	Canal Batuco	21,3	164,5	Cabrero	
	Canal Sistema Laja	32,0		Quilleco	
	Derivados y Sub derivados Canal Sistema Laja (*)	396,5	15.271	Los Ángeles	
DU-TR-12	Canal Duquenco Cuel	38,1	1.550	Los Ángeles	Los Ángeles
GU-TR-10	Canal Santa Teresa de Guaqui	15,0	461	Los Ángeles	Los Ángeles
RA-TR-10	Canal Montenegro Laja	12,3	792,6	Los Ángeles	Los Ángeles
RA-TR-10	Las Vegas de Laja	15,1	831,3	Los Ángeles	Los Ángeles

Fuente: Cobertura de Canales de riego Los Ángeles y Canales de Riego Mulchén

(\*) Canales Avellano, Calvo Costa, Cerro Colorado Laja, Chacaico, Cunibal, Carmen-Rosal, Collanco Sur, El Roto Chileno, Estación Arrayán, Rebolledo, Rioseco, Virquinero, Guanacos, Laja, Las Mercedes Laja, Lomas de Duquenco, Maza vela Bordeau, Municipal Laja, Peral Norte, Peral Seguel, Peral Sur, Pichidiuto, Rinco Diuto y San Gerardo.

Los cultivos con mayor relación al riego, que se encuentran presentes en las comuna de Los Ángeles, Laja, San Rosendo, Yungay y Cabrero, son los siguientes:

**Tabla N° 44: Cultivos presentes en las comunas que presentan saturación en los parámetros asociados a la calidad del agua de riego.**

Comuna / cultivo	Chacras (Hás)	% (*)	C Industriales (Hás)	% (*)	Hortalizas (Hás) **	% (*)	Frutales (Hás) ***	% (*)
Los Ángeles	2.926	36,4%	4.195	44,8%	1.038	40,2%	1.079	28,7%
Laja	360	4,5%	2	0,0%	41	1,6%	371	9,9%
San Rosendo	64	0,8%	0	0,0%	5	0,2%	18	0,5%
Yungay	34	0,4%	28	0,3%	10	0,4%	3	0,1%
Cabrero	630	7,8%	78	0,8%	18	0,7%	56	1,5%
% total comunas		49,9%		46,0%		43,1%		40,6%
<b>TOTAL CUENCA AJUSTADA</b>	<b>8.042</b>		<b>9.357</b>		<b>2.582</b>		<b>3.765</b>	

(\*) Porcentaje con respecto al total de la cuenca..

\*\* Sólo superficies de Hortalizas al aire libre.

\*\*\* Frutales mayores y menores.

Fuente: Censo agropecuario INE 1997, Datos ajustados a la cuenca del Biobío.

Del grupo de tipos de cultivos en examen en la tabla 44, sólo las hortalizas son sujeto de regulación respecto a la calidad del agua con que son regadas, y dentro de éstas, sólo aquellas cuyo producto crece a ras de suelo (NCh 1333). Esto es, Acelga, Achicoria, Albahaca, Apio, Betarraga, Cilantro, Espinaca, Lechuga, Perejil, Puerro, Rabanito, Zanahoria y Zapallito Italiano. Del total de superficie de hortalizas al aire libre (2.582 há) desde cifras del censo agropecuario 1997, sólo 1.112 há se encuentran en las comunas asociadas a tramos con saturación, y en ellas sólo 108,6 há corresponderían a hortalizas que crecen a ras de suelo. Luego el impacto de una reducción en los niveles de coliformes sólo afectaría de manera marginal a la actividad hortícola en las comunas en cuestión. Por lo tanto se **desprecia la valoración económica de este efecto.**

Sólo en los tramos DU-TR-12 y GU-TR-10, asociados a la comuna de Los Ángeles, presentan saturación por plomo, tanto en la calidad actual y la proyectada, cuyo abatimiento es beneficioso para los cultivos y la salud pública.

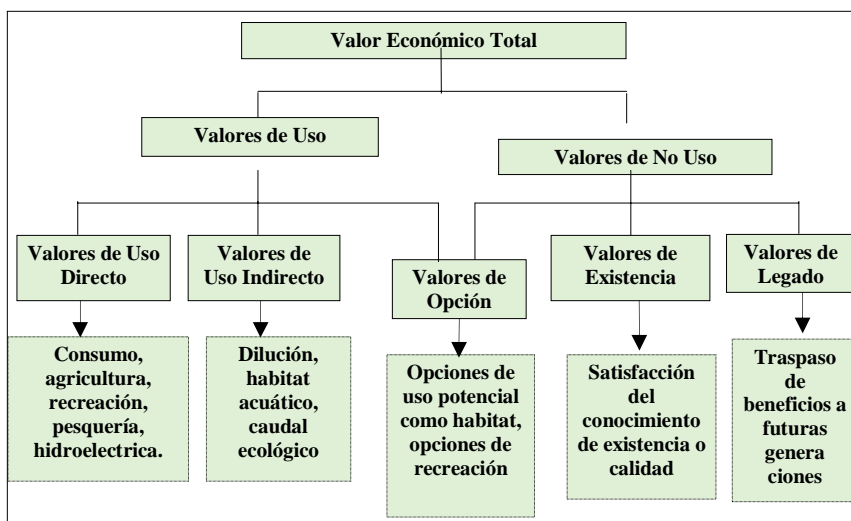
#### **4.2.2) Beneficios Intangibles del Mejoramiento de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Río Biobío.**

Antes de comenzar a plantear la valorización de los beneficios ambientales de la aplicación de la norma de calidad de aguas estudiada, es interesante sostener la relevancia que tiene el estimar los beneficios económicos o el denominado Valor Económico del recurso hídrico, puesto que facilita la toma de decisiones de las autoridades que propendan a encauzar las inversiones destinadas a la conservación hidrológica de la cuenca y a mantener una armonía adecuada entre todos los usos del recurso hídrico existentes: usos consuntivos o extractivos y usos in-situ o no extractivos del agua. Así, dado que el recurso posee un valor económico en condiciones naturales, que no está claramente definido en el mercado, se hace imprescindible determinar este valor empleando técnicas de valoración recientes y avanzar en el campo de la investigación de otras que permitan complementar y potenciar los métodos de valoración. Por tal razón, la toma de decisiones respecto del recurso hídrico se deben sustentar en torno a los preceptos de la eficiencia económica, es decir, asignar en forma óptima los recursos a las alternativas de inversión que otorguen el mayor bienestar para la sociedad en términos de mayores beneficios al menor costo posible, lo que es posible determinar a través de la evaluación económica.

El Valor Económico antes mencionado está compuesto por valores de uso directo e indirecto, valor de opción y valor intrínseco (valor de existencia y de legado). El valor de uso directo puede ser consultivo o no. Los valores de uso consultivo corresponden al valor para los usuarios de riego, domésticos, industriales y cualquier otra actividad que consuma agua. Los valores de uso no consultivo corresponden al valor para los usuarios de generación hidroeléctrica, navegación, recreación y cualquier uso directo de las aguas con la condición de que no se consuma.

El valor de uso indirecto corresponde al valor que la sociedad le da al recurso por la función que éste cumple. Son ejemplos de éste, el valor que tiene el agua como hábitat de especies vivas, el valor del recurso por su capacidad de depuración o solvente de sustancias que entran en contacto con ella, el valor del agua por su papel en el ciclo de nutrientes necesarios para la vida, entre otros. El valor de opción del agua corresponde al valor que le da la sociedad al recurso por la opción de poder hacer uso o no del mismo en el futuro. En esta categoría entran entre otros los sitios de aguas con potencial hidroeléctrico, los sitios de agua con potencial turístico, los sitios de agua con posibilidad de almacenamiento con fines de riego, domésticos, industriales, control de inundación, etc. Pertenecen a esta categoría también aquellos sitios con potencial cultural, histórico, belleza escénica, entre otros. El valor intrínseco del agua corresponde al valor que se le da al recurso por el solo hecho de existir en determinados sitios y por la oportunidad de dejarlo como herencia a las generaciones futuras. En esta categoría se ubica a las bellezas escénicas, sitios culturales e históricos. Para una mayor claridad de estos conceptos, se presenta a continuación un esquema general que resume esta clasificación.

**Figura N° 10: Clasificación del valor económico del agua.**



Fuente: Extraído de “Priorización de los valores económicos del agua superficial en la Cuenca Alta del río Chama, Venezuela”.

De esta manera es factible definir los siguientes servicios ambientales derivados del mejoramiento de calidad de aguas de la cuenca del Río Biobío:

### **1. Regulación de temperatura de los territorios de la cuenca.**

Las fuentes de aguas son grandes amortiguadores de las temperaturas, debido a que regulan sus grandes variaciones. Es decir, no permite que aumente mucho la temperatura en los días de calor y no permite que disminuya mucho en los días de invierno.

### **2. Recreación y ocio.**

Un valor económico del agua muy importante viene de su valor en la recreación, bellezas escénicas y proporcionador de hábitat de peces y vida salvaje. Lo último está plenamente vinculado a la mantención de la biodiversidad de la flora y la fauna de la cuenca; una vía para lograr ese objetivo es a través de la conservación de los humedales, ya que éstos pueden alojar a una gran diversidad de animales y plantas, manteniendo las condiciones óptimas para su desarrollo. En cuanto al primer punto, uno de los aspectos más importantes a valorar es el caudal ecológico y su calidad, ya que éste debe ser el caudal que permita en el corto plazo la calidad de pasear en bote, pesca deportiva, belleza escénica, nado, pasear alrededor del recurso, etc, actividades que tienen absoluta concordancia con el desarrollo del turismo y del turismo rural, ecológico o combinaciones de ambas, gracias a la generación de estas fuentes de entretenimiento y esparcimiento. Por consiguiente, es indudable que si el recurso hídrico alcance mayores índices de calidad con la implementación de la norma, ello provocaría la llegada de inversiones en infraestructura y/o uso para generar estos espacios. El etnoturismo del alto Biobío es un claro ejemplo para desarrollar fuentes de entretenimiento y a la vez conocer de la cultura de un país y de sus orígenes.

### **3. Valoración de las tierras aledañas al río.**

Muchas veces, las transacciones del valor de las propiedades incluyen derechos o accesos a abastecimiento de agua o de determinada calidad, como parte de una serie de características que tiene la misma. Entonces, sobre la base de esta condición, es posible afirmar que una mejora en la calidad de las aguas provocaría un incremento de la plusvalía que tendrían las tierras aledañas al río, favoreciendo con ello a los propietarios de esos terrenos.

#### **4. Suministro de agua de buena calidad.**

La disposición de agua de mayor calidad en los sectores rurales dedicados a las actividades agrícolas en la cuenca permitiría reducir los riesgos asociados a las enfermedades relacionadas con el contacto o consumo del agua. Asimismo, generaría mejores cultivos agrícolas por incremento en la calidad del agua de riego utilizada, puesto que los ríos que estén más limpios posibilitan que los canales de riego también lo estén, y por ende, las cosechas son más fructíferas en términos de la calidad de los productos agrícolas obtenidos.

#### **5. Prevención de desastres y disminución de impactos negativos.**

La conservación de los cuerpos de agua ha generado una disminución de los impactos negativos al conservar un ecosistema estable previniendo los desastres naturales como los alud, anegamientos de agua, otros.

#### **6. Reducción de residuos y mantención del paisaje**

Los cuerpos de agua son capaces de absorber distintos elementos o componentes, por lo tanto, un mejoramiento de la calidad de las agua permite una mayor absorción de sustancias contaminantes, como los coliformes fecales, DQO, DBO5, entre otros.

Esta reducción de los contaminantes tiene una relación directa con la fauna de la cuenca, los cuales pueden beber agua de mejor calidad y también afecta de forma indirecta a los peces ya que esta agua desemboca en el mar, creando un mejor ecosistema donde vivir

Las plantas de tratamientos hacen un manejo de los residuos tanto industriales que son vertidos en el alcantarillado como también de las descargas intradomiciliarias, entregando agua mas limpia a los demás centros urbanos como a los empresas e industrias de distintos rubros.

#### **7. Beneficios hidrológicos.**

Los beneficios hidrológicos provienen de la generación e implementación de plantas hidroeléctricas, principales productoras de electricidad del país.

#### **8. Mejoramientos de los suelos.**

Mejoramiento de las condiciones iniciales del terreno debido al aumento en la calidad del recurso hídrico, puesto que tiene una menor cantidad de contaminantes que se traspasan a la tierra.

Tener suelos de mejor calidad también impacta a la vida vegetal ya que, estas se desarrollan en un hábitat más amigable y tienen mejores oportunidades de reproducirse aumentando la productividad de la actividad silvoagropecuaria.

### **4.3) Valoración de Impactos.**

#### **4.3.1) Valoración de Impactos Contaminación Difusa.**

En este apartado se pretende realizar el ejercicio de aproximarnos al valor de los impactos identificados, que son provenientes de la contaminación difusa y que se encuentran relacionados con la norma de calidad de aguas. La estimación es llevada a cabo en términos costos públicos en focalizar recursos en programas actualmente existentes (Programas de fomento de las Buenas Practicas, Sistema de Incentivos a la Recuperación de Suelos Degradados). Luego, estimamos que el decreto 90/2000 no tendrá aplicabilidad en el escenario en que los purines de lechería sean evacuados hacia el riego de uso intra predial o fertilización, los costos pertinentes a la mejora de estas practicas, los atribuiremos a la norma secundaria

### a) Valoración Impactos Ganadería

El impacto que tendrán los dos ámbitos de accionar para las actividades que generan emisiones orgánicas de purines son: **el manejo de los purines** y el **desarrollo de las mejores prácticas asociadas a su manejo**, que permitan asegurar que la emisión al medio ambiente de éstos residuos sea mínima o cercana a cero, se pueden estimar del siguiente modo.

#### a.1) Manejo de Purines.

Inversiones y costos operacionales. Se consideró en esta estimación la tecnología de laguna purinera, y los requerimientos asociados para el manejo de los efluentes purines de un rebaño de 100 vacas. Se asume que se recogen y acumulan sólo los purines (fecas, orina, agua de lavado y aguas lluvias), y que se descarga la laguna purinera cada 6 meses. Para el descargue de la laguna se considera una bomba purinera, asociada a la toma de fuerza del tractor. Se distribuyen los purines a razón de 120 m<sup>3</sup>/há, sobre 31,4 há, con un rendimiento de la bomba de 40 m<sup>3</sup>/hr.

Se usó como base de estimación de costos de manejo de purines una unidad lechera de 100 vacas, considerada como un estándar de evaluación en estudios y proyectos en la zona centro sur, por investigadores y economistas agrarios en la región centro sur (comunicación personal Sra Alejandra Engler, INIA Quilamapu - Chillán)

Los procedimientos de cálculos de costos de construcción de laguna purinera se presentan en Anexo N° 28, e igualmente los costos de operación anual al implementar el sistema de lagunas purineras. Así, una primera aproximación al costo de abatimiento del impacto de los purines en los niveles de los parámetros o indicadores del anteproyecto de norma, puede ser estimada a través de la identificación del número de explotaciones con más de 100 vacas en el territorio de la cuenca del Biobío, el que se describe como sigue.

El costo unitario que involucra una laguna purinera, se compone de costo de inversión M\$ 7.687., y costo de operación de M\$ 806, luego se realiza el análisis a partir de un ejercicio, considerando estos costos para “un tipo de solución de tratamiento de purines (Laguna Purinera).

Como ahorro en sustitución de fertilizantes se obtiene M\$2.466, calculado sobre la base de: Nitrógeno, a costo de unidad de Nitrógeno como Salitre Sódico, de Fosfato a costo de unidad de Fosfato como Super Fosfato Triple y de Potasio, a costo de unidades de Potasa como Sulfato de potasio. Se describe el ejercicio detallado para un plantel con más de 100 vacas en Anexo N° 28.

Como una manera de asociar y aproximarse al costo pertinente imputable a la norma de calidad, se realiza la suma de los costos de implementación privada de esta solución, sólo en las comunas que presentan tramos con saturación, utilizando el valor de magnitud de reducción.

El número de planteles con más de 100 vacas en las comunas identificadas, se estimó a partir de información SAG, oficina Mulchén, de seguimiento y monitoreo de brucelosis en explotaciones lecheras georreferenciadas. En el caso de la comuna de Los Ángeles, al no contar con información, se asimiló al resultado de la comuna de Mulchén, estimando que comparten características en el desarrollo de esta actividad. Como criterio de simplificación entre la asociación de la información de magnitud de reducción de tramos a comunas (caso de Los Ángeles y Mulchén, que cuentan con dos tramos por comuna), se consideró solamente la magnitud de reducción mayor. Ello además coincidió con una mayor concentración de lecherías, al examinar la información georreferenciada.

El proceso de calculo será llevado a cabo según la siguiente fórmula:

$$C^1_a = W^1 * (I_o * E) + W^1 * (F_n * E)$$

$C^1_a$  = Costo Atribuible a la norma Calidad Secundaria, asociada a actividad a lechera que evidencia presencia de contaminantes producidos por esta actividad, por Tecnología de Laguna Purinera.

$W^1$  = Porcentaje de impacto por reducir atribuible a la actividad lechera.

$E$  = N° explotaciones > a 100 vacas

$I_o$  = Inversión unitaria de laguna purinera de un plantel superior a 100 vacas

*Proyecto: Análisis General del Impacto Económico de la Norma Secundaria de Calidad Aguas del río Biobío en el Sector Silvoagropecuario.*

*Centro EULA-Chile Universidad de Concepción*

*Enero 2006*

Fn = Flujo Neto unitario de laguna purinera de un plantel superior a 100 vacas (Beneficio por ahorro de fertilizantes - Costos de operación)

**Tabla N° 45: Estimación de Inversión y Flujo Neto manejo de purines en plantales de más de 100 vacas en las lecherías de las comunas con parámetros en saturación, atribuibles a esta actividad.**

Comuna	Tramos	Magnitud de reducción W <sup>1</sup>	Explot lecheras	% Explot .> 100 vacas	N° Explot > 100 vacas	Inversión Manejo Purines M\$	Flujo Neto Manejo Purines M\$	Inversión asociada Norma de Calidad M\$	Flujo Neto asociada a Norma de Calidad M\$
Los Ángeles	RA-TR-10 y GU-TR-10	13,2%	1.522	5,50%	83	-638.045	137.768	-84.222	18.185
Mulchén	BU-TR-11 y BU-TR12	13,1%	231	5,50%	12	-92.247	19.918	-12.084	2.609
Sta Bárbara	BI-TR-33	9,8%	458	3,70%	16	-122.997	26.558	-12.054	2.603
<b>TOTAL</b>			2.211		111*			<b>-108.360</b>	<b>23.397</b>

\* N° explotaciones de más de 100 vacas en las comunas con parámetros en saturación, atribuibles a la actividad lechera (Los Ángeles, Mulchén Santa Barbara)

Fuente: Elaboración propia con precios medios ODEPA, 2003 – 2005 con IVA, Censo Agropecuario 1997 y antecedentes Sag Mulchén

De la tabla precedente, se desprende que la actividad privada, manejo de purines en plantales con más de 100 vacas, que se generará en el escenario más probable (explicado en la identificación de impactos, 4.2.1 letra a) atribuible al cambio de practica ocasionado por le entrada en vigencia del DS 90/2000, y en consecuencia a la regulación por la norma secundaria, es de: Inversión M\$ -108.360 y un Flujo neto Anual de M\$ 23.397.

Luego es importante señalar que el costo de oportunidad para los privados que pueden obtener esta actividad, se encuentra entre 3% y 6%, (información personal Sr Selvin Ferrada investigador INIA Carillanca – Temuco). Para homogenizar la información y considerando que este ejercicio solo es parte de una aproximación a la realidad sujeto a varios supuestos establecidos con detalle en Anexo N° 28, se utilizo la tasa social de descuento, que es de un 8%.

#### **a.2) Desarrollo de las mejores practicas asociadas al manejo de purines.**

Complementando de las inversiones en el tratamiento de purines, recién vistas, es el avanzar en el desarrollo de prácticas asociadas a estas acciones, a través del cumplimiento de protocolos actualmente existentes, conocidos bajo la denominación genérica de “Guías de Buenas Prácticas”.

Llevar estas recomendaciones a los productores, principalmente lecheros en esta estimación, hace necesario apoyo técnico, que adecue a distintas realidades ambientales los métodos y tecnología con menor impacto ambiental y mejor relación beneficio costo. El desarrollo desde el estado de programas que cubran esta necesidad, ya está disponible, tanto para los pequeños productores como para los de mayor tamaño, a través de financiamiento por instituciones como INDAP y CORFO, con los subsidios PDI (proyecto de desarrollo de inversiones) de INDAP y FOCAL (fomento de la calidad) de CORFO.

Una focalización de estos instrumentos en las mismas comunas que en el tratamiento de purines, podría significar los montos y valores atribuibles según se indica a continuación.

Para la estimación de los costos de fomento de las Buenas Practicas de lechería que abatirían los contaminantes asociados a esta actividad y de acuerdo a la identificación de impactos de tramos afectados, RA-TR-10, GU-TR-10, BU-TR-11, BU-TR-12, y BI-TR-33 (Tabla N° 30) correspondientes a las comunas de Los Angeles, Mulchén y Santa Barbara, se realiza el cálculo descrito en la expresión siguiente:



$$C^1b = W^1 * [(E_x * (V1+V2)) * 1,05]$$

$C^1b$  = Costo Atribuible a la norma Calidad Secundaria, asociada a actividad a lechera que evidencia presencia de contaminantes producidos por esta actividad, por Programa de mejores Prácticas Lecheras.

$W^1$  = Magnitud de reducción atribuible a la actividad lechera que evidencian la presencia de residuos de contaminantes producidos por esta actividad.

$E_x$  = Explotaciones a tratar, que será atendido de acuerdo al supuesto: menor a 25 vacas por INDAP, y mayor a 25 vacas, por CORFO estratos atendido 5%.

$V1$  = Valor anual subsidio Asistencia Técnica en UF al 31/12/2005, correspondiente a INDAP o CORFO, según estrato asociado.

$V2$  = Valor anual subsidio FDI (Fondo Desarrollo Inversiones) en UF al 31/12/2005, correspondiente solamente a INDAP.

1,05 = Costo total de subsidio, adicionando un 5% como costo de administración para la institución correspondiente.

El valor de los subsidios por asistencia técnica ( $V1$ ) es institucional y corresponde para INDAP de 15 UF y para CORFO de 71,5 UF por explotación (que corresponde al 50% del valor total del “Instrumento de Fomento a la Calidad – Buenas Prácticas Lecheras” desagregado en 7,5 UF en evaluación inicial, más 57,5 en la implementación y finalmente 6,5 UF en el proceso de verificación), no se consideró el costo de la certificación en estos casos. En tanto el valor del subsidio FDI (Fondo Desarrollo de Inversiones) ( $V2$ ) es de 100 UF para la Institución de INDAP, en el caso de CORFO no existe este tipo de subsidio. Se designa un supuesto de gasto administrativo del 5%, que es aproximadamente en lo que incurren estas instituciones.

Se establece el supuesto de realizar la focalización de recursos para la difusión y fomento de las Buenas Prácticas lecheras considerando como sujetos de atención anual al 5% anual del universo de los estratos correspondientes, para INDAP lecherías que cuentan con menos de 25 vacas y CORFO lecherías que cuentan con más de 25 vacas. Es conveniente señalar que estos instrumentos de apoyo operan actualmente bajo una lógica de demanda por parte de los productores. De acuerdo a la caracterización de la actividad lechera (punto 4.1.1, letra c, letra c2) la tendencia del sector es hacia la disminución del número de explotaciones, en beneficio de aquellas que logran economías de escala, así es razonable proyectar trabajar el 25% de cada universo, en un plazo de 5 años, horizonte de asignación de este costo.

El detalle de la información se presenta a continuación, en la Tabla N° 46.

**Tabla N° 46: Estimación costo de focalización del fomento de Buenas Practicas en Lechería, a través de los subsidios INDAP y CORFO existentes. (UF 31/12/05)**

COMUNA ASOCIADA	%	N° EXPLOT.	VALOR ANUAL SUBSIDIO A.T. UF	COSTO ANUAL SUBSIDIO A.T. (5%) UF	COSTO EN SUBSIDIO ASISTENCIA TÉCNICA M\$	SUBSIDIO FDI	COSTO ADMINISTRACIÓN (5%) M\$	TOTAL ANUAL M\$	MAGNITUD REDUCCIÓN ( $W^1$ )	COSTO TOTAL ASOCIADO A NORMA
<b>Los Angeles</b>		<b>1.522</b>								
INDAP	73,9%	1.125	15	844	15.163	101.087	5.812	122.062	13,20%	16.112
CORFO	26,1%	397	71,5	1.420	25.527	0	1.276	26.803		3.538
<b>Mulchén</b>		<b>231</b>								
INDAP	73,9%	171	15	128	2.301	15.342	882	18.526	13,10%	2.427
CORFO	26,1%	60	71,5	216	3.874	0	194	4.068		533
<b>Sta Bárbara</b>		<b>458</b>								
INDAP	83,0%	380	15	285	5.125	34.164	1.965	41.254	9,80%	4.043
CORFO	17,0%	78	71,5	278	5.003	0	250	5.253		515
<b>COSTO TOTAL</b>										<b>27.168</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Censo agropecuario 1997 y antecedentes Sag Mulchén.

Valor UF = 17.974,81 al 31/12/2005.

De acuerdo a la estimación del valor anual de subsidios aplicados al fomento de las Buenas Practicas Lecheras, en las comunas de Los Angeles, Mulchén y Santa Barbara, y que se le atribuyen magnitudes de reducción por la Norma

*Proyecto: Análisis General del Impacto Económico de la Norma Secundaria de Calidad Aguas del río Biobío en el Sector Silvoagropecuario.*

*Centro EULA-Chile Universidad de Concepción*

*Enero 2006*

de Calidad de Aguas Secundaria, se obtiene un valor anual de M\$ 27.168 (pesos de 31/12/2005), de los que 83% corresponderían al presupuesto de INDAP y 17% al presupuesto de CORFO. Luego, el valor total de fomento de Buenas Prácticas Lecheras en 5 años será de M\$ 135.839.

#### b) Control de la Erosión de Suelos.

Considerando que la erosión susceptible de controlar por esta norma es solamente la que resulta de la magnitud de reducción ( $W^2$ ) explicada con anterioridad en la identificación de impacto, el costo atribuible será entonces, el que resulte de la proporción entre el costo del abatimiento total de la erosión en la superficie identificada (Tabla N° 36: Resultado de la intersección entre las series de suelos susceptibles de erosión y los Usos de Suelos con actividad agrícola, en los tramos y comunas con indicadores de erosión) y la magnitud de reducción ( $W^2$ ) calculada para cada tramo y comunas asociadas, las que son 14, y se mencionan a continuación: Los Angeles, Laja, San Rosendo, Yungay, Cabrero, Quilleco, Mulchén, Traiguén, Los Sauces, Renaico, Angol, Negrete, Nacimiento y Santa Juana.

De las superficies determinadas en la identificación de impactos (apartado 4.2.1, punto b), como máximo y mínimo (44.041 hás y 19.058 hás, respectivamente), utilizaremos para esta valoración la mínima superficie pertinente de ser intervenida con métodos conservacionistas, es decir las 19.058 hás; como costo de intervención conservacionista, utilizamos un costo medio por hectáreas en prácticas de control de erosión de \$ 83.669 a valores tabla de costos SIRSD SAG – Indap 2005. Las prácticas incluidas en la tabla de costos 2005, consideradas para esta estimación son “Cobertura de protección”, “Cero Labranza VIII región”, “Cero Labranza IX región”, “Cero Labranza Tiro animal” y “Micro terraza con escarificado”. (Ver tabla N° 47)

**Tabla N° 47: Valores considerados para la estimación de un costo medio por hectárea, de las prácticas de Conservación de suelos.**

<b>Prácticas de Conservación de Suelos subsidiables (5 Prácticas)</b>	<b>Valor medio Cont. Erosión /Há (\$)</b>
Cobertura de protección	83.400
Cero Labranza VIII	62.000
Cero Labranza IX	59.037
Cero Labranza Tiro animal	46.000
Micro terraza con escarificado	167.909
<b>Valor Medio</b>	<b>83.669</b>

Fuente: Tabla de Costos del SIRSD Sag – INDAP 2005

Luego y según lo explicado en la Metodología (3.3 letra d), la valoración se realiza según la siguiente expresión.

$$C^2 = W^2 * (He * 83.669)$$

$C^2$  = Costo a Atribuible a la norma Calidad Secundaria, asociada a presencia de indicadores de erosión.

$W^2$  = Magnitud de reducción asociada a indicadores de erosión

He = Hectáreas erosionadas pertinentes de evaluar. (del cruce gráfico entre Usos de suelo agrícola y Series de suelo de mayor susceptibilidad a la erosión)

83.669 = Costo medio por hectáreas en prácticas de control de erosión

El detalle de la valoración de costos atribuibles a la norma de calidad se presenta a continuación en la Tabla N° 48, en donde es claro que sólo en las comunas de Santa Juana, Laja, Los Ángeles, Nacimiento, Mulchén en la octava región y Los Sauces, en la novena región, son las únicas con presencia de suelos en la categoría de “Terrenos

erosionados con matorrales y praderas” sobre series de suelo con alta susceptibilidad a la erosión, asociados a tramos con indicadores de erosión que superan a lo establecido por la norma de calidad de aguas.

**Tabla N° 48: Costo atribuido la Norma de Calidad, en los tramos y comunas con indicadores de Erosión.**

Tramo	Magnitud de reducción (W <sup>2</sup> )	Comuna	Has erosionadas (He)	Costo medio por has M\$	Costo total (He * 83,669) M\$	Costo atribuido a norma (C <sup>2</sup> ) M\$
LA-TR-21	-57,20%	Los Angeles	0	83,669	0	0
		Laja	3.183	83,669	266.352	-152.353
		San Rosendo	0	83,669	0	0
		Yungay	0	83,669	0	0
		Cabrero	0	83,669	0	0
LA-TR-22	-63,20%	Los Angeles	0	83,669	0	0
		Laja	1.388	83,669	116.107	-73.380
DU-TR-11	-14,90%	Quilleco	0	83,669	0	0
DU-TR-12	-63,80%	Los Angeles	0	83,669	0	0
BU-TR-11	-28,90%	Mulchén	0	83,669	0	0
BU-TR-12	-63,90%	Mulchén	994	83,669	83.167.	-53.144
VE-TR-10	-61,90%	Traiguén	0,46	83,669	38	-24
		Los Sauces	1.454	83,669	121.655	-75.304
		Renaico	0	83,669	0	0
		Angol	0	83,669	0	0
VE-TR-20	-44,50%	Negrete	0	83,669	0	0
GU-TR-10	-35,60%	Los Angeles	630	83,669	52.711	-18.765
TA-TR-10	-47,10%	Nacimiento	7.636	83,669	638.896	-300.920
		Santa Juana	3.773	83,669	315.683	-148.688
		Angol	0	83,669	0	0
RA-TR-10	-52,60%	Los Angeles	0	83,669	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>19.059</b>		<b>1.594.611</b>	<b>-822.577</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de intersecciones coberturas de series de suelo, usos de suelos, comunas y tramos con indicadores de erosión en la cuenca del Biobío y costo medio por hectárea practicas de conservación de suelos Tabla Costos SIRSD Sag – INDAP 2005

De acuerdo a la estimación, el costo de intervención conservacionista para las hectáreas erosionadas atribuible la Norma de Calidad es de M\$ 822.577 para 5 años, luego el valor anual será de M\$164.515.

### c) Manejo de Cultivos, Fertilizantes y Pesticidas.

El abatimiento de contaminantes de fuente difusa, provenientes de insumos para la producción agropecuaria, tiene como una vía de acción, la regulación del uso de estos y como otra vía, la difusión y fomento de los principios de las Buenas Practicas Agrícolas.

De acuerdo con Cuevas y Chávez (2002), el costo en bienestar de una norma ambiental que regule el uso de plaguicidas en la cuenca del río Chillán, tendría un impacto estimado entre 15,7 y 23,1% del valor bruto de la producción agropecuaria, único estudio encontrado para el país. Luego, es posible estimar que los efectos en costos de bienestar, costos sociales, de la regulación de pesticidas y plaguicidas es de 19,4 % del valor bruto de la producción.

Tal como se indica en la Tabla N° 15 de la letra (a) del apartado 4.1.2) Caracterización y Diagnóstico de la Situación Socioeconómica de la Cuenca del Río Biobío, el sector Silvoagropecuario tiene el PIB, de MM\$ 103.716 para el año 2005. Como la relación entre PIB y VBP (valor bruto de la producción) a nivel país (B. Central, Cuentas Nacionales 1996) es de 1,72, es posible establecer que el VBP es de MM\$ 178.801.- además se sabe que de acuerdo a los usos de suelo de la cuenca la relación entre actividad agrícola y silvoagropecuaria es de 49,11 %- Dado estos antecedentes se puede establecer que el costo social de la regulación (u otras medidas) puede alcanzar MM\$ 17.035 por año. No obstante, el único parámetro que tendría relación directa con los pesticidas y plaguicidas son los AOX por el uso de organoclorados, pero éstos se encuentran prohibidos en Chile para uso agrícola. Luego, no tienen relación directa con la Norma de Calidad de Aguas, lo que permite desechar este costo para los análisis respectivos de este estudio.

Por otro lado, según lo que se indicó en Metodología (3.3 letra e) para la estimación de los costos de fomento de las Buenas Prácticas Agrícolas que abatirían los contaminantes asociados a fertilizantes; y de acuerdo a la identificación de impactos de tramos afectados, BI-TR-31, VE-TR-20 y GU-TR-10 (Tabla N° 39) correspondientes a las comunas de Quilaco, Negrete y Los Ángeles, se realiza el cálculo descrito en la expresión siguiente:

$$C^3 = W^3 * [(E_x * V_y) * 1,03]$$

$C^3$  = Costo Atribuible a la norma Calidad Secundaria, asociada a actividad agrícola que evidencia presencia de contaminantes por fertilizantes.

$W^3$  = Magnitud de reducción atribuible a la actividad agrícola que evidencian la presencia de residuos de contaminantes originados en fertilizantes y pesticidas.

$E_x$  = Explotaciones a tratar, que será la diferencia entre el n° potencial de explotaciones (5% del universo de cada estrato) y el n° real de explotaciones que actualmente participan de estos programas de apoyo.

$V_y$  = Valor anual subsidio en UF al 31/12/2005, correspondiente a INDAP o CORFO, según estrato asociado.

1,03 = Costo total de subsidio, adicionando un 3% como costo de administración para la institución correspondiente.

La información sobre el número real de explotaciones que actualmente cuentan con subsidio, fue otorgada por funcionarios de las instituciones pertinentes (INDAP, CORFO), en tanto el valor de los subsidios es institucional y corresponde para INDAP de 15 UF y para CORFO de 71,5 UF por explotación (que corresponde al 50% del valor total del “Instrumento de Fomento a la Calidad – Buenas Prácticas Agrícolas” desagregado en 7,5 UF en evaluación inicial, más 57,5 en la implementación y finalmente 6,5 UF en el proceso de verificación). Se designa un supuesto de gasto administrativo del 3%, que es aproximadamente en lo que incurren estas instituciones.

Se establece el supuesto de realizar la focalización de recursos para la difusión y fomento de las Buenas Prácticas Agrícolas considerando como sujetos de atención anual al 5% anual del universo de cada estrato. Estos instrumentos de apoyo operan actualmente bajo una lógica de demanda por parte de los productores. Además en la difusión tecnológica en el medio rural, existe un efecto imitación importante, así, es razonable estimar que trabajando el 25% de cada universo, es posible llegar a un 75% de los productores (efecto difusión 1:2), por lo cual este 25% se llevará a cabo en un plazo de 5 años, horizonte de asignación de este costo.

El detalle de la información se presenta a continuación, en la Tabla N° 49.

**Tabla N° 49: Estimación del valor anual de subsidios aplicados al fomento de las Buenas Practicas Agrícolas, a través de los subsidios disponibles INDAP y CORFO.**

Comuna asociada	N° Explotac. Agrícolas	N° Explotaciones Potenciales a Asistencia técnica.(5% anual)	N° Explotaciones reales en Asistencia técnica.	Valor anual subsidio (UF)	Costo Anual Subsidios BPA UF	Costo en Subsidio en M\$	Costo Administración (3%) M\$	TOTAL ANUAL M\$	Magnitud de reducción (W <sup>3</sup> )	Costo Total Asociado a Norma Calidad de Agua
Quilaco										
INDAP Explotac <12 HRB (1)	247	12	1	15	165	2.966	89	3.055	-42,60%	-1.301
CORFO Explotac >12 HRB (1)	20	1	0	71,5	72	1.285	39	1.324		-564
Negrete										
INDAP Explotac <12 HRB (1)	306	15	0	15	225	4.044	121	4.166	-47,00%	-1.958
CORFO Explotac >12 HRB (1)	89	4	1	71,5	215	3.856	116	3.971		-1.866
Los Ángeles										
INDAP Explotac <12 HRB (1)	2655	132	24	15	1.620	29.119	874	29.993	-26,10%	-7.828
CORFO Explotac >12 HRB (1)	754	37	5	71,5	2.288	41.126	1.234	42.360		-11.056
<b>COSTO TOTAL</b>										<b>-24.574</b>

Fuente: Clasificación de las Explotaciones Agrícolas Del VI Censo Nacional Agropecuario Según Tipo De Productor y Localización Geográfica. ODEPA, Documento De Trabajo N° 5, enero 2000  
 Información Personal Sr. Ricardo García INDAP VIII Región y Sr. Fernando Castro, CORFO VIII Región.  
 Valor UF = 17.974,81 al 31/12/2005.

De acuerdo a la estimación del valor anual de subsidios aplicados al fomento de las Buenas Practicas Agrícolas, en las comunas de Quilaco, Negrete y Los Ángeles con actividad agrícola, y que se le atribuyen magnitudes de reducción por la Norma de Calidad de Aguas Secundaria, se obtiene un valor anual de M\$ 24.574 (pesos de 31/12/2005), de los que 45% corresponderían al presupuesto de INDAP y 55% al presupuesto de CORFO. Luego, el valor total de fomento de Buenas Prácticas Agrícolas en 5 años será de M\$ 122.869.

#### 4.3.2) Dificultades para la Valoración de los Servicios Ambientales de la Calidad de Aguas.

No existen estudios previos de valoración de los beneficios del mejoramiento de recursos. Solo es posible encontrar valoraciones “productivistas” del mejoramiento de los recursos como el agua, es decir aquellas relacionadas con el mejoramiento de precios por adecuación a los mercados.

De todas maneras ha sido posible entender que la presión de mercados extranjeros respecto de los residuos en los productos silvoagropecuarios se realizan independientemente de la existencia o no de la Norma de calidad de aguas superficiales. Luego, los beneficios ligados a los mercados demandantes de productos agrícolas, no son atribuibles a esta norma.

Luego, se estima y recomienda realizar los estudios relacionados con la cuantificación de los beneficios del recurso hídrico a calidad natural en las actividades económicas relevantes, estudio de largo aliento.

#### **4.4) Evaluación Costo-Beneficio de la Norma Calidad Aguas Río Biobío en el Sector Silvoagropecuario.**

##### **4.4.1) Flujo de Caja**

Conocidos los valores de costos pertinentes a la aplicación de la norma, se construyó una tabla correspondiente a la evaluación económica privada y social (Tabla N° 50, la cual contiene los flujos de costos de los Programas de Buenas Prácticas Agrícolas, en Lechería y Conservación de Suelos. Estos contemplan una duración máxima de 5 años, plazo en el cual se estima que se cumpliría con los objetivos de cada uno de ellos. A su vez, con respecto a la inversión de M\$ 108.360 en el manejo de purines, se consideró para el año final del horizonte de evaluación, un valor residual ascendiente a M\$ 10.836, que es exactamente el 10% de esta inversión.

Para el caso de los beneficios considerados en la evaluación, se puede observar en la tabla ya mencionada anteriormente que no se incorporaron cifras para la valoración de los servicios ambientales proporcionados por el recurso hídrico. Esto se debe principalmente a la inexistencia de estudios de valoración económica de beneficios del mejoramiento de la calidad de aguas de la cuenca u otras, tales como la valoración de tierras aledañas, turismo rural, calidad de aguas de riego, caudal ecológico y reducción de riesgos de enfermedades vinculadas al contacto con el agua.

Por otro lado, la ausencia de investigaciones relacionadas con los beneficios económicos obtenidos de la implementación de un programa de buenas prácticas, tanto agrícolas como lecheras, no permiten obtener aproximaciones de estos valores en la tabla N° 50. No obstante, se contemplaron como beneficios en la evaluación el mínimo de ahorro de costos en fertilización de praderas, cuyos ítemes de costos fueron explicados en la sección anterior.

Con respecto a la estimación de los costos de monitoreo, se estimó un valor anual de M\$ 377, el cual corresponde al 8,2% del costo total anual de éste que es atribuible al sector silvoagropecuario de la cuenca (Para mayor detalle del costo total anual de monitoreo, véase el Anexo N° 29). Asimismo, en esta evaluación no se incluyeron costos fiscalización, puesto que debido a la naturaleza de las emisiones del sector silvoagropecuario, las cuales generan una contaminación difusa en toda el área pertinente de la cuenca, entonces costos de fiscalización no son atribuibles a esta opción. Por consiguiente, estos costos están incorporados como costos de administración en los programas sugeridos.

##### **4.4.2) Indicadores de Rentabilidad.**

La Evaluación socioeconómica llevada a cabo se concluye a través del indicador VAN social para el sector Económico Silvoagropecuario asciende a M\$ -335.711, por lo que podemos inferir que ésta corresponde al mayor costo y/o el menor beneficio atribuible a la implementación de esta norma, ya que los beneficios no valorados deben disminuir necesariamente esta cifra. Este beneficio favorece tanto al sector privado como a la sociedad presente y futura.

**Tabla N° 50: Flujo de fondos sociales de la aplicación del anteproyecto de norma de calidad de aguas en el sector silvoagropecuario en la cuenca del Biobio (m\$ dic/05)**

N°	ITEMS/AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	MANEJO DE PURINES INVERSIÓN	-108.360										-10.836
2	FLUJO NETO DE PURINES		23.397	23.397	23.397	23.397	23.397	23.397	23.397	23.397	23.397	23.397
3	PROG. BUENAS PRACTICAS LECHERIAS.		-27.168	-27.168	-27.168	-27.168	-27.168					
4	PROGRAMA CONSERVACIÓN SUELOS.		-164.515	-164.515	-164.515	-164.515	-164.515					
5	PROG. BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS.		-24.574	-24.574	-24.574	-24.574	-24.574					
6	BENEFICIOS BUENAS PRACTICAS LECHERIAS											
7	BENEFICIOS BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS											
8	BENEFICIOS VALORACIÓN TIERRAS ALEDAÑAS.											
9	BENEFICIOS TURISMO RURAL.											
10	BENEFICIOS MEJORAMIENTO CALIDAD AGUA RIEGO											
11	BENEFICIOS MEJORAMIENTO CAUDAL ECOLÓGICO											
12	BENEFICIOS REDUCCION RIESGOS ENFERMEDADES											
13	COSTOS DE MONITOREO. (8,2%)		-377	-377	-377	-377	-377	-377	-377	-377	-377	-377
14	<b>FLUJO NETO.</b>	-108.360	-193.237	-193.237	-193.237	-193.237	-193.237	23.020	23.020	23.020	23.020	12.184

**VAN SOCIAL (8%) M\$**

**-335.711**

## V) CONCLUSIONES

- El río Biobío, principal cauce de la cuenca hidrográfica del mismo nombre, constituye la fuente primordial de agua potable para gran parte de las comunas que se ubican a lo largo de él, como son por ejemplo, de mayor a menor población: Concepción, San Pedro de la Paz, Santa Juana, Hualqui, etc. Por otra parte, una de las subcuencas principales, la del Laja, constituye una de las principales fuentes de abastecimiento para las centrales hidroeléctricas, tales como; Abanico, El Toro, Antuco y Rucué
- Con respecto a los **usos de suelo** que se presentan en la cuenca del Biobío, predominan mayoritariamente los forestales con más del 60%, principalmente en lo referente a plantaciones forestales y bosque nativo, y que sólo un 2,79% de los terrenos de la cuenca presentan actividad agrícola con riego, localizados en valles regados entre Los Angeles y Renaico, existiendo en estas zonas por tanto una relación más directa entre el uso del suelo y calidad del agua.
- Del total de las **capacidades de usos de suelo** que se presentan en la cuenca del río Biobío, se identifica que aproximadamente poco más del 70% corresponde a suelos no arables, un 19,14% a suelos arables y un 6,62% a suelos de riego.
- Las **series de suelo** reconocidas en áreas de interés agrícola, sobre más del 80% de la superficie de cuenca del Biobío, corresponden a las series San Esteban, Santa Barbara, Collipulli y Coreo
- Dentro de la cuenca del río Biobío participan un total de 31 comunas, de las cuales 22 pertenecen a la región del Biobío y 9 a la región de La Araucanía.
- En lo referente al **análisis de la situación social** se encontró que las 8 comunas con el mayor nivel de ingresos de la cuenca se encuentran en la octava región, en cambio, las 7 comunas con los menores ingresos, con excepción de Quilaco, pertenecen a la novena región de la Araucanía. Asimismo, en la cuenca las probabilidades de ser pobre son altamente variables debido a la alta heterogeneidad existente entre las comunas.
- El aporte que proporciona el **sector silvoagropecuario** al PIB de la cuenca del Biobío alcanza a 103.716 (M.M\$ al 2005), con una participación de este sector de un 10,06%, en tanto el porcentaje de superficie de uso de suelo vinculada a este sector alcanza alrededor de 89,92% correspondiente a 2.169.750 (ha).
- Como impacto en el **sector silvoagropecuario**, principalmente en la actividad ganadera a través de la producción lechera, se identificó la emisión de purines y fecas de animales como la fuente de contaminación más relevante, donde los tramos del río Biobío potencialmente afectados y que se asocian a dicha fuente son BI-TR-33 donde se ubica las comunas de Santa Bárbara y Alto Biobío, BU-TR-11 asociado a la comuna de Mulchén, BU-TR-12 asociado ala comuna de Mulchén y Los Angeles, GU-TR-10 y RA-TR-10 asociado a Los Angeles. Asimismo, como segunda fuente, se encontraron los riesgos de erosión y de excesiva infiltración de los suelos, asociados a las características físicas y mineralógicas de las series de suelos presentes en la cuenca del Biobío. Luego se identifican contaminantes por fertilizantes provenientes de insumos para la producción agropecuaria. Por su parte, el factor “Canales de regadío” como fuente de contaminantes, finalmente fue descartado, por constituir sólo una vía de transporte de los eventuales contaminantes., de igual modo se realiza la identificación de canales de riego relevantes para la cuenca del Biobío.
- De los impactos identificados en el sector silvoagropecuario, es posible intervenir en dos ámbitos de accionar para las actividades que generan emisiones orgánicas de purines, a saber: **el manejo de los purines** (ejercicio realizado a través de una tecnología de laguna purinera) y el **desarrollo de las mejores prácticas asociadas a su manejo**, que permitan asegurar que la emisión al medio ambiente de éstos

*Proyecto: Análisis General del Impacto Económico de la Norma Secundaria de Calidad Aguas del río Biobío en el Sector Silvoagropecuario.*

*Centro EULA-Chile Universidad de Concepción*

*Enero 2006*



residuos sea mínima o cercana a cero. En la situación del abatimiento de parámetros con indicadores de erosión se recomienda como medida el **Programa de Conservación de Suelo**, y con respecto a contaminación proveniente de insumos para la producción agropecuaria se recomienda el uso de **Buenas Prácticas Agrícolas**.

- Conocidos los valores de costos pertinentes a la aplicación de la norma, se construyó un **Flujo de Caja** correspondiente a la evaluación económica-social, la cual contiene los flujos de costos de los Programas de Buenas Prácticas Agrícolas, en Lechería y Conservación de Suelos. Estos contemplan una duración máxima de 5 años, plazo en el cual se estima que se cumpliría con los objetivos de cada uno de ellos.
- La Evaluación socioeconómica llevada a cabo se concluye a través del **indicador de rentabilidad** VAN social para el sector Silvoagropecuario, este indicador es de M\$ -335.711, por lo que podemos inferir que es el mayor costo y/o el menor beneficio atribuible a la implementación de esta norma, producto que los beneficios no pudieron ser valorados, dado que no existen estudios previos sobre **valoración de los beneficios del mejoramiento del recursos agua**, sólo es posible encontrar valoraciones “productivistas” del mejoramiento de este recurso, es decir aquellas relacionadas con el mejoramiento de precios por adecuación a los mercados. Sin lugar a dudas este beneficio, no calculado para este estudio, favorece tanto al sector privado como a la sociedad en su conjunto, contribuyendo a las mejoras sustentables del medio ambiente que beneficia tanto a las generaciones presentes como futuras.
- Luego de haber realizado el Análisis General del Impacto Económico Social (AGIES), es posible afirmar que la norma de calidad de aguas es bastante restrictiva, sobre todo para la situación actual, en que según los análisis de los parámetros contemplados para la norma, fueron detectados en estado de alteración ya sean saturados o en latencia más del 50% de ellos, lo cual es un impedimento para la producción, esto a la vez afecta el valor agregado con que puede contribuir la zona perteneciente a la cuenca del río Biobío al desarrollo económico y por consecuencia social.
- Los principales resultados encontrados en esta investigación permiten concluir que no se alcanzó plenamente el objetivo central de la misma, debido principalmente a la dificultad para valorizar los beneficios ambientales de la norma de calidad, y a la ausencia de estudios en la cuenca del río Biobío que facilitaran una guía metodológica para su determinación.
- **ESTUDIOS FUTUROS**. En consecuencia, se proponen nuevas investigaciones para la valoración de todos los servicios ambientales que permitan definir con mayor precisión los beneficios económicos derivado de la implementación de este tipo de normas en la cuenca del río Biobío, entre las que se pueden mencionar los siguientes estudios:
  - Identificación y valoración de los beneficios por las buenas prácticas lecheras
  - Identificación y valoración de los beneficios por buenas prácticas agrícolas
  - Identificación y valoración de tierras alledañas
  - Identificación y valoración de beneficios mejoramiento calidad agua riego
  - Identificación y valoración de beneficios mejoramiento caudal ecológico
  - Identificación y valoración de beneficios por reducción de riesgos de enfermedades
  - Identificación y valoración de beneficios específicos por servicios ambientales del río.
  - Diagnóstico de los impactos que ocasiona la actividad silvoagropecuaria al ambiente.
  - Cuantificación del impacto de las lecherías en los Coliformes, Nitrito, Nitrato y Amonio.
  - Estudio de magnitud de la contaminación de las napas e infiltración hacia los ríos, desde los suelos arenosos, principalmente series Arenales y Coreo.
  - Análisis de contaminantes que afectan la calidad de las aguas para riego dentro de los canales de regadío.

## **VI) ANEXOS**