

Informe Final
“Análisis General del Impacto Económico Social
de la Norma Secundaria de Calidad de Aguas
del Río Aysén en el sector Agropecuario y
otras actividades económicas.”

Antonio Tironi S.
Alejandro Ramírez S.
Matthew M. Yarrow

Santiago, 3 de Febrero de 2006

1 ANÁLISIS INICIAL	3
CARACTERIZACIONES PRELIMINARES.....	3
1.1 Caracterización general del área de estudio.....	3
1.1.1 Descripción general de la cuenca.....	3
<i>Geomorfología</i>	6
<i>Clima</i>	6
<i>Regimenes fluviales</i>	6
<i>Suelos</i>	7
<i>Uso del Suelo</i>	10
1.2 Caracterización Económica-Social.	11
1.2.1 Evolución económica reciente	11
1.2.2 Proyecciones sectoriales	16
<i>PESCA</i>	16
<i>TURISMO</i>	17
<i>SILVICULTURA</i>	20
<i>GANADERIA</i>	20
<i>MINERIA</i>	22
1.3. Caracterización general del problema de calidad de aguas de la Cuenca.	23
1.3.1 Calidad de las aguas continentales superficiales de la Cuenca del Río Aysén. ...	23
1.3.2 Impacto de las actividades humanas en la calidad del agua	24
1.3.3 Usos del agua.....	24
1.3.4 Descargas	25
1.3.5 Fuentes difusas de contaminación	26
1.3.6 Tendencias.....	27
1.4 Parámetros relacionados con la contaminación difusa.....	29
2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.	31
2.1 Estrategia general de desarrollo de la cuenca.....	31
2.2 Estrategias sectoriales de desarrollo en la cuenca.	32
3 ANÁLISIS ESTRATÉGICO – ECONÓMICO.....	33
3.1 Modelo de Grillas	34
3.1.1 Vulnerabilidad Ambiental.....	34
3.1.2 Jerarquización Socio-Económica	34
3.1.3 Impacto Ambiental	35
<i>INDUSTRIA</i>	36
<i>MINERIA</i>	37
<i>PESCA</i>	38
<i>AGRICULTURA</i>	39
<i>GANADERIA</i>	40
<i>SILVICULTURA</i>	42
Impacto Ambiental Total.....	43
3.1.4 Impacto de la Aplicación de la Norma.....	44
3.2 Escenarios de Desarrollo	48
3.2.1 Crecimiento Medio, Coef. I/A Actual.	49
3.2.2 Crecimiento Óptimo, Coef. I/A Actual.....	50

3.2.3 Crecimiento Medio, Coef. I/A reducido.....	51
3.2.4 Crecimiento Óptimo, Coef. I/A reducido	52

4 BIBLIOGRAFÍA.....	53
---------------------	----

1 Análisis Inicial

CARACTERIZACIONES PRELIMINARES.

1.1 Caracterización general del área de estudio.

1.1.1 Descripción general de la cuenca

La cuenca del Río de Aysén abarca 11.456 Km². La cuenca incluye varias subcuencas dentro de la cuenca, incluyendo: Río Aysén, Río Mañihuales, Río Ñirehuao, Río Emperador Guillermo, Río Simpson, Río Claro, Río Oscuro, Río Blanco Chico, Río Blanco Este, Río Blanco Oeste, Río Coyhaique, Río Claro, Río Pollux, Río Huemules (Figura 1-1). De la confluencia del río Simpson con el río Mañihuales, nace el río Aysén. Este Río tiene un largo de 32 Km. antes de su desembocadura al Fiordo de Aysén, y recibe como afluentes al río Los Palos y el río Blanco Oeste, que escurre de sur a norte y recibe en su última porción al río Desagüe Lago Riesco (CADE-IDEPE 2004).

La heterogeneidad de la cuenca es vista en el número y configuración de ecorregiones (Figura 1-2). Dos factores subyacen los regimenes fluviales de los ríos y la adecuación de las subcuencas a ciertas actividades productivas: la geomorfología y las precipitaciones. Estos son relacionados y presentan patrones espaciales similares. Ambos factores presentan cambios cualitativos importantes (gradientes) desde el oeste hacia la frontera con Argentina.

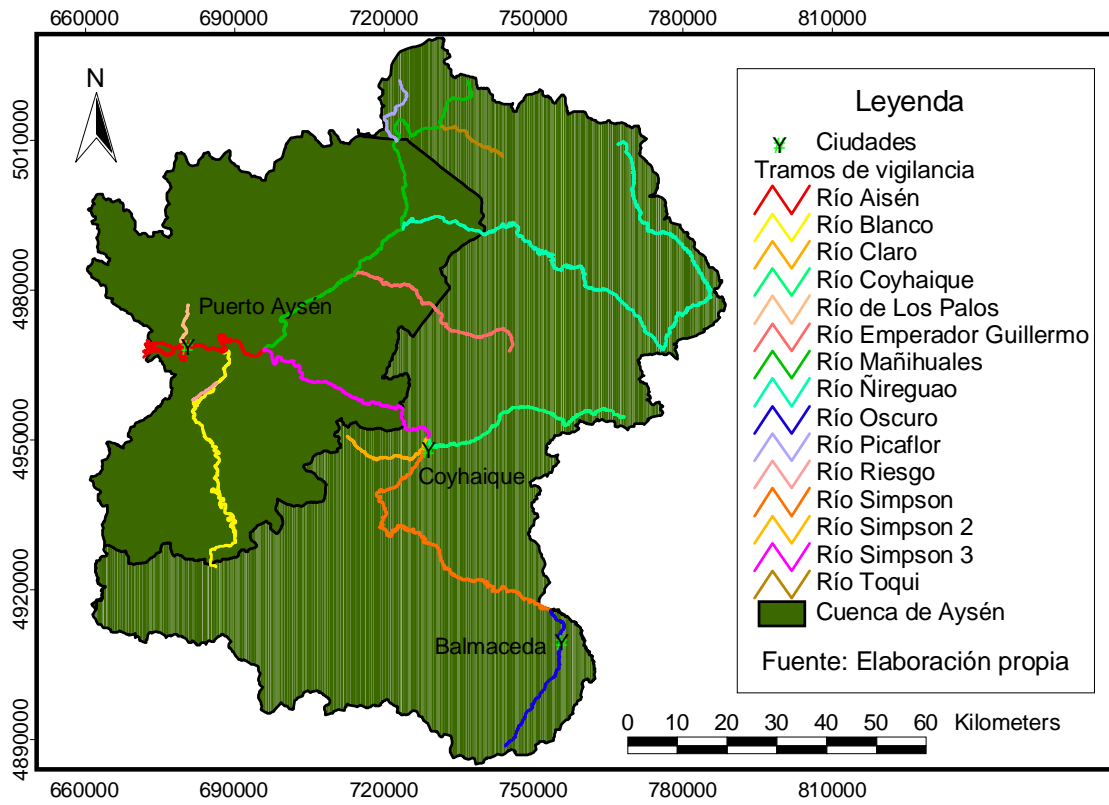


Figure 1.1.1: Los tramos de vigilancia en los ríos principales de la cuenca de Aysén

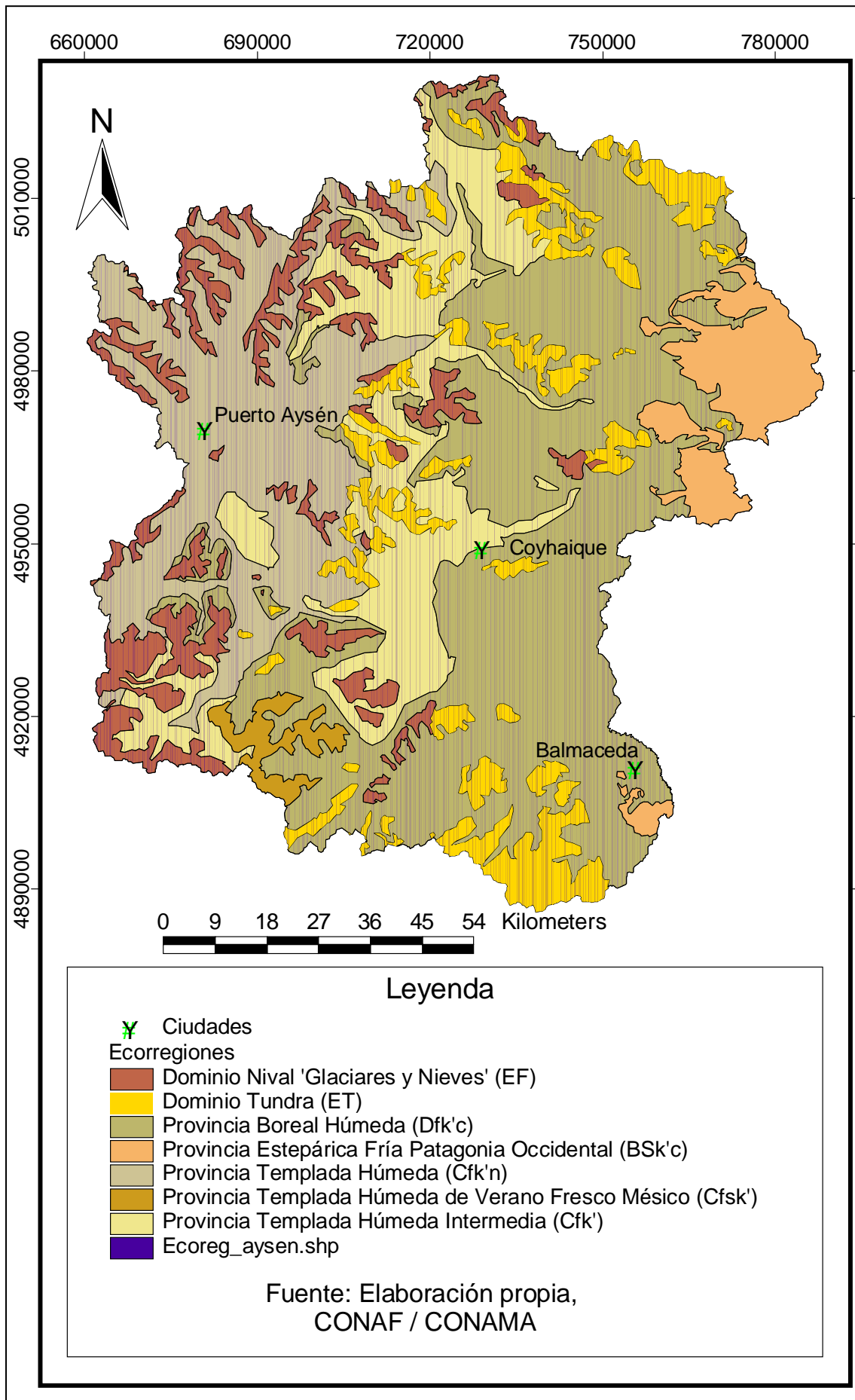


Figura 1.1.2. Mapa de las ecorregiones en la cuenca del Río Aysén

Geomorfología

La cuenca del río Aysén se ubica en una zona sometida a una tectónica de hundimiento a escala geológica. El resultado se ve en la variada zona costera de la XI región con numerosos fiordos y canales. Debido a este hundimiento, la cuenca de Aysén atraviesa la cordillera de Los Andes e incluye sectores al este de la cordillera que presentan un aspecto más abierto y plano. Periodos prolongados de glaciación han dado a la zona oeste de la cuenca su forma característica: valles relativamente estrechos de laderas empinados. Las cadenas o bloques de montañas entre los valles principales tienen un relieve muy marcado. Como resultado de esto, los valles representan los corredores principales de transportación, comunicación, y los sitios de mayor desarrollo productivo. Dentro de la cuenca los subsistemas hidrográficos se orientan en dos sentidos: (1) Este – Oeste como en el caso de los ríos Simpson y Aysén y (2) Norte – Sur como los ríos Mañihuales y Blanco.

Clima

La Cordillera de Los Andes intercepta los vientos oceánicos del oeste y como resultado la vertiente occidental de la cordillera recibe abundantes precipitaciones todo el año. En el sector costero de la cuenca, alrededor de Puerto Aysén, las precipitaciones promedios anuales fluctúan entre los 3.000 y 4.000 mm. Las temperaturas son muy bajas con una media anual de 8 a 9°C; las diferencias estacionales son reducidas. El sector centro-este de la cuenca, representado por Coyhaique y Valle Simpson, está influenciado por el clima de estepa fría que se presenta en la vertiente oriental de los Andes de la XI región. El efecto de la ‘sombra de lluvia’ tiene un rol importante en este sector, y los valores de las precipitaciones anuales bajan desde 1.385 mm en Coyhaique hasta 400-600 mm anuales en la frontera con Argentina. Las temperaturas medias fluctúan entre 12° y 14°C en enero y baja entre 2° y 3°C en julio. Existen unos sectores adyacentes a la frontera con Argentina que son considerados estepa fría, mostrando una temperatura media anual de de 5°-6°C, y inviernos muy helados con la temperatura alrededor de -10°C. En los sectores más fríos de la estepa, el período de receso vegetativo puede superar los nueve meses por año.

Regímenes fluviales

Las subcuencas del río Aysén presentan un régimen pluvio-nival, dentro del cual se pueden distinguir tres sub-categorías. Estas fueron designados como parte del estudio “Diagnóstico y Clasificación De Los Cursos y Cuerpos De Agua Según Objetivos De Calidad” realizado por CADE-IDEPE para la DGA en la cuenca de Aysén: (1) El régimen mixto nivo-pluvial de cauces trasandinos: En este grupo, el caudal provocado por los deshielos es considerablemente más grande que el provocado por precipitaciones. Un ejemplo de este régimen sería Coyhaique en Tejas Verdes, con una precipitación media anual de aproximadamente 700 mm; (2) El régimen mixto nivo - pluvial: Este grupo tiene un componente pluvial mucho más marcado que en las estaciones ubicadas en la región trasandina, ya que la precipitación en la zona oeste de la cuenca es mucho más alta. La precipitación media anual es del orden de los 3.500 mm; (3) El régimen nivo - pluvial regulado por lagos y glaciares: El río Blanco es el único dentro de esta clasificación. En su hoya existen 10 lagos de consideración, lo cual produce un aumento de los caudales en época de estiaje y una disminución en los periodos de deshielos y mayores precipitaciones. Además en esta subcuenca se encuentra parte del glaciar de Huemules y una serie de cumbres con hielos eternos, que disminuyen la variación

de los caudales de deshielo de año a año.

Suelos

Los suelos de tipo volcánico son muy comunes en la cuenca del río de Aysén. Frecuentemente estos suelos se ubican en áreas de pendiente fuerte; se caracterizan por tener una textura gruesa (arenosa franca a muy arenosa), ser marcadamente estratificados, con bajos niveles de fertilidad y baja retención de humedad. En ciertos sectores de la cuenca de Aysén, como los alrededores de Puerto Aysén y Balmaceda, existen suelos más arcillosos con baja permeabilidad y altos coeficientes de escorrentía (CADE-IDEPE 2004). A continuación se describe algunos antecedentes de los suelos por Ecorregión en la cuenca de Aysén.

Ecorregión Templada Húmeda

Los suelos son mayormente derivados de cenizas volcánicas (origen eólico) y por lo tanto comparten pocas características químicas con la roca madre. La glaciación ha tenido un rol importante en la formación de valles profundos, y algunas formaciones de suelos contienen remanentes morrénicos. Estos suelos tienen texturas superficiales livianas (arenosos, areno francosas y franco arenosas). Frecuentemente tienen un pH bajo (promedios están en el rango de 4,49 y 5,19), con baja suma de bases, y elevada saturación de aluminio. En las laderas de los cerros los suelos son delgados (inferiores a 50cm de profundidad) y muy vulnerables a la erosión. Los deslizamientos no son infrecuentes y el resultado es que los valles presentan varios depósitos coluviales. En los fondos de los valles, existen numerosos sitios denominados mallines, que frecuentemente presentan serios problemas de drenaje. En general, la alta pluviosidad de esta Ecorregión significa que los suelos son muy lavados, casi permanentemente saturados, y con una acumulación de materia orgánica notable (Cruces P., Ahumada M., y Cerda J. 1999, Guía de Condición para los Pastizales).

Ecorregión Templada Intermedia

Los suelos son principalmente compuestos de cenizas volcánicas depositados sobre un paisaje más abierto que la Ecorregión Templada Húmeda, pero con una influencia glacial importante. Debido a esto, remanentes morrénicos son comunes en esta región. Las capas subsuperficiales presentan arenas fluvio-glaciales y roca fragmentada. Las capas superficiales suelen ser de textura liviana (arenosa, areno francosas y franco arenosas), y en depresiones pueden tener estratas con texturas medias a finas. Las depresiones tienden a recibir escorrentía de sectores aledaños y pueden desarrollar un horizonte gley, característico de inundaciones frecuentes.

Ecorregión Boreal Húmeda

Como las otras ecorregiones, los suelos de la Ecorregión boreal presentan suelos de origen volcánico. Además procesos fluvio-glaciales han jugado un rol en la formación de estos suelos, y se encuentran remanentes morrénicos y planos deposicionales. Hay algunos suelos que han formado de la roca base, pero son relativamente nuevos y delgados. En sectores altos, los suelos son delgados e incipientes y la cobertura boscosa tiene un rol protector. En sectores de altura media, los suelos presentan un mayor desarrollo con texturas medias a moderadamente fina (limosos, franco arcillo arenosos, etc.). En sectores bajos, los suelos suelen ser de mal drenaje y corresponden a mallines, con una cubierta vegetal tipo hidrófilo (Cruces P., Ahumada M., Cerda J., Silva F. 1999, Guía de

Condición para los Pastizales).

Ecorregión	Tipo de Pradera	% arena (promedio±Dstd) (Numero de muestras)	N-NO3 ppm (Prom±Dstd) (N)	P (ppm) (Prom±Dstd) (N)	S-SO4 (ppm) (Prom±Dstd) (N)
Templada húmeda	Terraza con pradera húmeda	84,4 ± 6,9 (6)	98,0 ± 72,9 (22)	7,0 ± 3,4 (22)	
	Terraza Silvopastoral	69,6 ± 21,4 (6)	35,5 ± 73,9 (11)	2,5 ± 11,65 (11)	
Templada Intermedia	Terraza con pradera	69,6 ± 17,9 (15)	60,7 ± 44,8 (17)	11,38 ± 6,7 (17)	
	Terraza Silvopastoral	77,5 ± 14,8 (3)	189,1 ± 209,8 (17)	10,3 ± 5,8 (17)	
Boreal Húmeda	Terraza con pradera	91,7 ± 5,8 (7)	122,9 ± 91,9 (8)	12,1 ± 8,4 (8)	20,6 ± 86,2 (8)
	Terraza Silvopastoral	89,9 ± 16,2 (10)	49,0 ± 40,5 (10)	8,3 ± 4,2 (10)	18,2 ± 1,4 (8)

Tabla 1.1: Comparación de los Suelos de Pastizales para diferentes Ecorregiones: Contenido de arena, N-NO3, P (Fuente: SAG, Guías de Condición para los Pastizales)

Ecorregión Estepa Fría

Los suelos encontrados en esta Ecorregión se componen principalmente de material de origen fluvio-glacial mezclados con piroclastitas. Son suelos delgados, de estructuras gruesas a medias. En general, esta región presenta el relieve más suave de la cuenca y varios sectores presentan una susceptibilidad a la erosión eólica (IREN 1979)

La composición química de los suelos de la cuenca de Aysén es variable (ver Tabla 1). Sin embargo, la deposición de nutrientes por lluvia es muy baja, y los suelos que son vulnerables a la erosión o lixiviación suelen perder su fertilidad con el uso agropecuario intensivo (Oyarzun et al. 2004). En la Ecorregión templada intermedia, el nivel de azufre es bajo, mientras los niveles de fósforo son muy variables. Los suelos de la Ecorregión templada húmeda son ácidos, lo que disminuye la disponibilidad de fósforo para la vegetación. Además estos suelos tienen bajos niveles de calcio intercambiable (Scheu R., Ahumada M., Cerda J., Silva F. y Cruces P. 1998).

La erosión en la cuenca de Aysén es una amenaza considerable a la fertilidad y conservación de los suelos (SAG-Región De Aysén 2004). Las pendientes fuertes y la copiosa lluvia de la vertiente occidental potencian deslizamientos aguas abajo y contribuyen a la escorrentía superficial. En la zona de estepa fría, la erosión eólica representa un problema persistente. La erosión del suelo tiene un rol importante en el transporte de sedimentos, nitrógeno, coliformes fecales, sulfato y fósforo a los cursos de aguas (Sharpley 2005). Por lo tanto, la erosión podría tener un impacto ambiental negativo sobre la calidad de agua. En ciertos sectores de la cuenca, por ejemplo la subcuenca del río Emperador Guillermo, la erosión ha llegado a ser

preocupante. En muchos casos, suelos originalmente delgados han sido negativamente afectados por la quema de bosques y el sobrepastoreo de praderas (SAG-Región de Aysén 2004).

1. **Desertificación:** proceso global, debido al cambio climático y a las quemas descontroladas, que causan la erosión de los suelos.
2. **Erosión:** en algunos casos ya irreversible, debido, principalmente, al uso de sitios no aptos, por falta de ordenamiento predial; también está condicionado por el proceso de desertificación y el sobrepastoreo.
3. **Sobrepastoreo:** tanto por excesivas como por mala distribución de las cargas animales, debido a la falta de rotación y ausencia de prácticas de rezago y remanente; esto se produce porque se desconoce el potencial real del predio, el apotreramiento es escaso o desordenado y falta capacitación en manejo sustentable.
4. **Inadecuado y/o carente manejo fitosanitario:** no existe control integrado de plagas, enfermedades y malezas así como de predadores silvestres.
5. **Baja fertilidad del suelo:** por el estilo extractivo sin reposición, relacionado a la escasa o nula reposición de nutrientes y el descuido de la pradera, debido a la falta regeneración y fertilización de éstas.

Fuente: SAG Aysén, *Transferencia De Ordenamiento Predial En Áreas Pilotos. (2004)*

Figura 1.1.3: Problemas actuales para el manejo de pastizales en la cuenca de Aysén

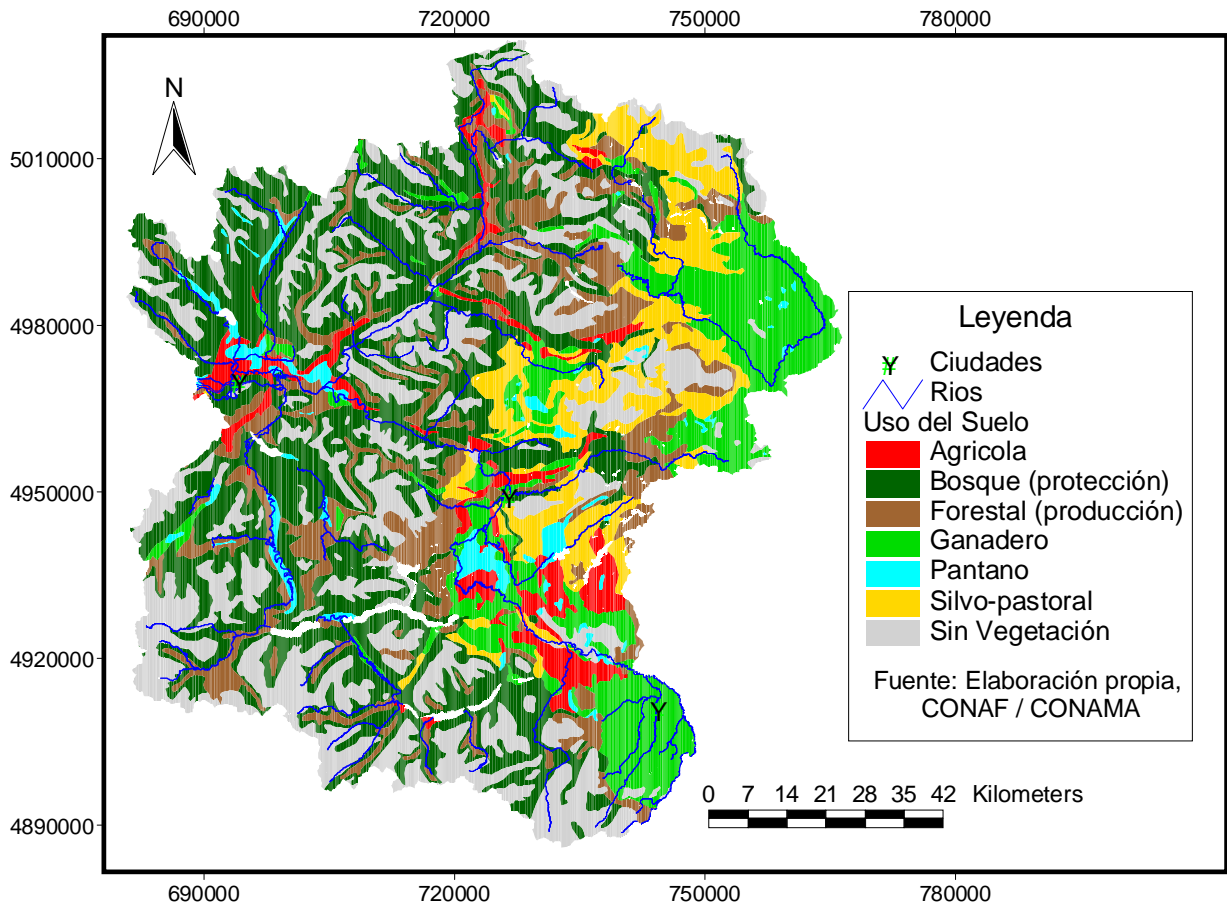


Figura 1.1.4. Usos del Suelo en la Cuenca de Aysén

Uso del Suelo

Según las coberturas de SIG provenientes del Catastro del Bosque Nativo del año 1997, un 46,6% de la cuenca del río Aysén corresponde a bosques. Praderas representan un 29.3% de la superficie de la cuenca; áreas sin vegetación y de glaciares o nieves componen un 21,3% de la cuenca. Áreas relativamente menores están cubiertas por cuerpos de agua (1,6%), humedales (1,2%), áreas urbana (0,1%), y tierras agrícolas (0,1%). Este patrón es representado en la Figura 1.1.4. Las seis áreas del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE) cubren un 13,5% de la superficie de la cuenca. Una franja de vegetación de 100m a ambos lados de cada ribera fue establecida en la Ley de Bosques. En los corredores de prioridad turística, el Decreto Ley 146 del 11 de julio de 1974 establece franjas de protección entre 600 y 800m de cada ribera. Usando la cobertura SIG del Catastro del Bosque Nativo, se calculó los tipos de cobertura vegetal dentro de una franja de 500m de los ríos de la cuenca de Aysén (Figura 1-5). Es evidente que las praderas perennes corresponden a la cobertura más común dentro de una franja de 500m. Esto indica que las praderas, usadas principalmente para la actividad ganadera, están sobre representadas en los sectores ribereños de la cuenca. Para el caso de la Estepa Patagónica, es necesario aclarar que si bien aparece en 4° lugar con mas de 10000 hectáreas, su distribución se concentra

principalmente en el sector oriental de la cuenca, específicamente en las cuencas del Río Ñirehuao y Oscuro.

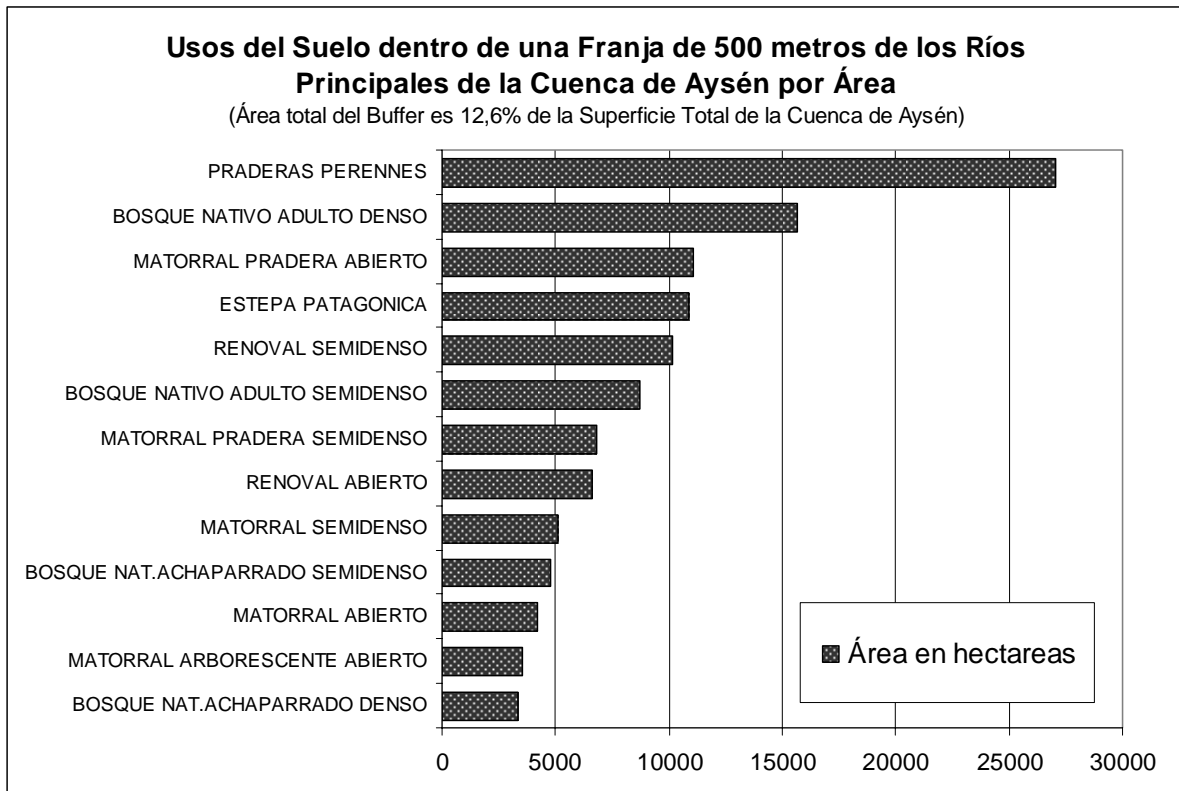


Figura 1.1.5 Usos del Suelo dentro de una franja de 500m de los río principales

1.2 Caracterización Económica-Social.

1.2.1 Evolución económica reciente

Desde el punto de vista de la economía regional y en una mirada a largo plazo, se puede señalar que la característica principal de la evolución de la actividad regional ha sido el cambio desde una economía basada en la actividad silvoagropecuaria a una basada en la actividad pesquero-acuícola. Esta tendencia puede observarse en la figura 1.2.1, donde la actividad pesquera muestra una participación en el PIB regional cercana al 25%. Otro aspecto notable es la importancia de los servicios y las actividades de transporte que se pueden relacionar con los requerimientos crecientes de la actividad acuícola. Por otro lado, el comercio, restaurantes y hoteles tienen una participación relativamente importante en el PIB regional, que podría relacionarse con la actividad turística.

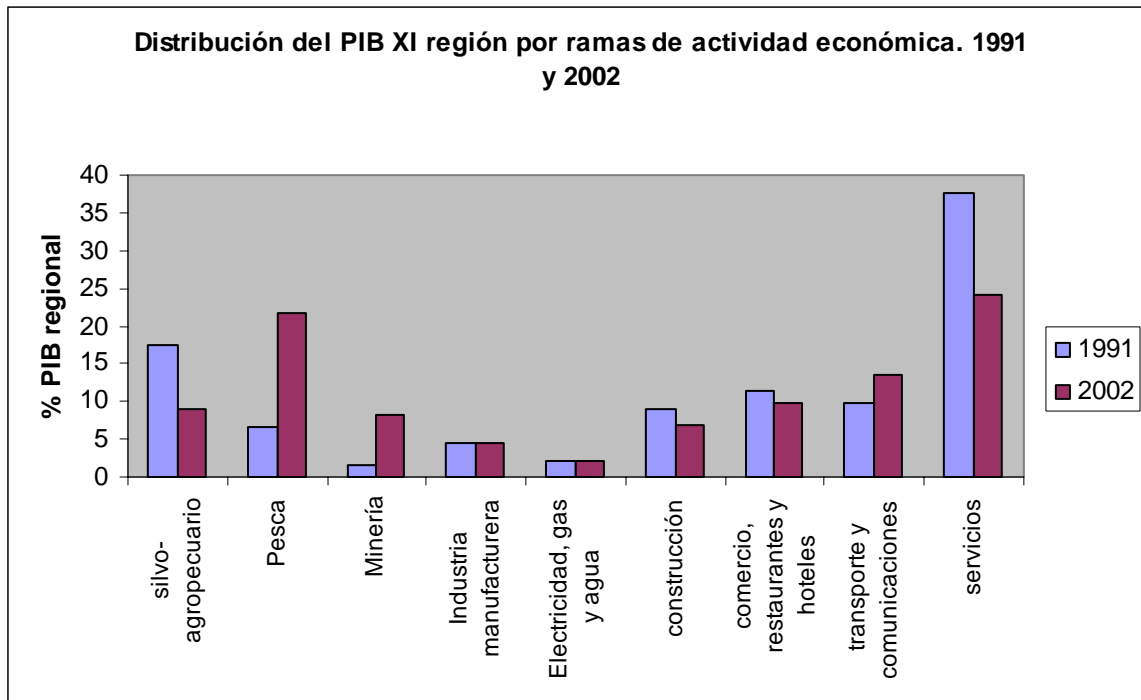


Figura 1.2.1.- se observa un aumento de la participación en el PIB regional de la pesca y el transporte y una baja en la participación del sector silvoagropecuario.

En el caso de las tasas de crecimiento del PIB por clase de actividad económica (figura 1.2.2), se observa que en la pesca y los servicios de transporte y comunicaciones estas son positivas desde el año 1999.

En relación con las exportaciones, la tabla 1.2.1 muestra que de los 10 principales productos de exportación de la región, la mayoría (8) corresponde a productos relacionados con la pesca y acuicultura, esto enfatiza su relevancia económica de la comuna de Puerto Aysén, donde se localizan las principales actividades pesqueras. Adicionalmente, es conveniente destacar que gran parte del resto de la actividad económica regional se localiza en la comuna de Coyhaique, específicamente las actividades mineras y silvoagropecuarias.

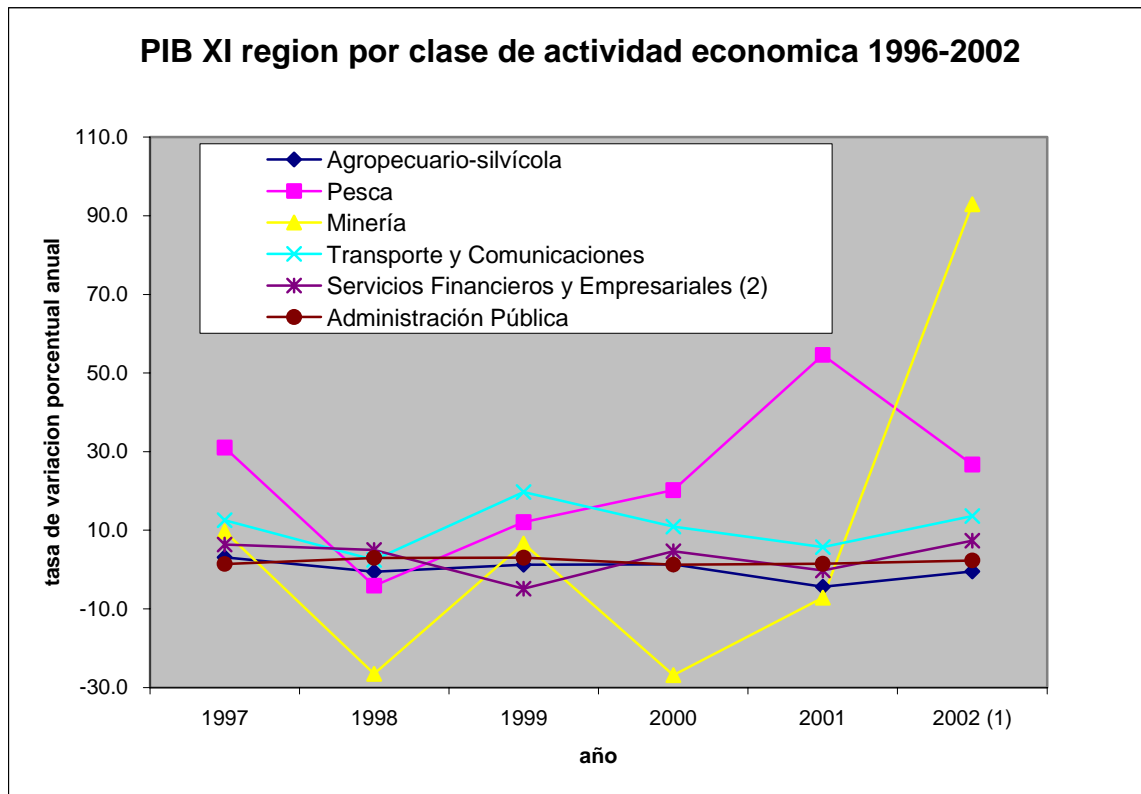


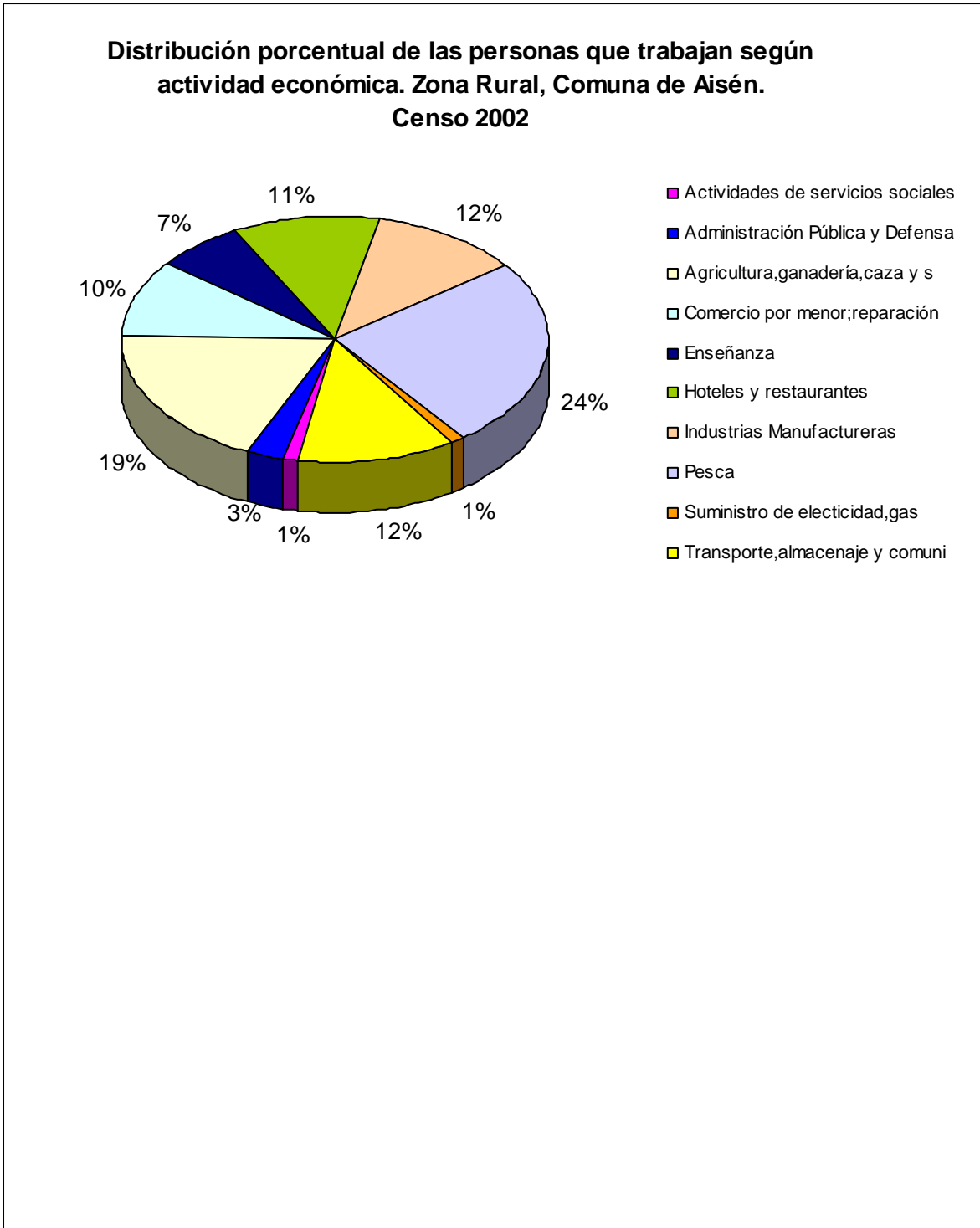
Figura 1.2.2- la variación anual del PIB para la pesca es positiva desde 1999, para el sector silvoagropecuario es negativa a partir del 2001.

Tabla 1.2.1.- Principales productos exportados XI región 1999-2001 (millones de dólares FOB)

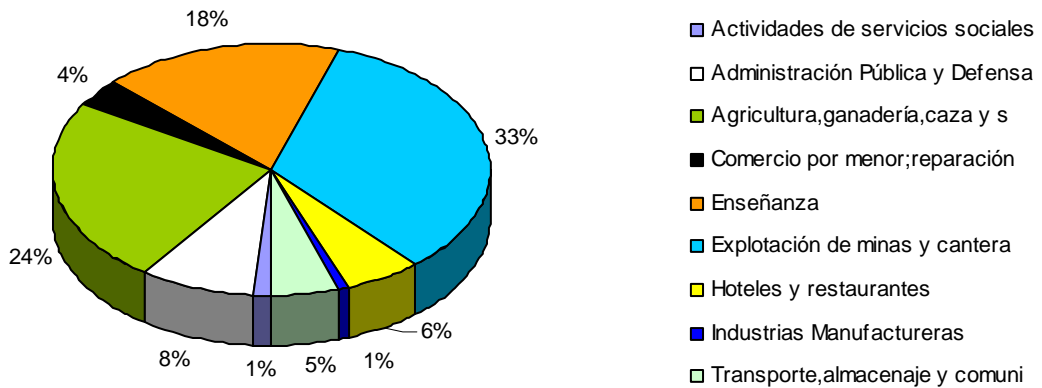
Producto	1999	2000	2001
Salmones del Pacífico congelado	48.1	36.1	24.9
Truchas congeladas	20.2	10.5	11.2
Merluzas congeladas	10.6	11.7	10.1
Minerales de Zinc y sus concentrados	9.3	14.1	8.8
Filetes de trucha congelados	3.5	4.8	6.9
Filetes y otras carnes de salmón frescos o refrigerados	3.4	12.5	5.3
Maderas aserradas o desbastadas longitudinalmente	8.4	10	5.1
Filetes de salmón congelados	0.6	1.7	4.5
Salmones del pacífico, atlántico y danubio, fresco o refrigerado	2.2	4.8	3.7
Los demás filetes de pescado congelados	3.6	3.3	3.7
Total 10 principales productos	109.9	109.5	84.2
%10 principales productos sobre el total regional	67.51	69.35	68.96

Las comunas de Puerto Aysén y Coyhaique presentan diferencias en sus actividades económicas principales, esto se observa al analizar la distribución de los trabajadores por rama de actividad económica (figura 1.2.3 a). La comuna de Aysén tiene una base económica fundamentalmente relacionada con la pesca y acuicultura y los servicios asociados a ella, sin embargo el 19 % de la población rural se dedica a las actividades silvoagropecuarias. La comuna de Coyhaique

presenta una base económica mayoritariamente de servicios, especialmente los relacionados con la administración pública debido al carácter de capital regional de la ciudad de Coyhaique. En la zona rural de la comuna las actividades agropecuarias y mineras representan el 57 % de las personas que trabajan. Sin embargo, es necesario considerar que ambas comunas presentan un alto nivel de concentración urbana de la población. Por lo tanto, se podría afirmar que la base económica de las comunas estudiadas consiste en la pesca y acuicultura en el sector costero (comuna Pto. Aysén) y los servicios, agricultura y minería hacia el interior (comuna de Coyhaique).

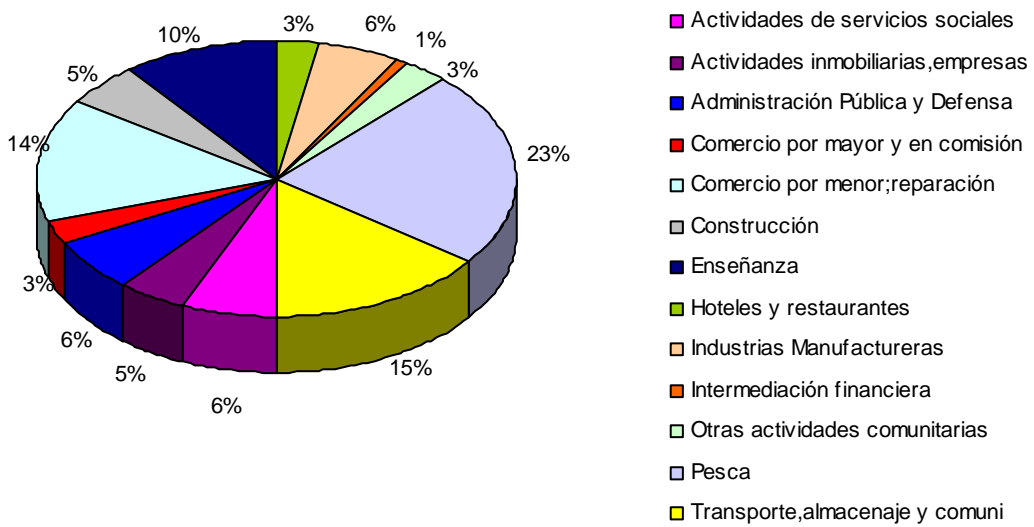


Distribución porcentual de la población rural según actividad económica, Comuna de Coihaique, Censo 2002



Continúa...

Distribución porcentual de las personas que trabajan según actividad económica. Zona Urbana, Comuna de Aisén. Censo 2002



Distribución porcentual de la población urbana según actividad económica, Comuna de Coihaique, Censo 2002

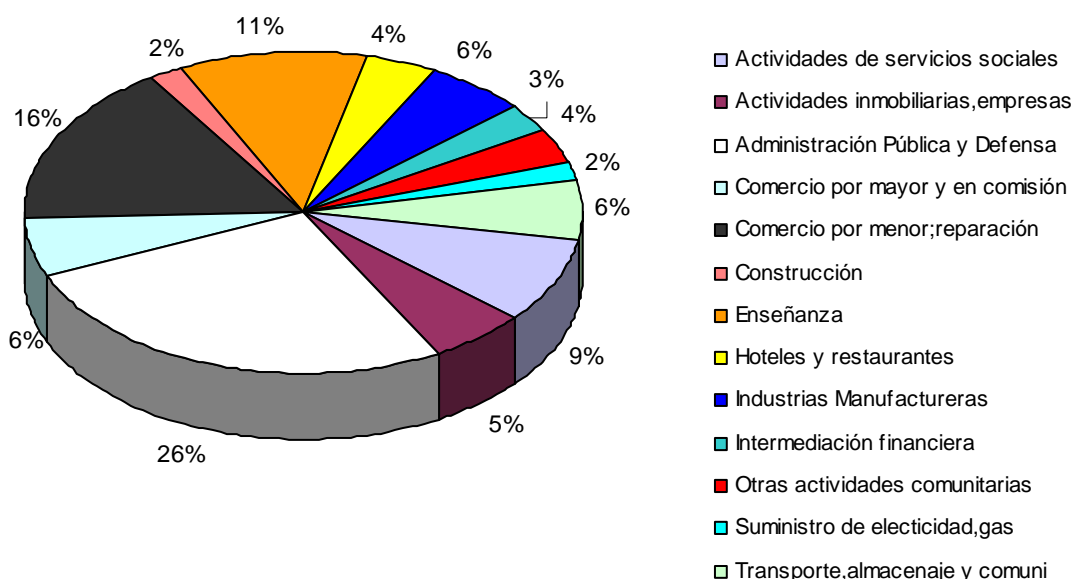


Figura 1.2.3.- la distribución por actividades de la población urbana y rural para ambas comunas de la cuenca del río Aysén indica que la base económica de las comunas estudiadas consiste en la pesca y acuicultura en el sector costero (comuna Pto. Aysén) y los servicios, agricultura y minería hacia el interior (comuna de Coyhaique).

1.2.2 Proyecciones sectoriales

PESCA

La producción de salmónidos (salmones y truchas) es una de las actividades que presenta mayor dinamismo en las iniciativas de inversión de la región. Un indicador claro de lo anterior corresponde a las cifras de las iniciativas de inversión ingresadas al SEIA administrado por CONAMA, las cuales en el año 2002 registraron 466 millones de dólares de iniciativas al rubro Pesca y Acuicultura, en tanto el año 2003 se ingresaron proyectos por 153 millones de dólares. La mayoría de estas iniciativas corresponde a centros de engorda de salmones. Lo anterior configura proyecciones de crecimiento que apuntan a que la XI región, y en especial la comuna de Aysén, pase de concentrar del 20% al 42% de la producción nacional de salmones y truchas en el 2010, debido principalmente a la materialización de 1400 millones de dólares de inversión en la zona. Si bien este crecimiento no corresponde geográficamente a la Cuenca del Río Aysén, se debe considerar la cadena productiva general del cultivo de salmón (Piscicultura - C. de Engorda – Procesamiento), y tomar en cuenta que dos de sus etapas son desarrolladas casi en su totalidad en la cuenca (Procesamiento y Pisciculturas).

La crianza de alevines es un proceso acuícola que requiere de una infraestructura relativamente simple (principalmente tanques y galpones), pero que implica el uso de alta tecnología en el control de cada actividad. El principal recurso natural que actúa como factor de localización es la disponibilidad de agua dulce de calidad adecuada. Además, se requiere mano de obra entrenada, técnicos y profesionales en la supervisión del cultivo. El más importante criterio de localización tiene que ver con las fuentes de agua oxigenada y clara, libre de tóxicos y con una temperatura inferior a 12°C.

| Cabe señalar que el producto no es particularmente sensible a la distancia ni al tiempo recorrido, por tanto es esperable que las nuevas localizaciones de esta industria se asienten allí donde esté disponible el recurso agua de calidad adecuada. Por lo tanto, es probable una expansión de los lugares de crianza a diversas partes de la cuenca del río Aysén. Esta fase de agua dulce se realiza en estanques en tierra, dando la posibilidad de extraer gran parte de los contaminantes a través de sistemas de decantación y filtros evitando la contaminación de los ríos y lagos. Las plantas de proceso producen gran cantidad de residuos orgánicos sólidos, de los cuales una buena parte es posible reciclar en la fabricación de harina de pescado, tal como ocurre en Puerto Chacabuco.

En función de la normativa del sector sanitario, cada planta tiene la opción, ya sea de conectarse a una red que ofrezca servicios de tratamiento de RILES mediante una planta de tratamiento compartida o de instalar una planta propia. Sin duda existen ventajas económicas al acceder a los servicios de una red con tratamiento, puesto que existen economías de escala que determinan que las plantas propias resulten más onerosas. Por ello, existen ventajas en la concentración de plantas de proceso en barrios industriales o sectores con sistema de tratamiento común. Hasta el momento, este tipo de plantas se ubican exclusivamente en Puerto Chacabuco y Puerto Aysén. En la medida que la industria vaya buscando mayor calidad del producto, el método de sacrificio en planta de proceso tenderá a ser la opción más adoptada con lo cual aumentarán los requerimientos de cercanía de las plantas de procesamiento industrial a los centros de engorda. Por ello, es posible predecir un aumento muy significativo de la industria salmonera en el núcleo Puerto Aysén-Puerto Chacabuco.

TURISMO

La actividad turística regional presenta tendencias positivas en cuanto a número de turistas que llegan a la región y en el número de establecimientos turísticos y camas disponibles (Figura 1.2.4).

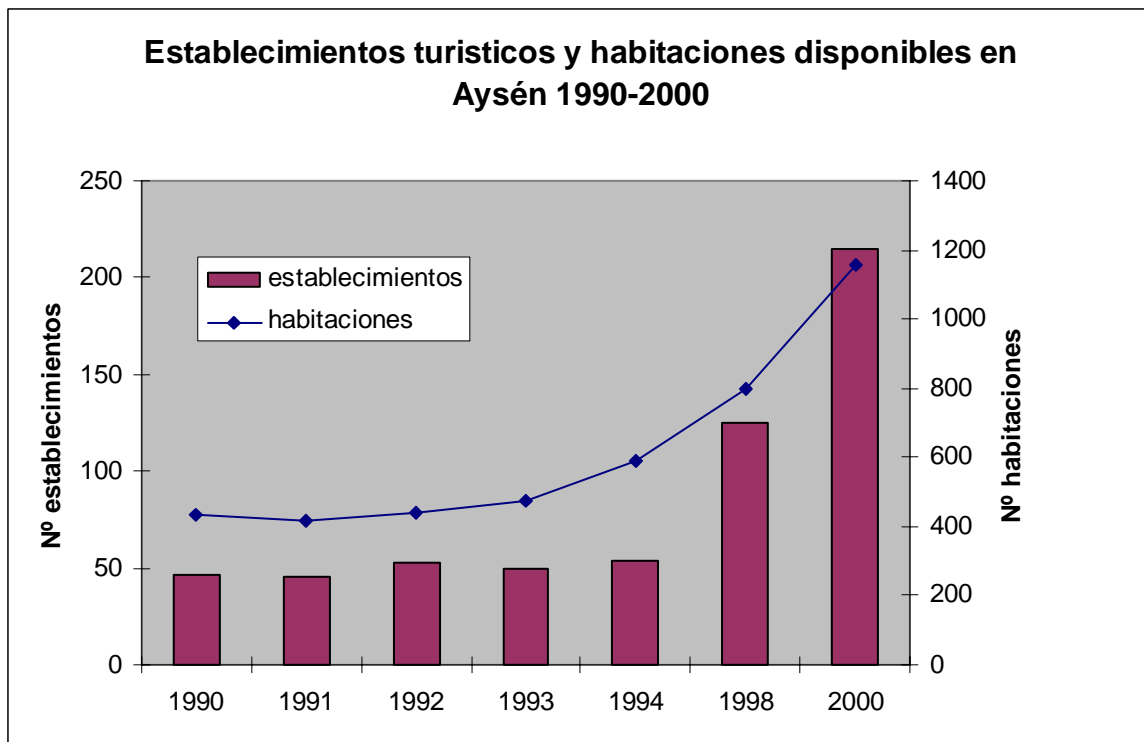
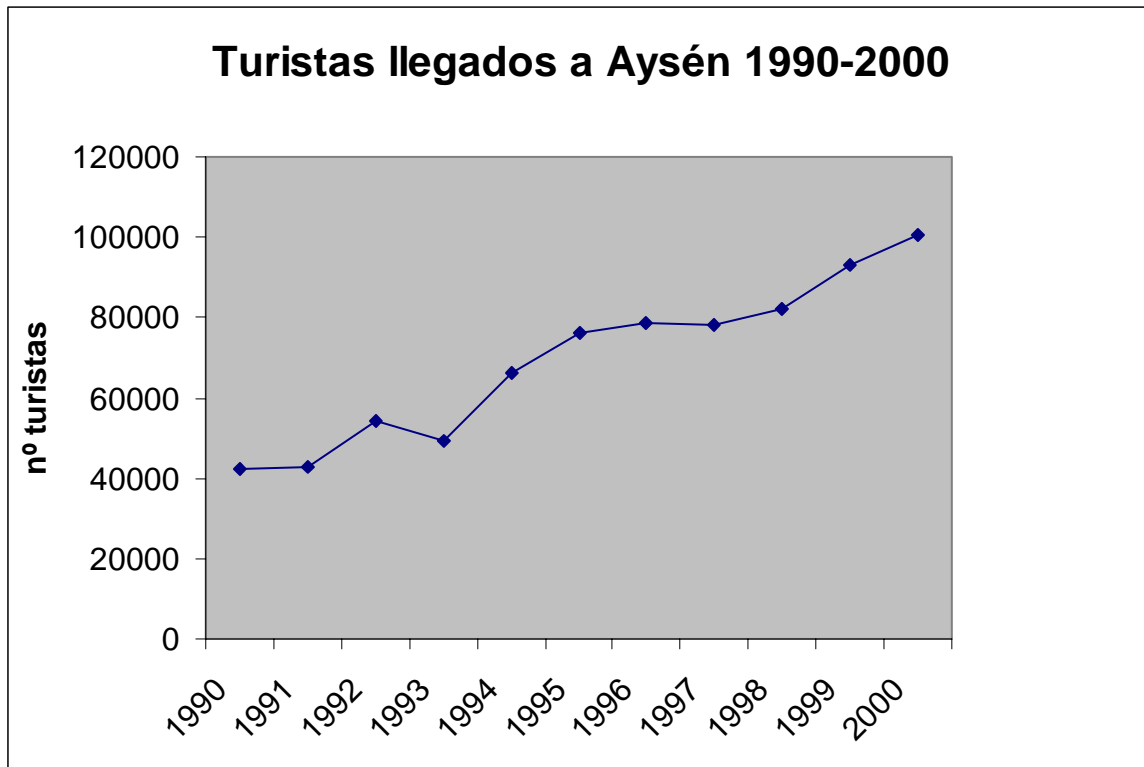


Figura 1.2.4.- Se aprecia que entre el año 1990 y el 2000 el número de establecimientos de alojamiento creció a una tasa media anual de 16.7% y el número de camas a una tasa del 10.3%, pasando de 1 299 a 3 449 camas lo que denota un gran dinamismo de esta actividad en la región.

En los últimos 10 años, el turismo regional ha venido experimentando un fuerte crecimiento, convirtiéndose en una atractiva oferta para quienes demandan

turismo aventura y ecoturismo. La escasa infraestructura hotelera y la dificultad en los accesos a los principales atractivos turísticos, entre otros factores, impiden un mayor crecimiento de esta actividad, que tiene un insospechado potencial y un cada vez más interesante mercado.

La oferta turística en las principales comunas, representadas por los servicios de alojamiento turístico, alimentación y recreación, son variadas y de escasa experiencia, con excepción de servicios de Alojamiento Turístico, denominados Hosterías u Hostales y Residenciales que nacieron por una necesidad de satisfacer las pernoctaciones de pasajeros ajenos al motivo de viaje turístico. La variedad de esta oferta solo satisface una demanda momentánea de temporada veraniega, dejando la actividad económica en una incertidumbre el resto del año, que hace que esta no se pueda proyectar en cuanto a inversión física o mejoras tecnológicas.

En la cuenca, se pueden distinguir cuatro grandes tipos de productos turísticos, factibles de desarrollarse requiriendo a su vez, de distintos tipos de actividades, infraestructuras y servicios:

1. **Turismo cultural:** referido a aquél que se realiza en un territorio rural o urbano y que implica la puesta en valor de los patrimonios históricos con un fuerte componente etnográfico ecológico. Combina lo natural y lo humano; recursos naturales, actividades tradicionales, recursos culturales y gastronomía.
2. **Agroturismo:** esta modalidad se desarrolla en el territorio rural, en ella se busca compartir las experiencias relacionadas con la actividad humana, etnografía local, las actividades tradicionales, historia, cultura popular, descubrimiento de actividades productivas, tradiciones, gastronomía, entre otras actividades.
3. **Ecoturismo:** se relaciona principalmente con la visita de espacios naturales, idealmente sin intervención humana y que posean un alto valor ecológico y recursos naturales en buen estado de conservación. En este tipo de turismo, son importantes las actividades de descubrimiento, observación, senderismo y conservación de la naturaleza entre otras.
4. **Turismo deportivo:** desarrollado en un territorio natural, apto para alguna actividad deportiva, utilizando recursos naturales destinados para uso deportivo. Para estas actividades son de especial importancia los lagos y ríos de la región especialmente los cercanos a los mayores centros poblados.

Un aspecto que es importante destacar, es la estacionalidad que presenta la llegada de turistas a la región. Este fenómeno, que acompaña a la cuenca por sus propias características climáticas, y que tiende a concentrar la llegada de turistas en los meses de verano, comienza a presentar una evidencia de tímido cambio la que, sin embargo, aún no es suficiente para revertir esta tendencia en el mediano plazo. Esta estacionalidad puede generar una alta demanda por recursos hídricos y servicios sanitarios durante la época estival.

SILVICULTURA

La disponibilidad del recurso forestal Lengua y el antecedente de su posicionamiento en los mercados europeos, contando con certificaciones reconocidas de la cadena productiva, especialmente el manejo sustentable del bosque nativo, puede llegar a incrementar significativamente su participación, y derivar a incorporar valor agregado de la madera aserrada, especialmente por el desarrollo de la industria de partes y piezas de muebles.

En esta región existen 4,8 millones de hectáreas de bosque nativo en diversos estados de desarrollo, de los cuales 1,4 millones son de Lengua y Coihue, comercialmente se pueden usar unas 343 mil hectáreas de bosques fiscales y obtener una producción de 257.000 m³ / año. En la cuenca existen 1535 Km² de bosques de explotación.

Además la región presenta 1,2 millones de hectáreas de terrenos afectados por erosión, susceptibles de ser forestadas. Para el caso de la cuenca, la erosión está incluida en la grilla de vulnerabilidad ambiental, y dadas las altas pendientes y lluvia que caracteriza algunos sectores de la cuenca (Cuenca del Río Aysén y Simpson 1) es de esperar que la erosión también afecte grandes partes del territorio. Los tramos más afectados se pueden ver en capítulos posteriores del informe en la grilla de vulnerabilidad ambiental. En la producción industrial de madera aserrada, la provincia de Coyhaique es la de mayor participación, absorbiendo el 77% del abastecimiento de madera proveniente de bosque regional, seguido luego por Aysén con un 14%.

Los recursos forestales de la Región están constituidos casi exclusivamente (también en la cuenca) por la dotación de bosques de maderas duras, recurso históricamente explotado en la actividad silvícola regional. La oportunidad de inversión está dada por la disponibilidad y seguridad en abastecimiento de maderas duras junto a una adecuada infraestructura industrial y una permanente revalorización de éstas a nivel internacional.

Las superficies de bosque se localizan principalmente en la Provincia de Aysén, zona occidental y litoral de la región. La principal riqueza forestal de la zona es la Lengua y el bosque mixto siempre verde. La superficie de bosque apto para la explotación comercial es de 352 millones de pulgadas de madera aserrable. Adicionalmente existen grandes superficies de terreno con aptitud para plantaciones forestales en especie exóticas, tales como Pino Ponderosa, Pino Contorta, Pino Oregón y Alerce Europeo.

GANADERIA

La ganadería ha sido tradicionalmente la principal actividad privada del sector primario de Aysén. Una mirada a la importancia social de la actividad pecuaria del vacuno se presenta en el gráfico que ilustra la distribución de la propiedad agropecuaria (número de predios existentes, según tamaño del predio), y la cantidad existente de bovinos (masa promedio según tamaño del predio) (figura 1.2.6), pudiendo observarse que el 28.3% de los predios tienen tamaños

inferiores a 100 ha con un promedio de 24 animales por predio (pero solamente 7.6 animales para predios inferiores a 10 ha), y dos tercios del total no llegan a 500 ha, con un promedio de 41.3 animales por predio, En la Región de Aysén los pequeños y medianos productores son dueños del 60% de la masa animal bovina y del 80% de los vientres. En Aysén se favorece el uso del suelo ganadero por sobre el uso agroforestal en una proporción de 3:1 (1,5 millones de hás. a 500 mil ha.). La ganadería regional se concentra en la explotación de bovinos y ovinos, que comprende el 94% de la masa total de ganado, con una densidad de ocupación de suelo de sólo 0,37 cabezas por ha., lo que refleja el uso extensivo del recurso. En la siguiente figura se pueden observar las densidades de ganados según tramo (en cabezas de ganado por Km²), utilizando como fuente información otorgada por SAG Aysén (2005);

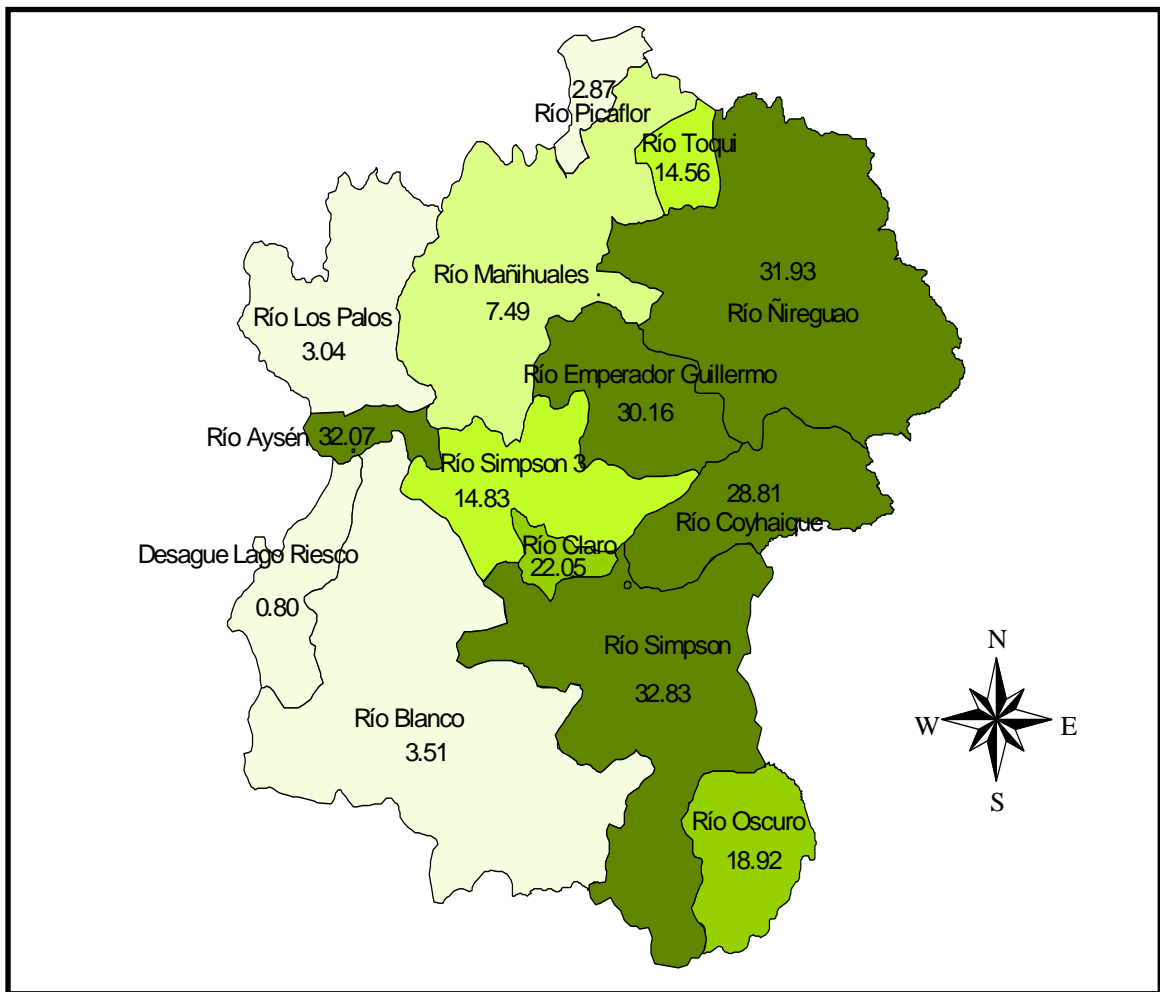


Figura 1.2.5: Densidad de ganado por tramo de vigilancia

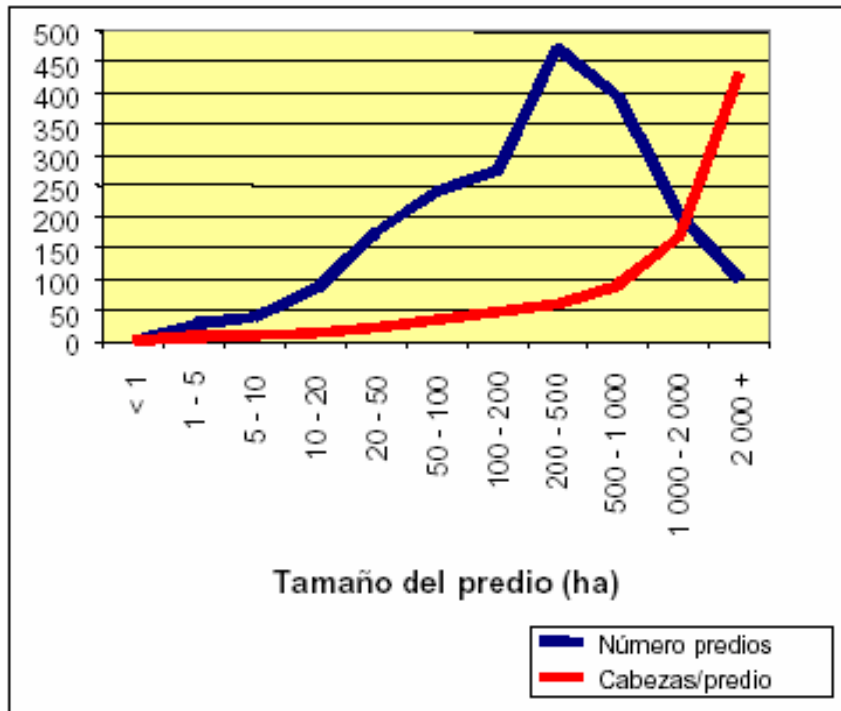


Figura 1.2.6.- Se observa la gran cantidad de predios de tamaño inferior a 500 ha (66 %), con un promedio de 41.3 animales por predio.

La vocación ganadera de la región se ha mantenido, en términos relativos, como la región con mayor excedente de producción ganadera, contando con el 4 % de las cabezas de ganado bovino y una participación del 25 % en las exportaciones de este tipo de ganado. Se puede esperar que este excedente sea un poco menor en la cuenca, dado la presencia de importantes centros de consumo regionales, como Coyhaique y Pto. Aysén, y la cercanía con las rutas de exportación, uno de los principales destinos de la producción ganadera de la región.

Las perspectivas del rubro bovino han mejorado significativamente con los tratados de libre comercio suscritos por Chile y principalmente por las exportaciones a países como México. Sin embargo, el aumento de la cantidad producida implica procesos de crecimiento de largo plazo y con fuertes inercias. Por ello, las nuevas oportunidades en el rubro bovino serán aprovechadas principalmente por las regiones más al norte de la Región de Aysén. Sin embargo, estas nuevas perspectivas permiten proyectar en la zona una ganadería bovina con mejores proyecciones que hace unos años. Sin embargo, para ser económicamente rentable la ganadería en Aysén requiere utilización de fertilizantes químicos (unos 80 Kg. de fósforo y unos 20 Kg. de azufre por hectárea, según estimaciones del INIA), lo cual la torna automáticamente “no orgánica” para efectos de exportación a mercados altamente desarrollados (Europa, Estados Unidos, Japón). Además, esta situación podría significar una amenaza para la calidad del agua en las cuencas donde se desarrolle la ganadería intensiva, debido a que parte de los fertilizantes pueden ser llevados a los cursos de agua mediante procesos de erosión y escorrentía superficial y transporte subsuperficial.

MINERIA

En la Región de Aysén, la minería está asociada a la explotación de metálicos, como plata, oro, plomo y zinc, siendo este último el único que alcanza importancia a nivel País, representando casi el 100% de la producción nacional. La minería no metálica está poco desarrollada, aunque existen exploraciones de granitos en las cercanías de Puerto Chacabuco y 19 lugares de extracción de áridos, principalmente en la cuenca del Río Simpson.

La minería en Aysén ha variado su aporte al PIB regional, pasando de un 0,2% en 1984 a un máximo logrado en 1996 de un 1,5% y luego pasando al 0,6% el 2001 (Mideplan, 2004). Sin embargo, de acuerdo con el estudio realizado por Habiterra en el marco del Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU), el crecimiento para la siguiente década sería moderado, ya que el número de exploraciones ha disminuido.

En la cuenca del río Aysén la explotación minera de mayor importancia es la “Sociedad Contractual Minera El Toqui”, que se encuentra ubicada a unos 125 Km. al norte de Coyhaique, perteneciente a la corporación canadiense productora de zinc llamada “Breakwater Resources Ltd.” En la actualidad opera con una dotación propia y de contratista de aproximadamente unos 275 trabajadores, entre ejecutivos, técnicos, administrativos y obreros.

Procedente de minería subterránea esta faena trata unas 1.200 tons/día en una planta de flotación con una producción anual aproximada a las 65.000 tons. de concentrados de zinc, con una ley promedio de 49% de zinc, sumándose una producción anual de alrededor de 2.000 tons de concentrados de oro con una ley que bordea los 50 grs. de oro por tonelada

1.3. Caracterización general del problema de calidad de aguas de la Cuenca.

1.3.1 Calidad de las aguas continentales superficiales de la Cuenca del Río Aysén.

En general, la calidad de agua en la cuenca del Río Aysén es destacable. La gran mayoría de los parámetros tienen valores bajos indicando una calidad de agua muy buena. Se puede indicar algunos factores que subyacen la baja contaminación de las aguas continentales de Aysén. Primero, la densidad de habitantes de la cuenca es muy baja: 7,6 personas/ Km². Este dato es aún más notable cuando se considera que un 75% de la población de la cuenca vive en centros urbanos. Segundo, las altas precipitaciones encontradas en una buena porción de la cuenca contribuyen a caudales importantes que tienen el efecto de diluir los contaminantes que llegan a los cursos de agua. Tercero, como se aprecia en las siguientes secciones, hay pocas fuentes de contaminación puntuales en la cuenca. Esto tiene que ver con los patrones de desarrollo regional hasta el momento: la economía de la región contribuye un 0.8% al PIB nacional y el sector de industria y manufactura contribuye en el orden 5% al PIB regional. Cuarto, algunas descargas importantes ocurren muy cerca de la desembocadura del Río Aysén y por lo tanto su efecto no puede ser monitoreado a través de las estaciones de muestreo de la DGA o el SAG, en la parte más alta de la cuenca.

Una característica importante de la calidad de agua dentro de la cuenca son las concentraciones elevadas de varios metales. Estos estarían vinculados con procesos que ocurren naturalmente dentro de la cuenca y no necesariamente con la minería.

La lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas y la escorrentía de aluminosilicatos, dos procesos que contribuyen a estas concentraciones elevadas.

1.3.2 Impacto de las actividades humanas en la calidad del agua

En esta sección se resume los usos extractivos, las descargas principales, y las fuentes difusas de contaminación a la red hidrográfica de la cuenca de Aysén. El propósito de esta sección es dar una visión global de los impactos antropogénicos más importantes dentro de la cuenca del Río Aysén.

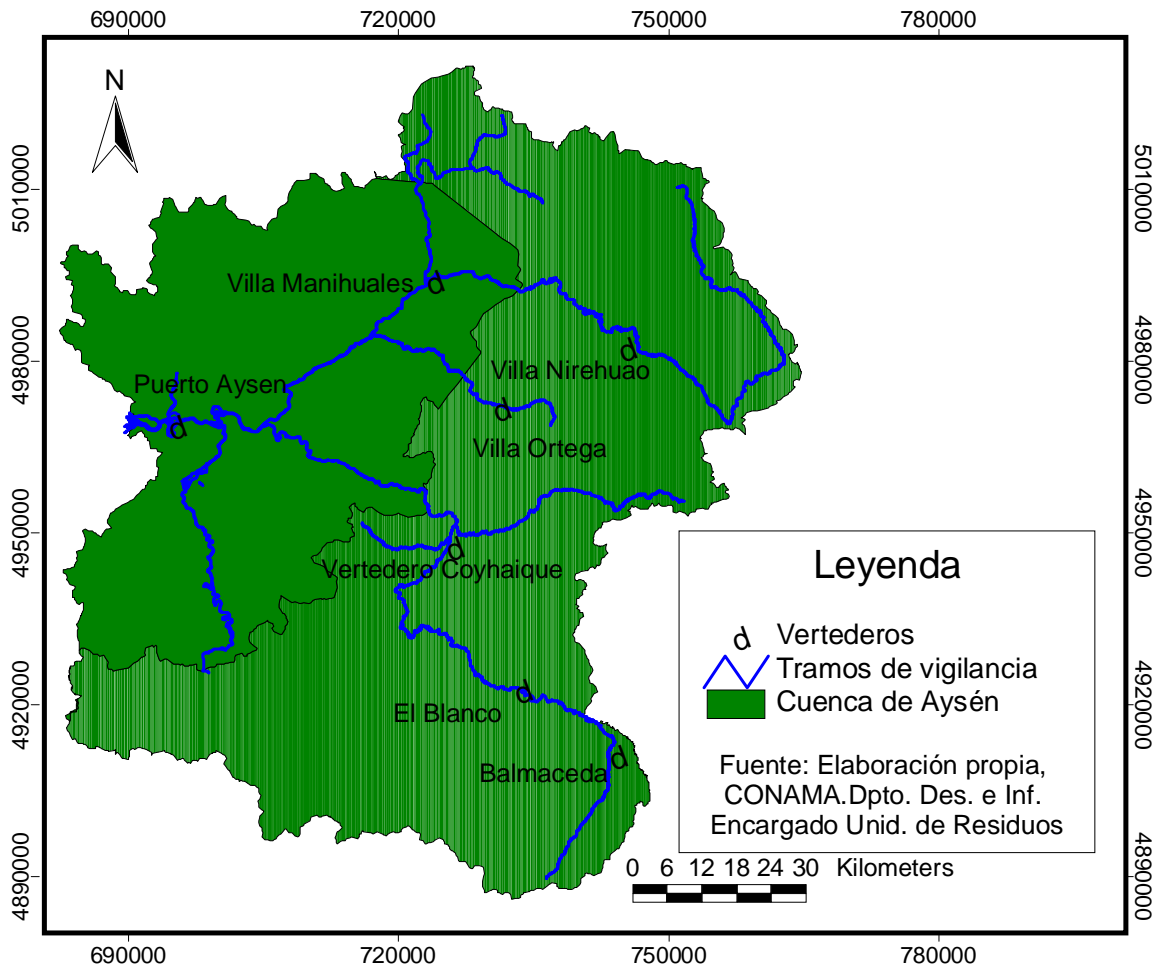


Figura 1.3.1: Vertederos en la Cuenca de Aysén

1.3.3 Usos del agua

Las aguas superficiales son utilizadas de distintas maneras. En el Diagnostico y Clasificación De Los Cursos y Cuerpos De Agua Según Objetivos De Calidad, se han establecido cuatro tipos de usos del agua: (1) usos in-situ; (2) usos extractivos; (3) usos para la biodiversidad y (4) usos ancestrales. Uso (3) básicamente incluye la inclusión de algunos afluentes menores en las áreas protegidas, mientras uso (4) no es existente dentro de la cuenca. En general, la extracción de agua corresponde al mayor uso dentro de la cuenca y aún así representa una pequeña fracción de los caudales anuales de los ríos de la cuenca. La extracción en sí generalmente tiene poco impacto en la calidad de las aguas superficiales.

Los usos in-situ incluyen actividades que se desarrollan en el mismo curso de agua, como la pesca deportiva y la acuicultura. La pesca deportiva representa una actividad turística importante en la cuenca, pero el impacto en la calidad de agua es mínimo debido a que la pesca con mosca es el modo más usado. La acuicultura es mejor considerada como un uso extractivo del agua ya que dentro de la cuenca no toma lugar en los cauces mismos.

Los usos extractivos pueden ser agrupados en 5 clases. Para empezar, los usos industriales actuales del recurso hídrico de la cuenca consisten principalmente en las siguientes industrias a) Frigoríficos, b) Mataderos, c) Procesamiento de carnes, d) Pesqueras. Según el informe de IPLA Ltda. (1996) la demanda proyectada de agua para el uso industrial para el año 2017 es de 6.504.000 m³/año para toda la cuenca, la mayoría correspondiente al uso de agua del río Aysén.

El uso de aguas superficiales para el agua potable contempla la purificación del agua en las plantas de tratamiento para el abastecimiento tanto residencial como industrial. Las mayores demandas de agua potable se presentan en las localidades de Coyhaique, Aysén, Villa Mañihuales y Balmaceda.

Tabla 1.3.1: Demandas brutas de agua potable (l/s) estimadas al año 2017

Localidad	Demanda (l/s)
Coyhaique	150,9
Aysén	78,8
Villa Mañihuales	6,8
Balmaceda	5,0

El uso extractivo para la demanda minera es limitado a tres puntos en la cuenca. Los derechos de agua oficialmente otorgados a empresas mineras, están representado en la Tabla 1.3.2

Tabla 1.3.2: Demandas Mineras

Nombre	Año	Fuente	Derechos (l/s)
Minera Lac-Chile S.A.	1990	Río Ñirehuao	150
Empresa Minera Aysén LTDA.	1985	Río L. Maqui	500
Soc. Contractual Minera Toqui	1984	Río Blanco	2000

El uso del agua para riego es relativamente poco frecuente y corresponde a cantidades limitadas. Esto debido a razones de geografía, clima y las características del sector agrícola. Esencialmente no existe infraestructura de riego asociada a derechos de aguas o extracción de caudales; existe sola una bocatoma para el uso de agua para riego en registrada en la DGA, al norte de Coyhaique.

1.3.4 Descargas

En muchos casos las descargas representan los flujos de agua que han sido extraídos de un cauce, luego usados, posteriormente (en algunos casos) tratado o filtrado, y finalmente liberado de nuevo al cauce. Las descargas normalmente son puntuales y desde una perspectiva legal, según la naturaleza de la descarga, son regulados fundamentalmente bajo las normas primarias y otras normativas afines.

La situación actual que presenta el tratamiento de aguas servidas es muy buena. Todos los centros poblados principales poseen una planta de tratamiento de aguas servidas. Coyhaique, Puerto Aysén, Villa Mañihuales y Ñirehuao tratan sus aguas servidas, significando una cobertura de sobre el 80 % de la población (Censo, 2002). Los pueblos más chicos de la cuenca vierten directamente a los ríos más cercanos. La contaminación puntual industrial es esencialmente limitada a la descarga de riles de las empresas asociadas al rubro acuícola, siendo estas concentradas en la parte oriental de la cuenca, en las sub-cuencas del Río los Palos y Aysén. Con la entrada en vigencia del D.S 90 es de esperar que la tendencia a tratar las aguas industriales (e.g Planta de Tratamiento de RILes Salmones Antártica) aumente.

En resumen, las descargas puntuales consideradas en este estudio fueron; una empresa minera de concentrado de zinc y metales de oro, cuatro plantas de tratamiento de aguas servidas, más de veinte zonas de extracción de áridos, veinticinco pisciculturas, dos plantas procesadoras de productos del mar, dos plantas de aceite de pescado, una planta de harina de pescado, tres talleres de lavado de redes, dos plantas de tratamiento de riles, ocho vertederos y una empresa ganadera y lechera.

1.3.5 Fuentes difusas de contaminación

En muchos países, las fuentes puntuales de contaminación ya han sido reguladas y el hecho de que continúen apareciendo problemas de calidad de agua ha motivado la difícil tarea de evaluar y regular las fuentes difusas (Carpenter et al. 1998). El problema de eutrofización es común en algunas partes de Chile y el mundo donde las densidades de población humana es alta, hay un uso silvoagropecuario intensivo, o donde hay poco tratamiento de aguas servidas. Los Trabajos sobre fuentes difusas de contaminación se han enfocado principalmente en los nutrientes fósforo y nitrógeno, debido a su importancia en la eutrofización. La Guía CONAMA Para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental considera amonio y nitrito como parámetros a normar, pero no considera nitrato, nitrógeno total ni ortofosfato o fósforo total. Esto significa que algunas formas importantes de estos nutrientes no estarán consideradas en las normas secundarias, limitando así, la habilidad de las normas para tratar con potenciales problemas de eutrofización de aguas continentales. En Tabla 1.3.4 se observa valores de N total y P total que corresponden a los umbrales tróficos en ríos.

Tabla 1.3.4 Límites para clasificación de ríos basado en concentraciones de nutrientes

Variable	Límite oligotrófico-mesotrófico	Límite mesotrófico-eutrófico
Fósforo Total (Mg/L)	0,025	0,075
Nitrógeno Total (Mg/L)	0,7	1,5

Fuente: Wetzel 2001, *Limnology*

En general, la calidad de agua es muy buena dentro de la cuenca de Aysén, con poca evidencia de que la eutrofización pudiera ser un problema mayor (CADE-IDEPE 2004). Sin embargo, como se ha mencionado en la evaluación de la economía de la XI región, ciertos sectores del rubro silvoagropecuarios probablemente experimentarán cambios cuantitativos y cualitativos en el futuro cercano. Por lo tanto, las fuentes difusas de contaminación no pueden ser ignoradas. El informe de CADE-IDEPE (2004) menciona varios tramos dentro de la cuenca de Aysén donde la contaminación difusa puede ser considerada como un factor importante en la calidad de agua dentro de la cuenca de Aysén. La Tabla 1.3.5 muestra los tramos donde se consideró que la contaminación difusa podría afectar uno o más parámetros de calidad de agua. Los parámetros más asociados a contaminación difusa de sectores agropecuarios son coliformes fecales (CF), coliformes totales (CT), y demanda biológica de oxígeno a los 5 días (DBO₅), oxígeno disuelto, Sólidos Suspendidos Totales (SST) y posiblemente nitrógeno y fósforo.

Tabla 1.3.5 Fuentes de contaminación difusa en la cuenca de Aysén, por tramo.

Estación De Calidad / Segmento	Contaminación difusa por ganadería	Otras fuentes de contaminación difusa
Río Aysén en Pte. Pdte. Ibáñez (1134-AY-20)	No	vertedero municipal
Río Simpson antes río Coyhaique (1131-SI-40)	Sí	plaguicidas y fertilizantes
Río Simpson bajo río Coyhaique (1131-SI-50)	No	--
Río Emperador Guillermo antes río Mañihuales (1130-EM-10)	Sí	--
Río Mañihuales a/j Simpson (1130-MA30)	Sí	aguas servidas
Río Ñirehuao en manuales (1130-NI-20)	Sí	--
Río Coyhaique en Tejas Verdes (1131-CO-20)	Sí	plaguicidas y fertilizantes
Río Coyhaique antes junta río Simpson (1130-CO-10)	Sí	--
Río Blanco (oeste) antes río Aysén (1133-BL-20)	No	--
Río Blanco (este) antes río Huemules (1131-BE-10)	Sí	--
Río Claro en piscicultura (1131-CL-10)	No	--
Río Huemules frente al C. Galera (1131-SI-20)	Sí	--
Río Oscuro camino Portezuelo (1131-OS-10)	Sí	aguas servidas
Río Blanco (oeste) desagüe lago Riesco (1133-BL-10)	No	--

Fuente: Informe CADE-IDEPE 2004

1.3.6 Tendencias.

El informe CADE-IDEPE (2004) analiza la tendencia central de los datos de calidad de agua provenientes de la DGA para las estaciones de muestreo y los parámetros que presentan series de tiempo no interrumpidos. La mayoría de los parámetros presentan valores relativamente estables en el tiempo. Cabe destacar que para el río Emperador Guillermo, se observa una tendencia creciente en el parámetro

conductividad eléctrica, aunque con un valor promedio de poco más de 60 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se mantiene siempre dentro del rango de la clase de excepción. En el río Manuales también se observó un aumento de 40 a 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en una serie corta de tiempo para el parámetro de conductividad eléctrica. Los valores de pH se mantuvieron dentro del rango 7 a 7,5 para toda la cuenca. Estaciones de muestreo en los ríos Ñirehuao, Emperador Guillermo, Coyhaique, Simpson, Mañihuales, y Aysén mostraron una tendencia creciente en el boro en la última serie de tiempo de 4 años. Actualmente el valor de este parámetro para dichos ríos vacila en el límite entre clase 1 y clase 2 con un valor de aproximadamente 0.5 mg/L. En cuanto al zinc, se observó en los ríos Ñirehuao, Emperador, Guillermo, Coyhaique un comportamiento idéntico con una tendencia creciente con un valor de aproximadamente 0.008 mg/L. Sin embargo, en ningún río el parámetro zinc se escapa de la clase de excepción.

Las tendencias en el desarrollo económico pueden indicar potenciales impactos a la calidad de agua en el futuro. Mucho del desarrollo regional está vinculado con la industria pesquera, que tiene su centro de operaciones en la vecindad de Puerto Aysén y Puerto Chacabuco. Este desarrollo potencialmente afectará la calidad de agua en los últimos 10-15 kilómetros del río Aysén. En cuanto a actividades localizadas dentro de la cuenca, existe actualmente un esfuerzo de parte del Ministerio de Agricultura de realizar una ordenación de los predios ganadero con el fin de aumentar la producción. Además existen un gran número de peticiones en la SERNAPESCA para el establecimiento de centros de piscicultura dentro de la cuenca, y es previsible que el número actual de 28 operaciones siga aumentando. Proyecciones de INTESAL calculan en más de 100 nuevas pisciculturas en la región para los próximos 10 años.

El Ministerio de Agricultura, a través del SAG y el INDAP de la XI región ha puesto un énfasis en la rehabilitación, fertilización, y siembra de praderas dentro de la cuenca de Aysén a través del Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados (SIRSD). (Ver Tabla 1.3.6) Estos programas tienen como objetivo mejorar la calidad de las praderas e impulsar el sector ganadero. Además programas de conservación del suelo están siendo gestionados dentro de la cuenca. La tendencia de aumento en el uso de fertilizantes, a través de SIRSD y por particulares, podría aumentar las fuentes difusas de contaminantes dentro de la cuenca. Esto será evaluado a continuación.

Tabla 1.3.6:

Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados (SIRSD)			
Programa	Número de Beneficiarios (pagado o comprometido)		
	2002	2003	2004
Enmiendas Calcáreas	21	35	32
Fertilización Fosfatada	139	177	196
Fertilización Azufre	130	195	206
Fertilización K ₂ O	-	31	23

Fuente: SAG – Región de Aysén

1.4 Parámetros relacionados con la contaminación difusa

En esta sección, se describe brevemente los parámetros a medir en las áreas de vigilancia y parámetros de evaluación que podrían ser incluidos en procesos normativos del futuro.

Tabla 1.4.1 Parámetros relacionados con la contaminación difusa

Parámetros incluidos en las Normas Secundarias vinculados con la Contaminación Difusa		Procesos que afectan al parámetro	Sector silvoagropecuario	Parámetros relacionados
1.	Conductividad Eléctrica	Erosión, lixiviación de cationes	Agricultura, ganadería, silvicultura	Amonio, sulfato, sodio, magnesio, nitrato, fosfato, aluminio, calcio temperatura
2.	DBO ₅	escorrentía superficial, tratamiento de aguas servidas, estiércol	Agricultura, ganadería, silvicultura	pH, SST, temperatura
3.	Oxígeno Disuelto	Eutrofización, escorrentía superficial	ganadería, agricultura	Nitrato, fosfato, temperatura, caudal, coliformes
4.	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Erosión, impacto directo a zona ripariana, eutrofización	Agricultura, ganadería, silvicultura	Temperatura, conductividad eléctrica
5.	Amonio	Fertilización, escorrentía superficial, estiércol	Agricultura, ganadería,	Nitrato, N total, conductividad
6.	Nitrito	Estiércol, fertilización	Agricultura, ganadería,	Nitrato, N total
7.	Sulfato	Fertilización, erosión	Agricultura, ganadería,	conductividad
8.	Coliformes Fecales (NMP)	Mataderos, escorrentía superficial, tratamiento de aguas servidas, estiércol	Ganadería,	Temperatura, SST
9.	Coliformes Totales (NMP)	Escorrentía superficial	Agricultura, ganadería,	Temperatura, SST

Fuentes: Hooda 2000; NRC 1993, EPA 1997

Conductividad Eléctrica: La conductividad eléctrica es afectada por la presencia de sólidos inorgánicos disueltos, tales como cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, magnesio, calcio, sodio, y aluminio. Compuestos orgánicos como aceites, alcohol, o azúcares no conducen bien la corriente eléctrica en el agua. En ríos y quebradas, la conductividad es frecuentemente relacionada con la geología del sector (EPA 1997). La conductividad eléctrica puede ser utilizada para medir la salinidad de un cuerpo de agua. En ausencia de fuentes puntuales, los sólidos disueltos, causantes del aumento en la conductividad eléctrica, llegan a los ríos por la escorrentía superficial (e.g. ortofosfato), por flujos subterráneos (e.g nitrato, sulfato, cloruro), por la lluvia (nitrato, sulfato), o por la erosión de la ribera del río.

DBO₅ y Oxígeno disuelto: La demanda bioquímica de oxígeno medida a través de cinco días (DBO₅) es una medida de la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos que descomponen la materia orgánica en un cuerpo de agua. En general, mientras mas grande el valor del DBO₅, mayor es la cantidad de oxígeno utilizado en el río. Fuentes de materia orgánica que contribuyen al DBO₅ incluyen: hojas y ramas caídas, animales y plantas muertas, estiércol, escorrentía urbana, pisciculturas y mataderos, plantas industriales, y plantas de aguas servidas (Hooda 2000; EPA 1997). El Oxígeno disuelto (OD) es una medida de la oxígeno disponible en un sistema acuático. Los niveles máximos de OD en un cuerpo de agua son

temperatura-dependientes, con temperaturas bajas capaces de sostener niveles más altos (EPA 1997). Valores muy bajos de OD y muy altos de DBO₅ son indicativos de la eutrofización (Wetzel 2001).

Sólidos suspendidos totales: El parámetro sólidos suspendidos totales (SST) refiere a la materia suspendida o disuelta en agua y esta relacionada con conductividad y turbiedad. SST puede incluir una variedad amplia de material, como limo, materia vegetal o animal decompuesta, desechos industriales, y aguas servidas. Frecuentemente, valores altos de SST puede indicar concentraciones altas de bacteria, nutrientes, pesticidas, y metales en el agua. Estos contaminantes pueden estar ligados a partículas de sedimento y ser llevado a los ríos durante eventos de lluvia fuerte (EPA 1997). Por lo tanto la erosión y escorrentía superficial contribuyen a los niveles de SST en ríos en zonas dominado por la agricultura o en sectores ganaderos donde ha habido una sobreexplotación de los pastizales (NRC 1993).

Nitrógeno: Amonio & Nitrito: El nitrógeno es un nutriente ubicuo en el ambiente, aunque en los bosques del sur de Chile tiende a ser un elemento limitante (Oyarzún 2004). Sin embargo, los niveles de NO₃ son altos en la mayoría de los suelos de pastizal de la cuenca de Aysén, indicando que el nitrógeno no sería un factor limitante. Las fuentes difusas de N pueden contribuir a la contaminación acuática en áreas con mucha actividad agropecuaria. Los principales fuentes de N antropogénico son los fertilizantes y estiércol. Según Carpenter y colegas (1998) la exportación de N desde áreas agropecuarios a cuerpos de agua, como un porcentaje de la aplicación de fertilizantes, varía entre 10% a 40% para suelos compuestos principalmente por limo o arcilla, mientras para suelos arenosos varía entre 25% a 80%.

Azufre: Sulfato: El azufre es frecuentemente agregado a los suelos productivos de la cuenca de Aysén. La vegetación absorbe y utiliza el azufre en la forma de sulfato. En contraste a fosfato, el sulfato no es inmovilizado en suelos arcillosos con una alta capacidad de intercambio catiónico. Por lo tanto, como el nitrato, el sulfato es fácilmente lixiviado de suelos de buen drenaje, de esa manera pudiendo llegar a los curso de agua por flujos sub-superficiales.

Coliformes Fecales y Totales: El grupo de bacterias coliforme es encontrado en todo el mundo en suelos, vegetación y animales. Los coliformes fecales son directamente relacionados con las fecas de mamíferos, incluyendo los seres humanos. Este segundo grupo puede ser peligroso para la salud de los seres humanos y además frecuentemente indica la presencia de otras enfermedades en el agua (Hooda et al. 2000). La actividad ganadera puede contribuir a niveles altos de coliformes totales y fecales, aunque hay evidencia que en algunos casos existe un umbral de densidad animal, debajo del cual la introducción de coliformes fecales al curso de agua no es significativa (Hooda et al. 2000).

2 Levantamiento de Información.

2.1 Estrategia general de desarrollo de la cuenca.

Según el PROT, como estrategia de desarrollo regional, “La región de Aysén aspira a ser una región descentralizada y a obtener un alta calidad de vida, sustentada en un crecimiento económico alto y equitativo, que se fundamentará en la conservación de la calidad medioambiental y en la integración del territorio, especificándose este a través de los objetivos específicos.”

Detrás de estas aspiraciones, estarían los siguientes principios,

- Desarrollo de los potenciales productivos para alcanzar el crecimiento económico.
- Protección del medio ambiente.
- Mantenimiento de la identidad cultural, local y regional.
- Integración de áreas apartadas.
- Soberanía.

Como se pudo apreciar en los primeros capítulos de este informe, en la cuenca del Aysén se concentra un alto porcentaje de la actividad económica de la región, estando representados todo tipo de usos. Además, la cuenca cuenta con los nodos mas importantes de la red de transporte regional, ya sea marítima, terrestre o aérea (Pto. Aysén-Pto. Chacabuco, Coyhaique y Balmaceda respectivamente)¹. Siguiendo con el PRDU, las ciudades de Coyhaique, Puerto Aysén y Puerto Chacabuco constituyen importantes centros de consumo y servicios de todos los sectores económicos de la región. En resumen, la cuenca es de vital importancia para el futuro desarrollo de la región.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, el desarrollo de la cuenca esta íntimamente relacionado con los lineamientos de desarrollo regionales, por lo que para los efectos de este estudio, se consideraran equivalente, en términos de prioridades, objetivos regionales y sectoriales.

2.2 Estrategias sectoriales de desarrollo en la cuenca.

Considerando que el desarrollo de la cuenca esta inserto en una estrategia de desarrollo regional, y que ambos son dependientes debido a la importancia de la cuenca a nivel regional, las estrategias sectoriales de desarrollo serán las propuestas en el PROT. A modo de resumen, se incluirá extractos del PROT con los objetivos de las estrategias de desarrollo para cada sector.

Acuicultura

“Facilitación de los espacios necesarios para el desarrollo de las actividades acuícolas, basándose en la compatibilización con las demás actividades e incorporando criterios tendientes a proteger el medio ambiente.”

Minería

“Aseguramiento de la disponibilidad de las áreas con yacimientos de recursos

¹ PRDU, Etapa II, Antecedentes y Acuerdos Básicos.

mineros para facilitar su explotación y el desarrollo de proyectos mineros.”

Turismo

“Protección de los atractivos y potenciales para el turismo y la recreación, especialmente las actividades relacionadas con la naturaleza, paisaje, cursos y cuerpos de agua, y el patrimonio cultural y la conexión con regiones y países vecinos.”

Agricultura

- Protección de los suelos con alto valor agrícola, permitiendo otros usos sólo si no implican una pérdida del potencial agrícola de estos suelos.
- Desarrollo de la actividad, en el sentido de una ampliación de la base productiva, sea a través del mejoramiento de la calidad de superficie ya integrada o a través de la incorporación de superficies adicionales.
- Diferenciación del producto regional.

Ganadería

- Conservación de las actividades pecuarias y de los suelos como sustento de éstas.
- Desarrollo de la actividad, en el sentido de una ampliación de la base productiva, sea a través del mejoramiento de la calidad de superficie ya integrada o a través de la incorporación de superficies adicionales.
- Diferenciación del producto regional.

Forestal

- Ampliación de la base productiva forestal en áreas con recursos aptos, tanto en la masa forestal que obra en manos de privados, así como a través del otorgamiento de concesiones en áreas fiscales.
- Desarrollo de la actividad, en el sentido de una ampliación de la base productiva, sea a través del mejoramiento de la calidad de superficie ya integrada o a través de la incorporación de superficies adicionales.
- Diferenciación del producto regional.

3 Análisis Estratégico – Económico.

La metodología correspondiente a este capítulo del informe, y de los escenarios de desarrollo, se encuentran en el Anexo 1: Metodologías.

RESULTADOS.

3.1 Modelo de Grillas

3.1.1 Vulnerabilidad Ambiental

En Figura 3.1.1 se puede apreciar una representación espacial del índice de vulnerabilidad ambiental. Cabe destacar la subcuenca del Río Emperador Guillermo como el más vulnerable. Otros informes han destacado la importancia de la erosión en esta subcuenca, lo cual ha afectado la calidad de agua en el Emperador Guillermo (CADE-IDEPE 2004).

(Nota: Los valores solo tienen valor comparativo, y no tienen unidades)

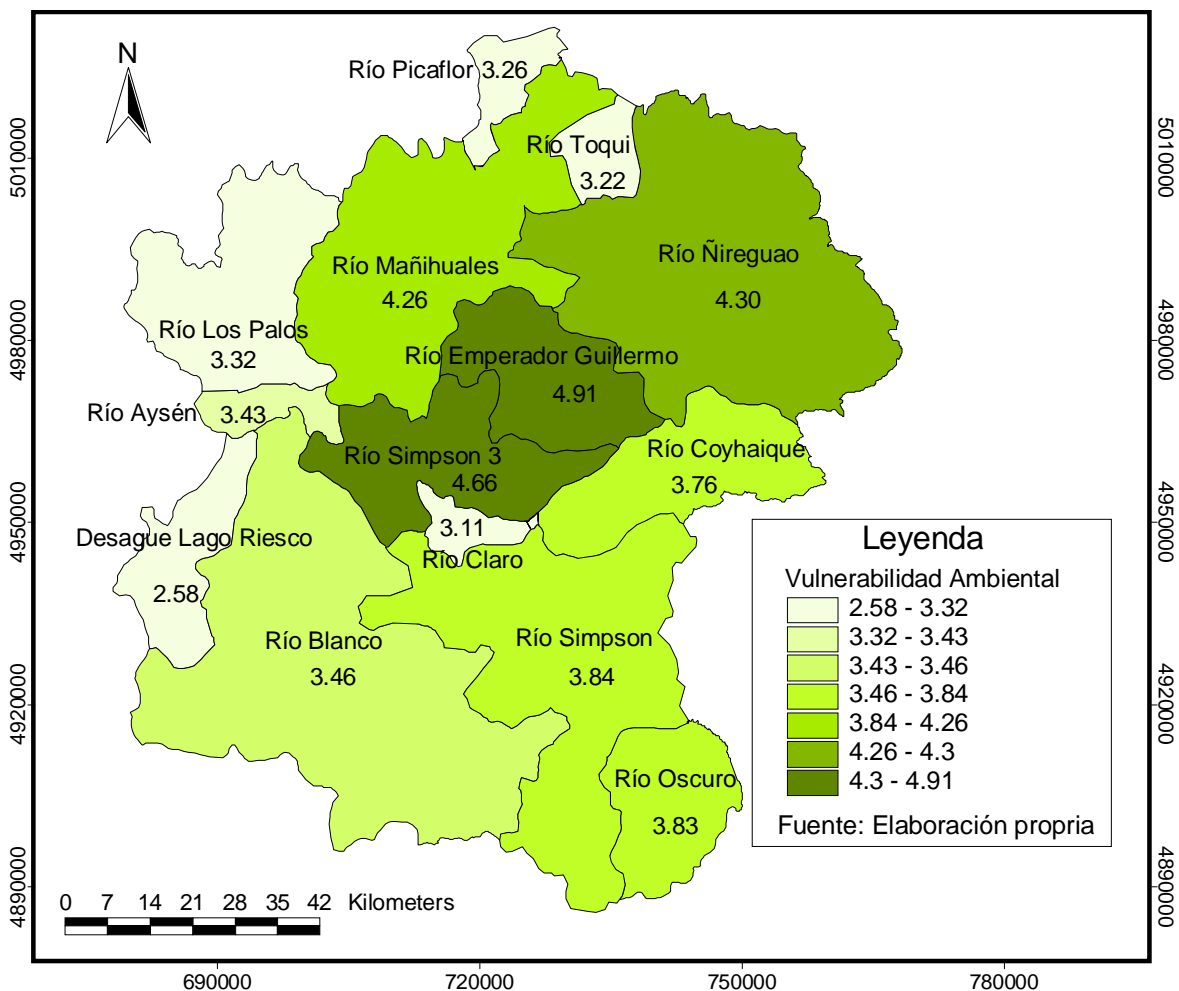


Figura 3.1.1: El índice de Vulnerabilidad Ambiental por tramo

3.1.2 Jerarquización Socio-Económica

En esta sección se muestra el aporte económico por tramo, incluyendo los siete sectores analizados en este estudio, es decir, Agricultura, Silvicultura, Ganadería, Minería, Turismo, Industria y Pesca. La figura muestra la densidad de uso de cada sector económico para cada tramo, que se calculo de una forma para los sectores con fuentes puntuales (usos/km de río) y de una forma distinta para los usos asociados a fuentes difusas (Ganadería, Turismo, Silvicultura y Agricultura) donde se calculo en [área uso/área tramo]. Una vez obtenidas las densidades por sector, se multiplico por el aporte económico de cada sector determinado según la jerarquización económica realizada en capítulos anteriores. En la figura 3.1.2 se ve la suma del aporte de cada sector para cada tramo.

(Nota: Los valores solo tienen valor comparativo, y no tienen unidades)

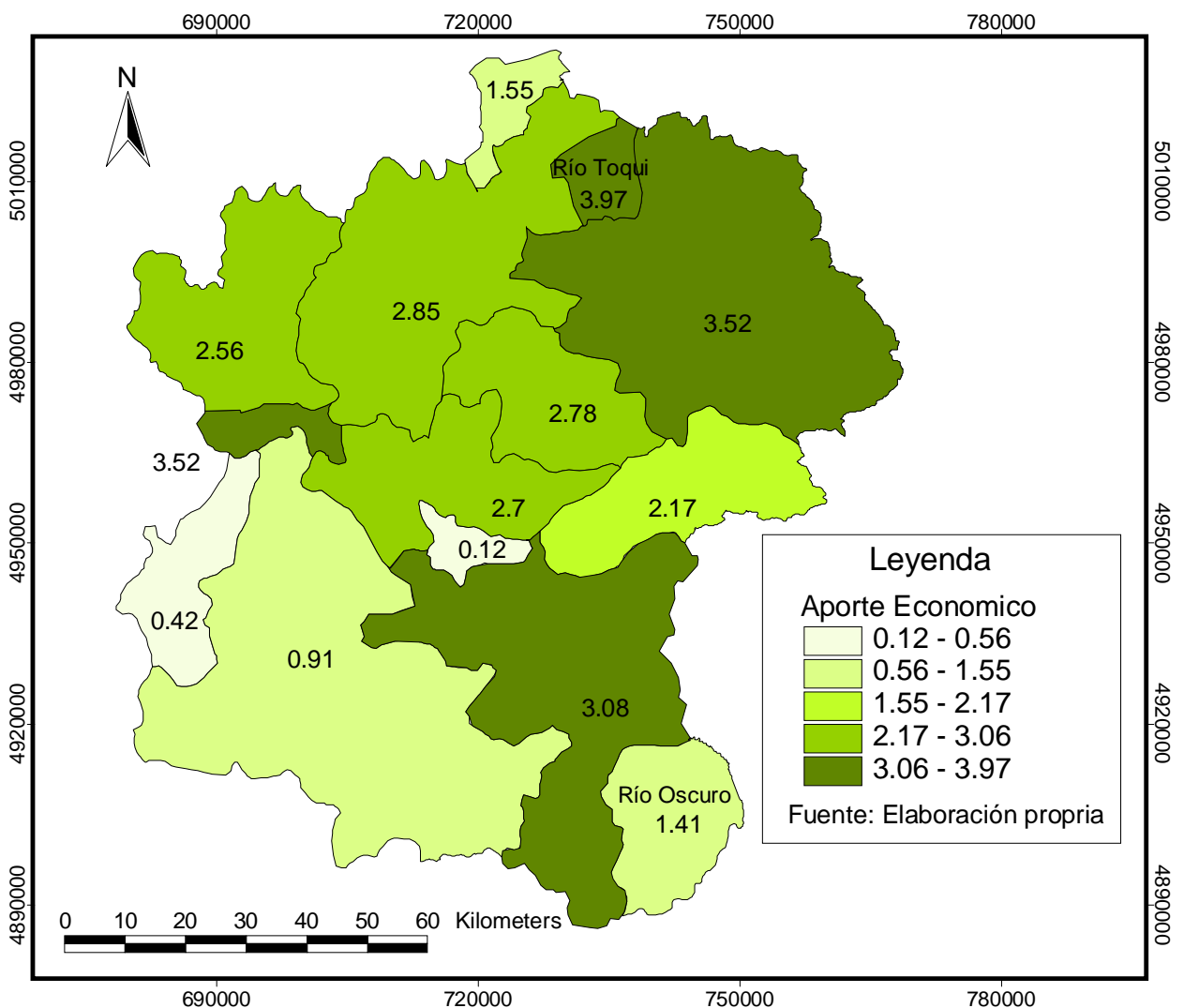


Figura 3.1.2: Aporte Económico por tramo de vigilancia.

3.1.3 Impacto Ambiental

En esta sección se mostraran los resultados del impacto asociado a cada sector, a escala de tramo de vigilancia. Lo que muestran las figuras no es mas ni menos que la presión de uso de cada sector sobre cada tramo de vigilancia, multiplicado por el impacto sobre la calidad de aguas obtenido luego de construir la matriz de impacto

del anexo 3, sumado a la capa de vulnerabilidad ambiental mostrada anteriormente. Un valor de 0 (cero) para un área determinada implica que no se encontraron actividades asociadas al sector productivo correspondiente en ese tramo de vigilancia.

El Impacto Ambiental sobre la calidad de aguas, para cada sector, y por tramo de vigilancia, sin considerar la vulnerabilidad ambiental de cada subcuenca, se puede apreciar en la siguiente tabla:

	Aysén	Blanco	Ñirehuao	E. Guillermo	Los Palos	Mañihuales	Oscuro	Picaflor	Simpson 1	Simpson 3	Toqui	Claro	Coyhaique	Riesco
Industria	0.53	0.00	0.07	0.23	0.00	0.17	0.36	0.86	0.37	0.44	0.00	0.09	0.03	0.63
Pesca	1.19	0.08	0.00	0.15	2.31	0.14	0.00	0.43	0.04	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
Minería	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00
Agricultura	0.49	0.01	0.00	0.04	0.11	0.05	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05
Silvicultura	0.44	0.31	0.31	0.12	0.10	0.27	0.23	0.19	0.27	0.28	0.22	0.50	0.37	0.27
Ganadería	0.52	0.10	2.75	2.15	0.16	0.22	3.28	0.51	2.24	0.81	0.82	1.64	2.48	0.37
Total	3.16	0.50	3.13	2.69	2.67	0.85	3.87	2.00	3.13	1.64	1.60	2.24	2.89	1.32

Tabla 3.1.1: Impacto ambiental Bruto para cada tramo, por sector económico.

En la tabla solo aparece el impacto asociado a cada sector, sin considerar la vulnerabilidad ambiental de cada tramo. En negrita aparece el máximo para cada sector productivo.

INDUSTRIA

Para calcular el impacto del sector Industrial de la cuenca, se consideraron solo los usos con información disponible para este tipo de análisis, que en este caso fueron;

- 7 vertederos.
- 1 Matadero.
- 22 Sitios de extracción de áridos.

Como se puede observar en la figura 3.1.3, el 3° tramo del Simpson y el Río Emperador Guillermo son los más afectados por las actividades industriales. Es preciso tener en cuenta que la capa de vulnerabilidad ambiental esta sumada al impacto asociado a cada sector, por lo que para facilitar el análisis, se incluye una pequeña tabla (tabla 3.1.2) donde aparece el impacto asociado a cada sector *sin* considerar la vulnerabilidad ambiental.

(Nota: Los valores solo tienen valor comparativo, y no tienen unidades)

	Aysén	Blanco	Ñirehuao	E. Guillermo	Los Palos	Mañihuales	Oscuro	Picaflor	Simpson 1	Simpson 3	Toqui	Claro	Coyhaique	Riesco
Industria	0.53	0.00	0.07	0.23	0.00	0.17	0.36	0.86	0.37	0.44	0.00	0.09	0.03	0.63

Tabla 3.1.2: Impacto ambiental Bruto, Industria.

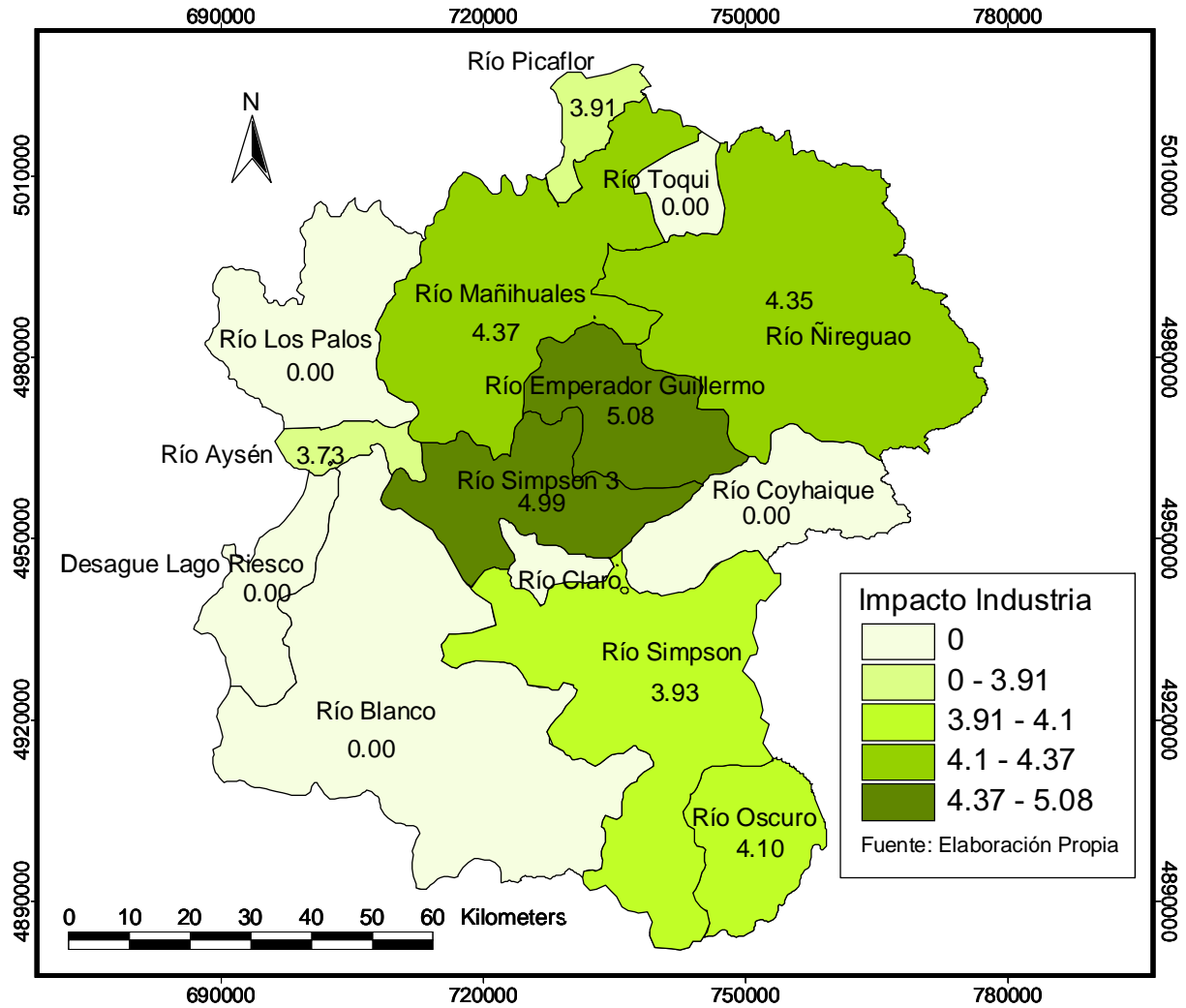


Figura 3.1.3: Impacto sobre la calidad de aguas asociado al sector Industrial

MINERIA

En la cuenca existen dos usos mineros, distribuidos en la cuenca del Río Toqui y Simpson. La minería considerada en este estudio, dada la información disponible, fue la siguiente:

- Minera El Toqui
- Minera Homestake Chile

El impacto asociado a este sector, sin considerar la vulnerabilidad ambiental, se muestra en la tabla 3.1.3;

	Aysén	Blanco	Ñirehuao	E. Guillermo	Los Palos	Mañihuales	Oscuro	Picaflor	Simpson 1	Simpson 3	Toqui	Claro	Coyhaique	Riesco
Minería	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00

Tabla 3.1.3: Impacto ambiental Bruto, Minería.

En resumen, el impacto de la minería en la cuenca se muestra en la figura 3.1.4:

(Nota: Los valores solo tienen valor comparativo, y no tienen unidades)

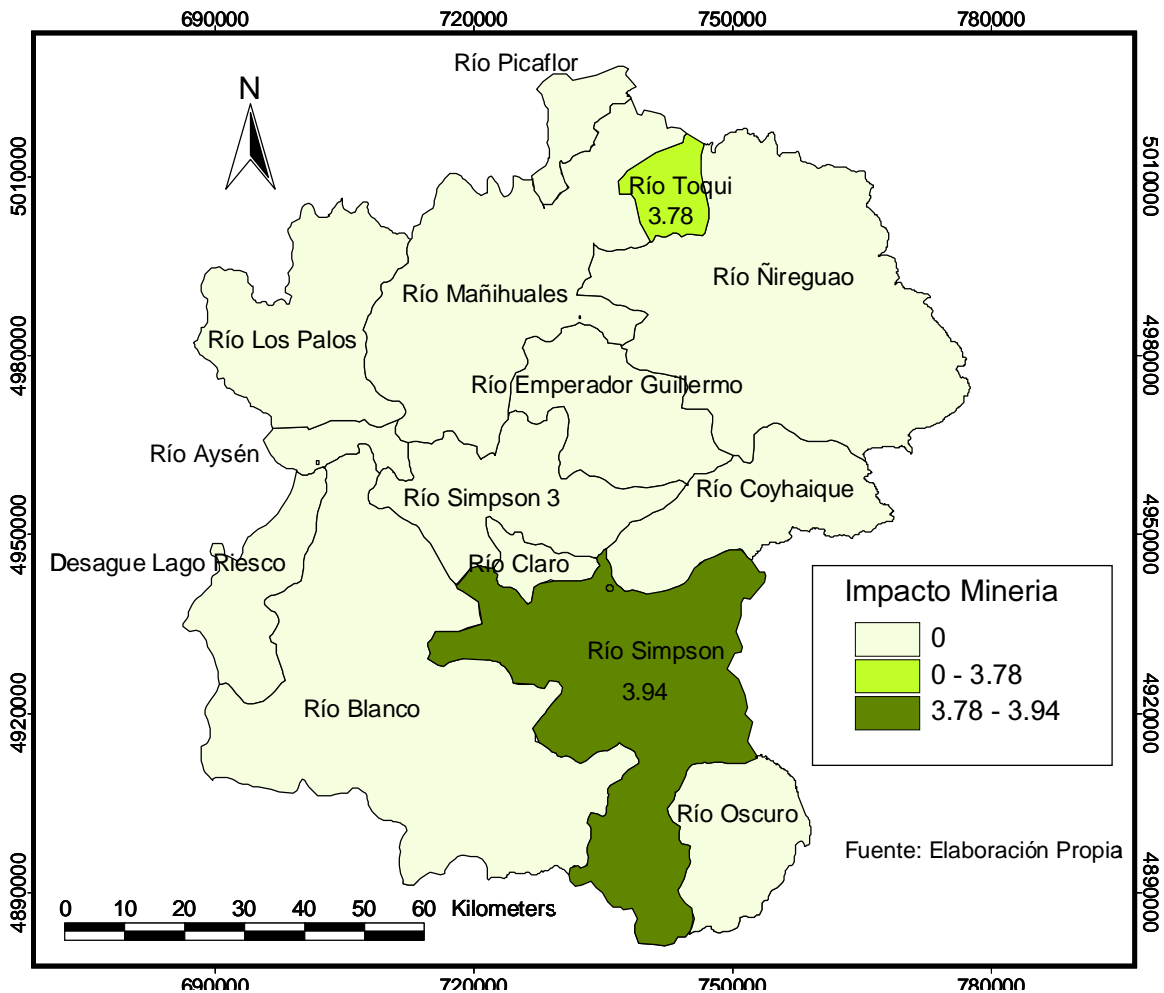


Figura 3.1.4: Impacto sobre la calidad de aguas asociado al sector Minero.

PESCA

En el sector Pesca la información disponible fue mucho mayor que para los sectores descritos mas arriba. Se incluyeron 3 tipos de usos, agregados en dos categorías; Pisciculturas y Procesamiento. En la primera solo se incluyeron instalaciones de ese tipo, mientras que en la segunda categorías se incluyeron planta de procesamiento de pescados y Talleres de lavado de redes. Los usos considerados para medir el impacto de este sector fueron los siguientes:

- 24 Pisciculturas.
- 3 Plantas de procesamiento.
- 2 Talleres de lavado de Redes.

El impacto ambiental para cada tramo se muestra en la tabla 3.1.4, *sin* considerar la vulnerabilidad ambiental.

	Aysén	Blanco	Ñirehuao	E. Guillermo	Los Palos	Mañihuales	Oscuro	Picaflor	Simpson 1	Simpson 3	Toqui	Claro	Coyhaique	Riesco
Pesca	1.19	0.08	0.00	0.15	2.31	0.14	0.00	0.43	0.04	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 3.1.4: Impacto ambiental Bruto, Pesca.

En este caso los vacíos de información fueron más específicos, y se relacionaron con el impacto asociado a los usos del agua de este sector. El catastro de usos era el más completo, pero el impacto asociado a cada tipo de usos fue obtenido a partir de una revisión bibliográfica, como esta explicado en la metodología de la Matriz de Impacto. (Anexo 3)

El impacto sobre la calidad de aguas asociado a este sector productivo se muestra en la figura 3.1.5:

(Nota: Los valores solo tienen valor comparativo, y no tienen unidades)

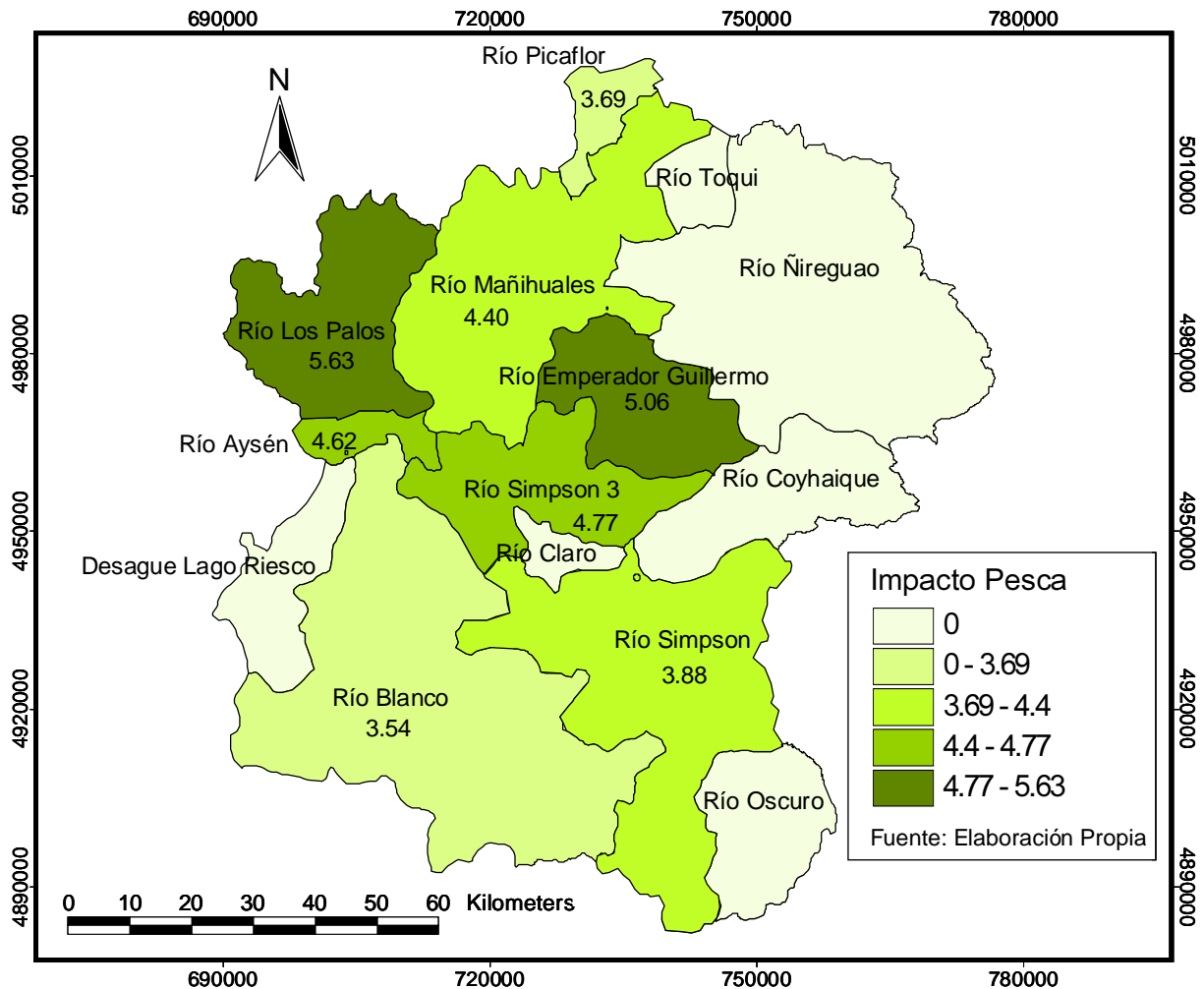


Figura 3.1.5: Impacto sobre la calidad de aguas asociado al sector Pesca

AGRICULTURA

El análisis sobre el impacto potencial del sector agrícola está representado

gráficamente en Figura 3.1.6. Los tramos de Río Aysén y Río Emperador Guillermo tienen los valores más altos. Esto se debe principalmente a que el índice de vulnerabilidad ambiental para el Río Emperador Guillermo tiene el valor más alto de la cuenca y que en el sector del Río de Aysén los terrenos agrícolas suman un 16,2% de la superficie. Como se aprecia en Figura 3.1.6, la agricultura tiene un impacto ambiental menor en el resto de la cuenca de Aysén. Aunque en otras regiones la agricultura contribuye a la contaminación difusa de los ríos, en la cuenca de Aysén, el impacto de esta actividad sería muy bajo y limitado a los dos tramos ya mencionados.

En general, el sector agrícola tiene un aporte mínimo a la PIB de la cuenca de Aysén. Sin embargo, esta actividad es espacialmente agregada dentro de la cuenca, y contribuiría al ingreso de ciertas localidades como Puerto Aysén.

(Nota: Los valores solo tienen valor comparativo, y no tienen unidades)

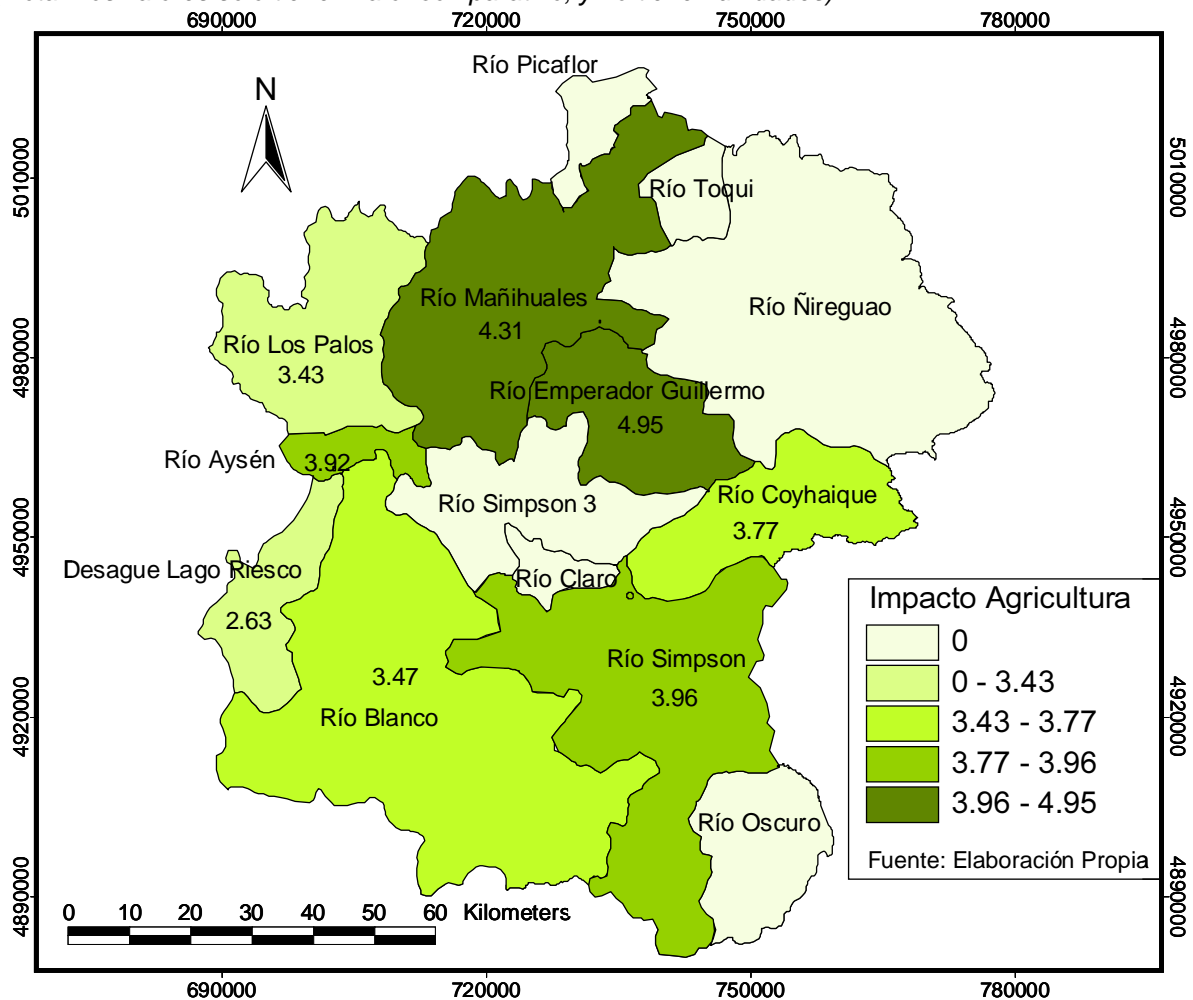


Figura 3.1.6: Impacto sobre la calidad de aguas asociado al sector Agricultura

GANADERIA

El impacto ganadero se concentra en la parte oriental de la cuenca de Aysén. El Río Oscuro y el río Ñireguao presentan los valores más altos (ver Figura X). En ambos casos, la proporción de la subcuenca dedicada a la ganadería es muy alta. Otra manera de ver el impacto de la ganadería es a través del índice de contaminación

difusa, lo cual incorpora la carga animal y los fertilizantes utilizados dentro de cada subcuenca. Este análisis claramente muestra que el tramo del Río Simpson 1 estaría más afectado por la contaminación difusa.

(Nota: Los valores solo tienen valor comparativo, y no tienen unidades)

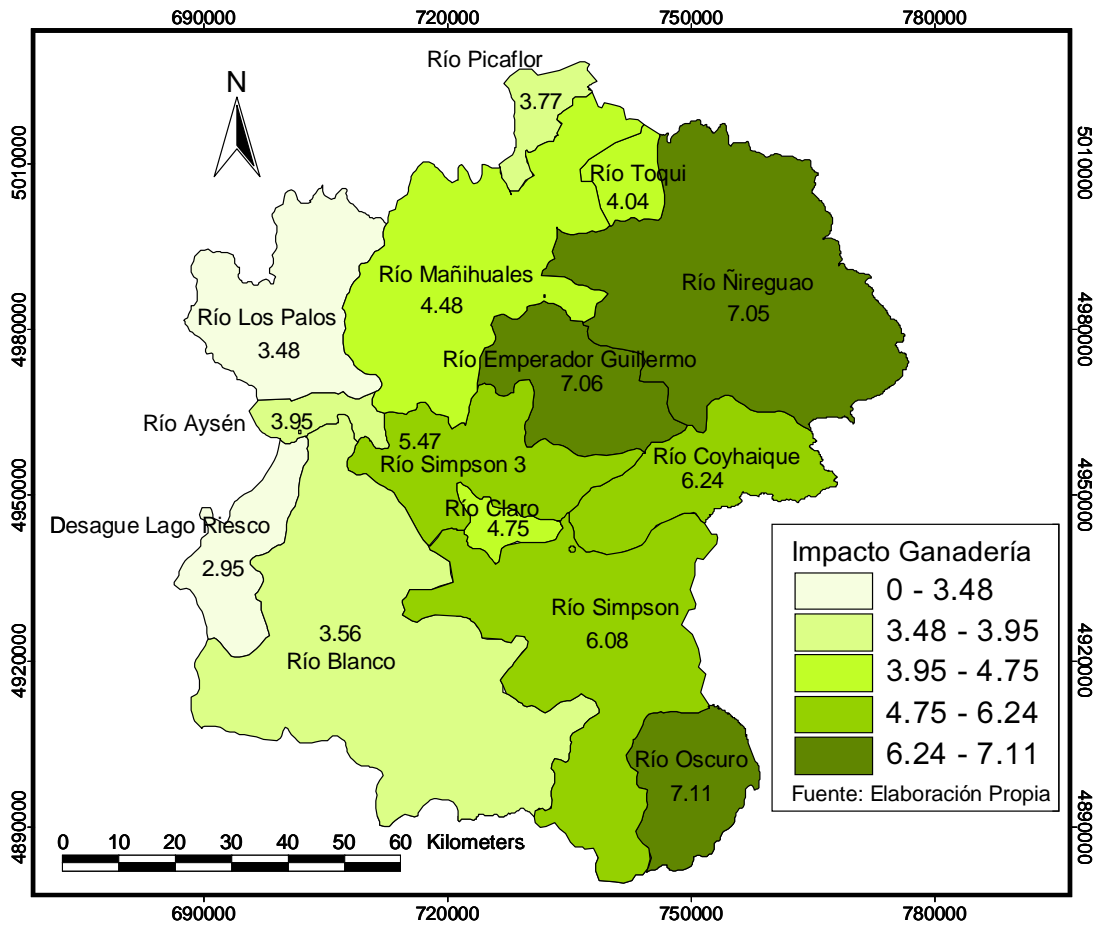


Figura 3.1.7: Impacto sobre la calidad de aguas asociado al sector Ganadería.

Otra manera de ver el impacto de la ganadería es a través del índice de contaminación difusa, lo cual incorpora la carga animal y los fertilizantes utilizados dentro de cada subcuenca. Este análisis claramente muestra que el tramo del Río Simpson 1 estaría más afectado por la contaminación difusa. (Figura 3.1.8)

(Nota: Los valores solo tienen valor comparativo, y no tienen unidades)

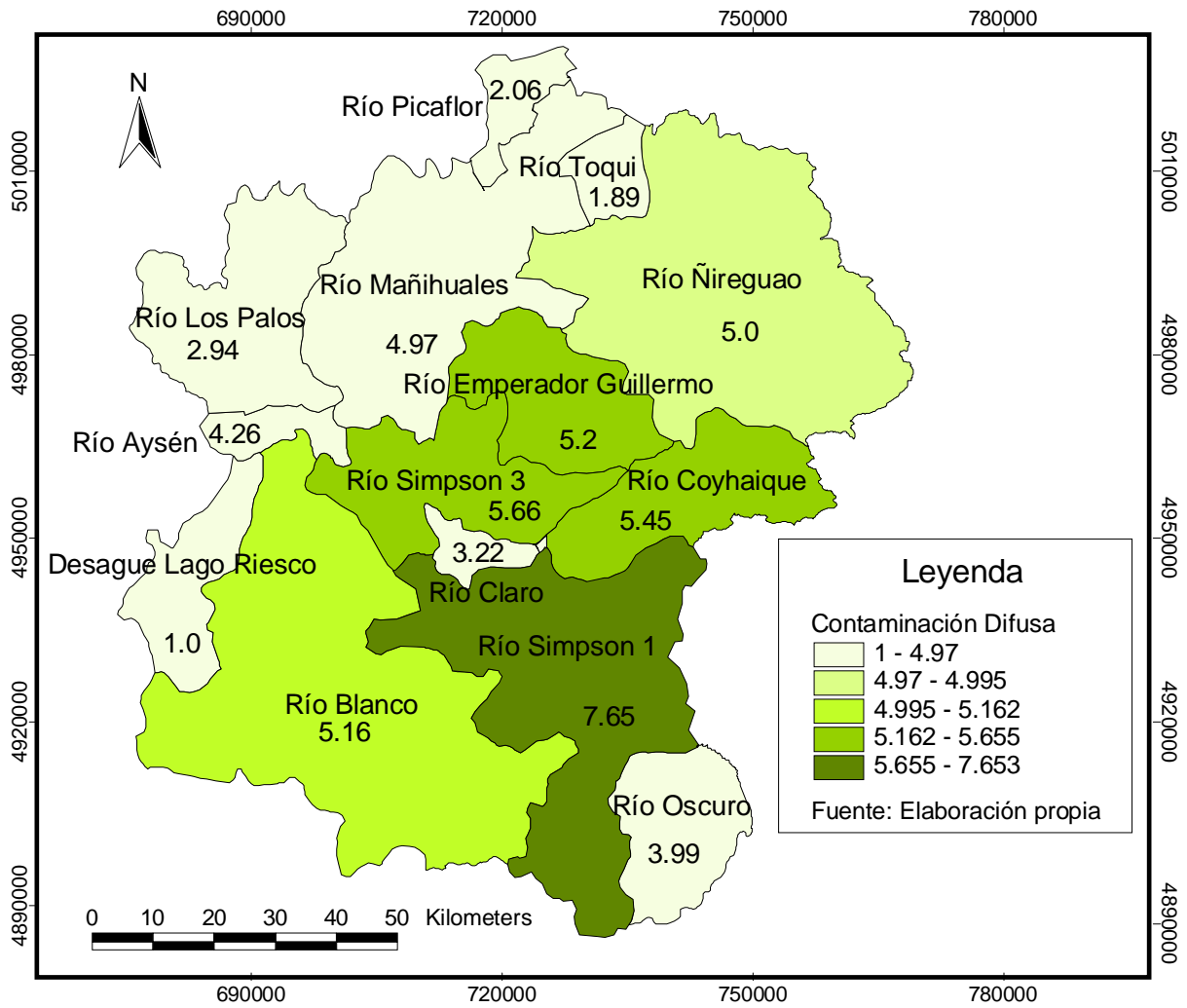


Figura 3.1.8: Riesgo de Contaminación Difusa por tramo.

SILVICULTURA

El sector forestal se caracteriza por se relativa homogeneidad en la cuenca de Aysén: todos los tramos de vigilancia contienen bosques de producción. El tramo del Río Simpson 2 tiene el valor más alto, 6,9, pero esto debido al tramo reducido de este tramo. La Figura X muestra que los mayores impactos ambientales estarían en las subcuencas del Río Coyhaique, el Río Ñireguao, el Río Claro, y el Río Aysén. El tramo del Río Los Palos estaría menos impactado por esta actividad. Es importante notar que los mayores impactos ambientales ocurren durante la cosecha y los años inmediatamente después cuando las laderas son susceptibles a la erosión.

(Nota: Los valores solo tienen valor comparativo, y no tienen unidades)

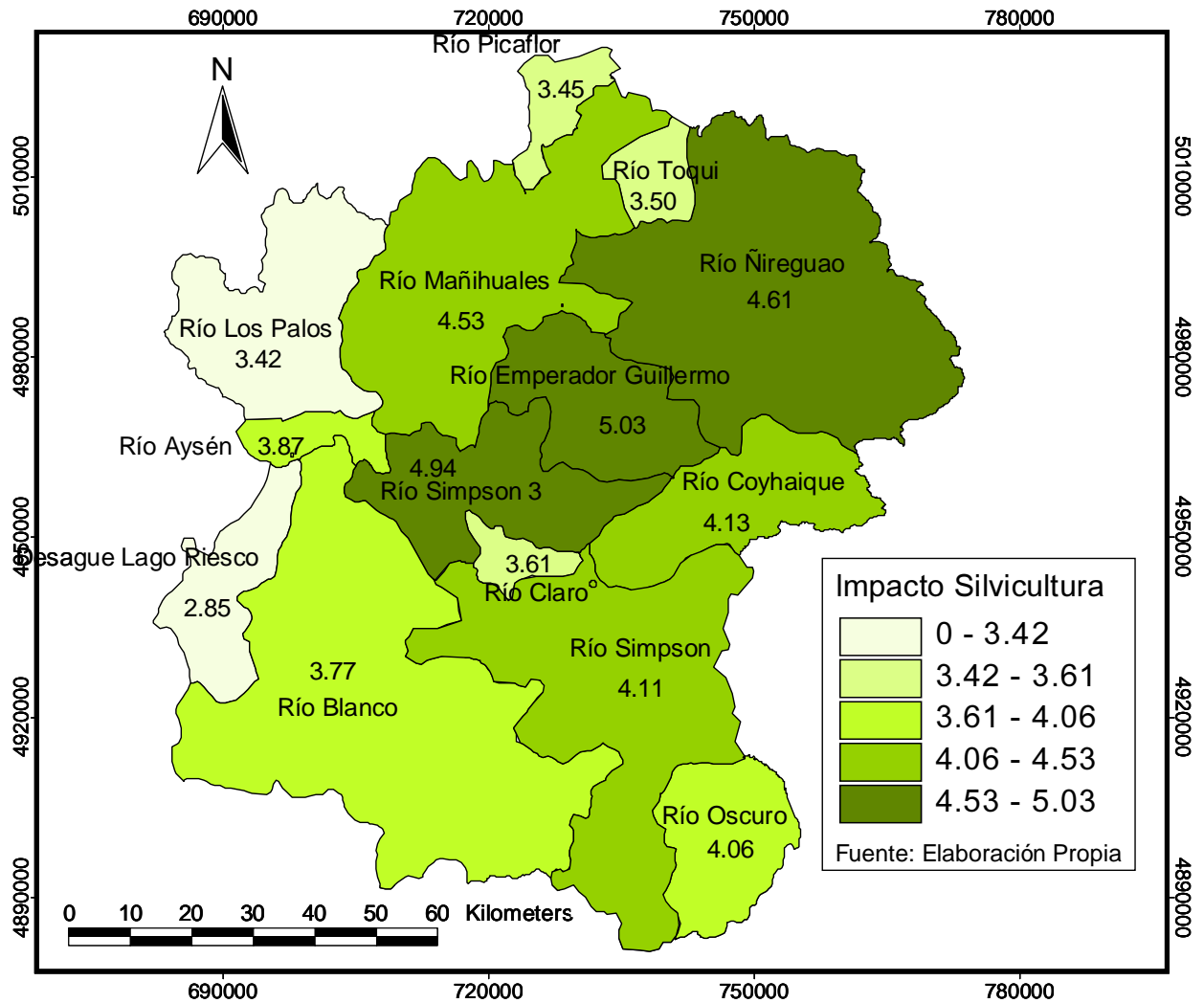


Figura 3.1.9: Impacto sobre la calidad de aguas asociado al sector Silvicultura.

Impacto Ambiental Total

En la siguiente figura se puede apreciar la suma del impacto ambiental de los 6 sectores analizados, más la capa de vulnerabilidad ambiental, para cada tramo de vigilancia. La influencia de la vulnerabilidad ambiental, la cual mide variables más ecológico-hidrológicas que socio-económicas, se puede apreciar comparando esta figura con la figura 3.1.1. Se decidió incorporar esta capa al análisis para realizar una estimación del impacto sobre los parámetros que determinan la calidad que se aproxime un poco más a la realidad que una matriz de impacto.

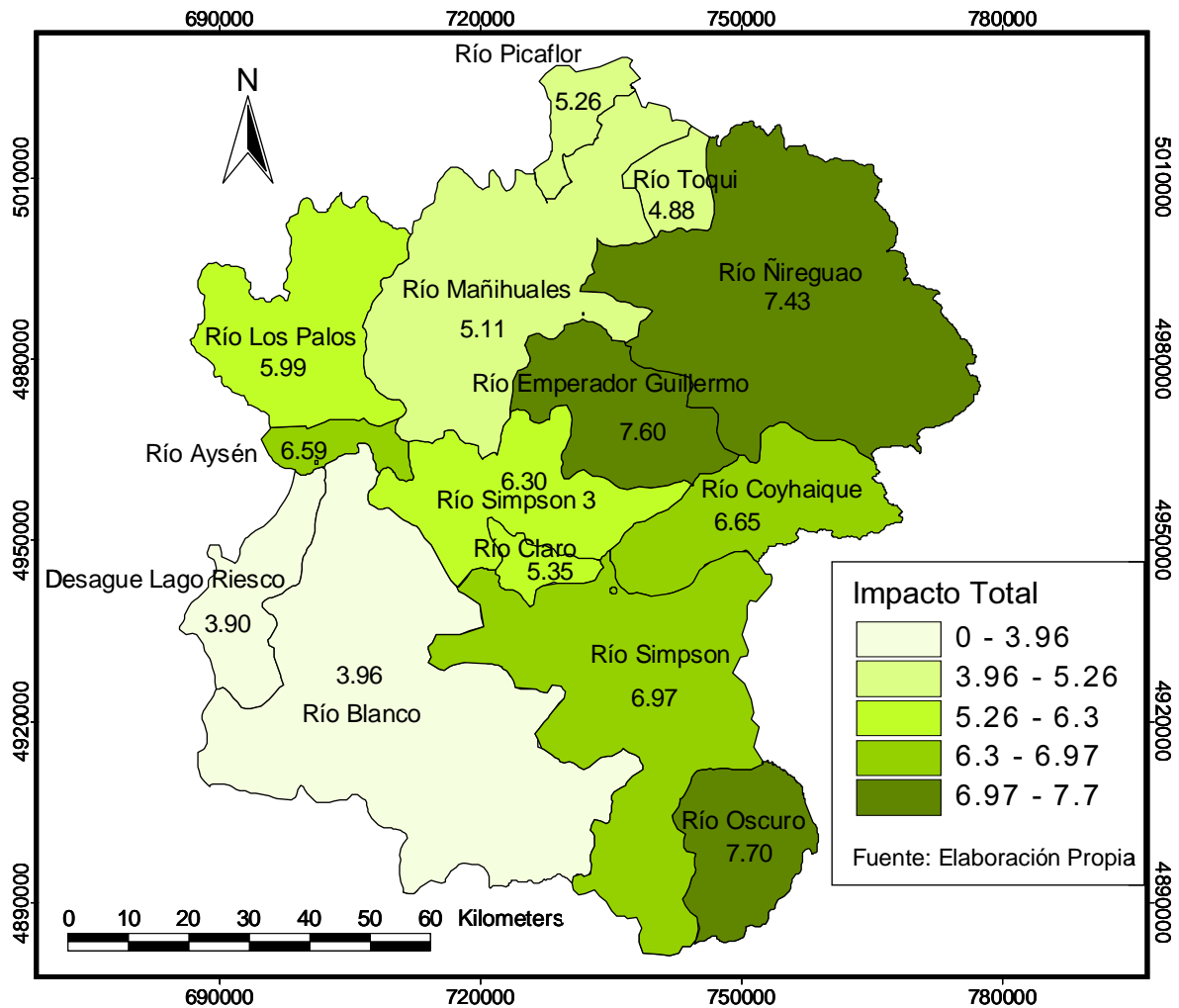


Figura 3.1.10: Impacto sobre la calidad de aguas total, considerando el impacto de cada sector y la vulnerabilidad ambiental de cada tramo de vigilancia.

3.1.4 Impacto de la Aplicación de la Norma.

Para ordenar las actividades económicas de acuerdo a su impacto sobre la calidad de agua se generó una matriz de impacto, donde para cada actividad se estableció mediante revisión de literatura especializada, su efecto en los parámetros incluidos en la norma.

Para analizar el efecto económico-social de la implementación de la norma secundaria de calidad de agua, se generó un gráfico donde las actividades económicas se comparan de acuerdo a su importancia económico-social y su impacto en la calidad de agua de la cuenca. Este procedimiento genera un nuevo ordenamiento de las actividades basado en el supuesto que las actividades con mayor impacto y mayor importancia económica se verán mas afectadas por la implementación de la norma. A este orden básico se le aplican los escenarios de desarrollo esperados y probables para cada actividad y consideraciones relacionadas con la dinámica de aplicación de la norma tales como plazos, procedimientos específicos, etc. De este modo se llega a una estimación cualitativa de los efectos económico-sociales de la implementación de la norma secundaria de calidad de aguas.

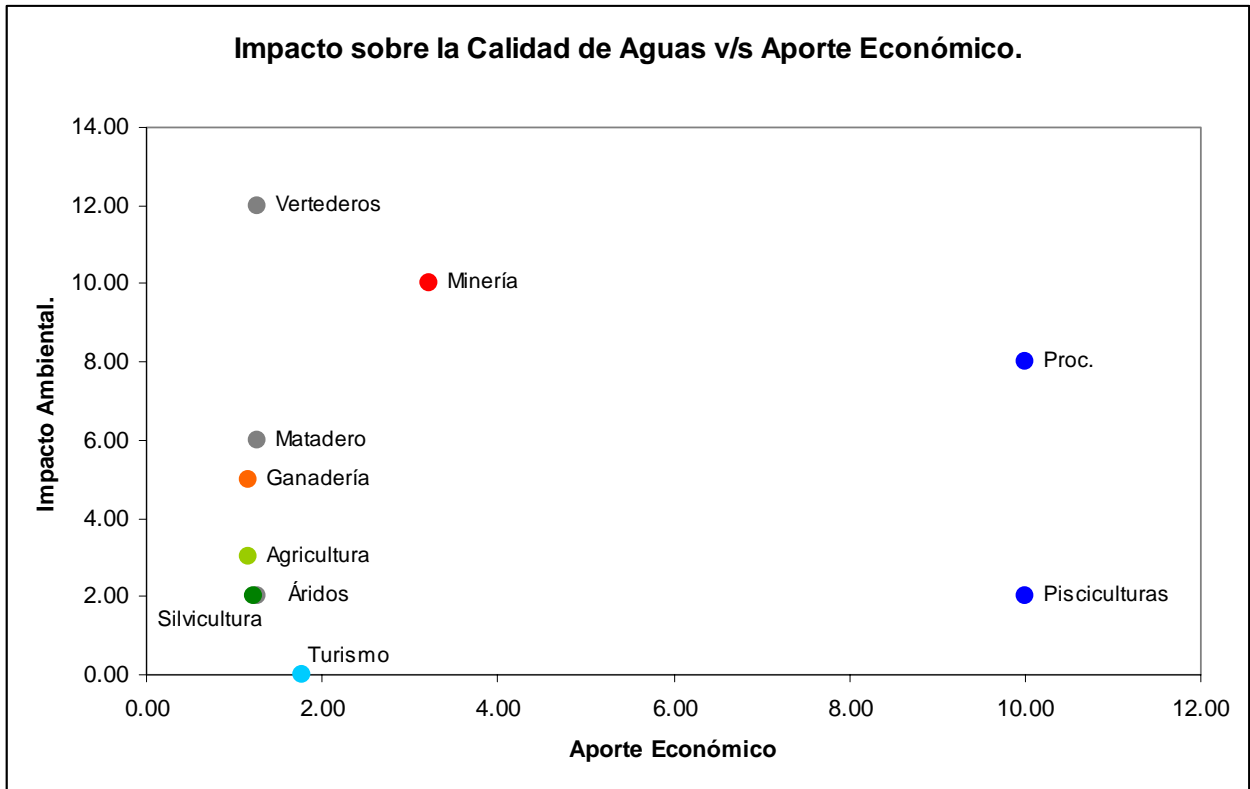


Gráfico 3.1.1: Aporte Económico v/s Impacto Ambiental.
(Fuente: Elaboración Propia)

Como se puede observar, de los 7 sectores económicos analizados, existe un grupo en torno a un nivel bajo de desarrollo (1.5 - 2 de 10) donde actividades que aportan de manera similar a la variable económica de la cuenca, impactan sobre la calidad de agua de manera muy diferente. De esta manera se ve que el sector industrial, sin sobresalir en el aporte económico a la cuenca, si se dispara en lo que es modificar la calidad de aguas de esta, en especial los vertederos, que si bien corresponden a la categoría industrial-urbana, se puede esperar un aporte económico específico de ese tipo de actividad aun mas bajo.

Otro aspecto notable es la dominancia económica del sector pesquero, y el contraste entre los dos sub-sectores presentes en la cuenca; Pisciculturas y Procesamiento. Mientras el primero tiene grandes proyecciones y un bajo impacto sobre la calidad de aguas, el impacto provocado por las plantas de procesamiento y talleres de lavado de redes (visto como cantidad de parámetros por norma *posibles* de afectar, nada mas ni nada menos) hace previsible la aplicación de medidas de tratamiento de RILes por parte de este sub-sector. Ya existen empresas del rubro con plantas de tratamiento, y es de esperar que con la entrada en vigencia del D.S 90 en septiembre del presente, tengamos varias empresas con sus RILes tratados de aquí a fines del año.

El siguiente paso es la expresión de estos resultado en forma espacialmente explícita en el área de la cuenca del río Aysén, este proceso permite determinar aquellas zonas de la cuenca donde la vulnerabilidad ambiental en conjunto con las actividades económicas que se desarrollan generan impactos en la calidad del agua, lo que permite analizar los efectos económico-sociales de la implementación de la norma distribuidos espacialmente.

Para expresarlo espacialmente, se sumo el impacto de cada sector con el aporte económico total, y de esta forma se obtuvo una valoración cualitativa del Impacto de la Aplicación de la Norma, bajo un supuesto bastante simple; a mas impacto ambiental de un sector, y mas aporte a la cuenca, mas efecto (Impacto) tendrá la aplicación de la norma sobre ese sector. El grafico 3.1.1 muestra la distribución de los sectores en estos dos ejes, Aporte Económico v/s Impacto Ambiental.

Finalmente, el impacto de la aplicación de la Norma Secundaria de calidad de Aguas sobre la cuenca del Río Aysén, por tramo de Vigilancia, considerando las variables, supuestos y vacíos de información descritos en este estudio, se muestra en la figura 3.1.11:

(Nota: Los valores solo tienen valor comparativo, y no tienen unidades)

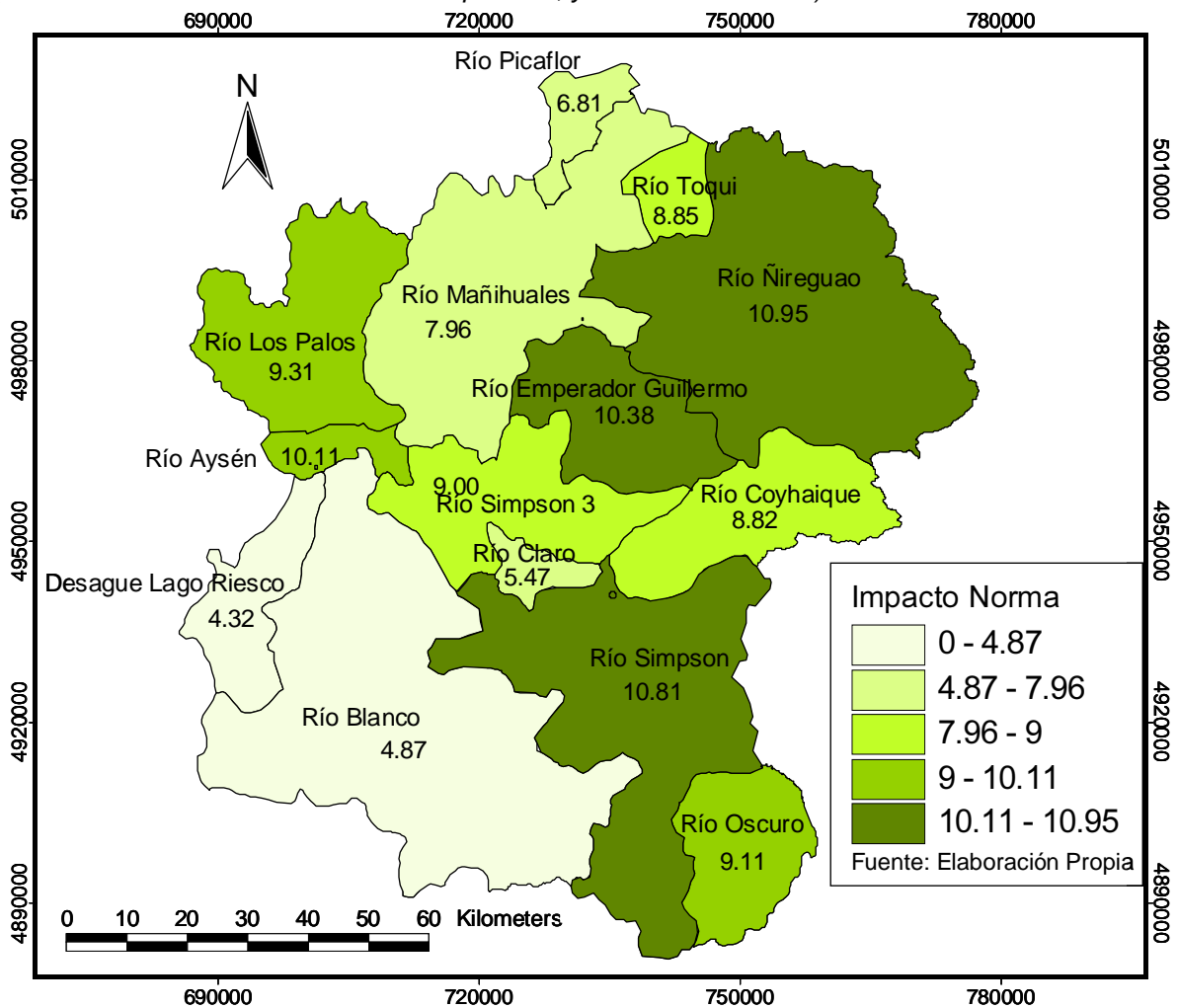


Figura 3.1.11: Impacto de la aplicación de la Norma Secundaria sobre la cuenca del Aysén.

Para poder analizar si la capa de vulnerabilidad ambiental altera el objetivo de nuestro análisis inicial, en la figura 3.1.12 se muestra el impacto de la aplicación de la norma sin considerar la vulnerabilidad ambiental.

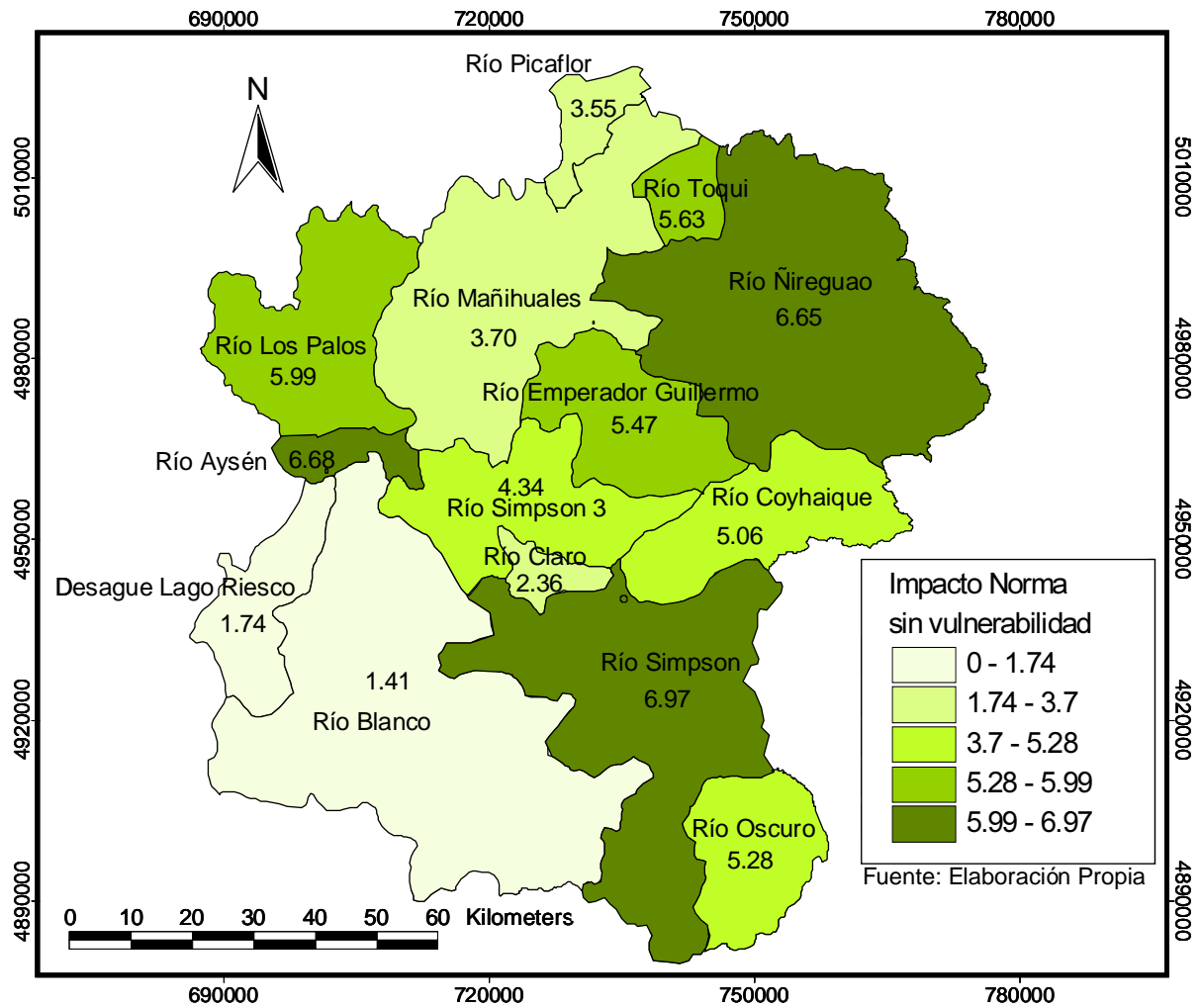


Figura 3.1.12: Impacto de la aplicación de la Norma Secundaria sobre la cuenca del Aysén, sin considerar la vulnerabilidad ambiental de cada tramo.

Como se puede ver en las últimas dos figuras, las cuencas de los Ríos Emperador Guillermo y Aysén son las únicas dos que se ven seriamente afectadas por la vulnerabilidad ambiental. A partir de este dato se puede inferir que el costo de la aplicación de la norma para esas cuencas pasa más por un asunto ecológico, hidrológico o geográfico, y no socio-económico o socio-político, como era de esperar del análisis de este estudio. Si bien la información no es en absoluto concluyente, creemos sería un factor a tener en cuenta.

3.2 Escenarios de Desarrollo

La jerarquización económica modificada como se explico en la metodología, quedan como lo muestra la siguientes tablas (3.1.1, 3.1.2, 3.1.3), donde se puede observar como varían entre escenario las variables empleo y variación anual PIB.

Tabla 3.2.1: Jerarquización económica Actual

ESCENARIO ACTUAL	SECTOR ECONOMICO						
	Agricultura	Ganadería	Silvicultura	Turismo	Minería	Pesca	Industria
% promedio variación anual PIB 1996-2002	0.00	0.00	0.00	3.71	8.13	23.41	3.52
% promedio participación en el valor agregado 1996-2002	4.998	4.998	4.998	5.606	1.086	17.993	4.146
% del PIB XI región por rama de actividad económica 2002	9.000	9.000	9.000	9.900	8.200	21.600	4.500
% de empleo por sector, Comuna de Aysén y Coyhaique	2.346	2.346	2.346	4.110	1.981	6.334	5.535
% de participación en las exportaciones regionales	0.004	0.157	0.965	1.535	25.998	71.555	0.187
ponderación	3.269	3.300	3.462	4.972	9.080	28.179	3.577
estandarización al valor máximo	0.116	0.117	0.123	0.176	0.322	1.000	0.127
estandarización corregida a escala de 1 a 10	1.160	1.171	1.228	1.764	3.222	10.000	1.269

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.2.2: Jerarquización económica modificada según escenario de crecimiento Medio

ESCENARIO MEDIO	SECTOR ECONOMICO						
	Agricultura	Ganadería	Silvicultura	Turismo	Minería	Pesca	Industria
% promedio variación anual PIB 1996-2002	1.5	1.5	1.5	3.0	1.5	7.0	4.0
% promedio participación en el valor agregado 1996-2002	4.998	4.998	4.998	5.606	1.086	17.993	4.146
% del PIB XI región por rama de actividad económica 2002	9.000	9.000	9.000	9.900	8.200	21.600	4.500
% de empleo por sector, Comuna de Aysén y Coyhaique	2.416	2.416	2.416	5.330	2.160	12.827	8.756
% de participación en las exportaciones regionales	0.004	0.157	0.965	1.535	25.998	71.555	0.187
ponderación	3.583	3.614	3.776	5.074	7.789	26.195	4.318
estandarización al valor máximo	0.137	0.138	0.144	0.194	0.297	1.000	0.165
estandarización corregida a escala de 1 a 10	1.368	1.380	1.441	1.937	2.973	10.000	1.648

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.2.3: Jerarquización económica modificada según escenario de crecimiento Óptimo

ESCENARIO OPTIMO	SECTOR ECONOMICO						
	Agricultura	Ganadería	Silvicultura	Turismo	Minería	Pesca	Industria
% promedio variación anual PIB 1996-2002	2.5	2.5	2.5	5.0	3.5	9.0	5.5
% promedio participación en el valor agregado 1996-2002	4.998	4.998	4.998	5.606	1.086	17.993	4.146
% del PIB XI región por rama de actividad económica 2002	9.000	9.000	9.000	9.900	8.200	21.600	4.500
% de empleo por sector, Comuna de Aysén y Coyhaique	2.463	2.463	2.463	5.330	6.150	14.692	9.977
% de participación en las exportaciones regionales	0.004	0.157	0.965	1.535	25.998	71.555	0.187
ponderación	3.793	3.823	3.985	5.474	8.987	26.968	4.862
estandarización al valor máximo	0.141	0.142	0.148	0.203	0.333	1.000	0.180
estandarización corregida a escala de 1 a 10	1.406	1.418	1.478	2.030	3.332	10.000	1.803

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 3.2.4 se compilan las diferentes jerarquizaciones económicas para los dos escenarios económicos construidos, uno con crecimiento medio y otro optimo.

	Minería	Pesca		Industria			Ganadería	Silvicultura	Agricultura	Turismo
		Proc.	Pisc.	Vertedero	Matadero	Áridos				
Impacto Actual	10.00	8.00	2.00	12.00	6.00	2.00	5.00	2.00	3.00	0.00
A. Econ.* Actual	3.22	10.00	10.00	1.27	1.27	1.27	1.17	1.23	1.16	1.76
A. Econ. EC Medio	2.97	10.00	10.00	1.65	1.65	1.65	1.38	1.44	1.37	1.94
A. Econ. EC Optimo	3.33	10.00	10.00	1.80	1.80	1.80	1.42	1.48	1.41	2.03

*Aporte Económico

Tabla 3.2.4: Aporte económico por sector según escenarios de crecimiento, e impacto Ambiental Actual.

3.2.1 Crecimiento Medio, Coef. I/A Actual.

Entonces, utilizando los valores de jerarquización económica proyectados, listados en la tabla 3.2.4, se calculo el impacto ambiental asociado a cada sector, utilizando un coef. Impacto Ambiental / Aporte Económico. El impacto por sector proyectado, manteniendo la relación entre impacto ambiental y aporte económico actual, se muestran en la tabla 3.2.5;

I/A Actual	3.10	0.80	0.20	9.46	4.73	1.58	4.27	1.63	2.59	0.00
Impacto "Proyectado"										
EC Medio	9.23	8.00	2.00	15.58	7.79	2.60	5.89	2.35	3.54	0.00
EC Optimo	10.34	8.00	2.00	17.05	8.52	2.84	6.05	2.41	3.64	0.00

Tabla 3.2.5: Impacto proyectado por sector, para los dos escenarios de crecimiento (medio y óptimo), manteniendo el coef. I/A.

Hay que tener en cuenta que al mantener el coef. I/A se supone un escenario futuro sin la aplicación de la Norma. La figura 3.2.1 muestra la distribución de los sectores productivos en este escenario de desarrollo medio, manteniendo el coef. I/A;

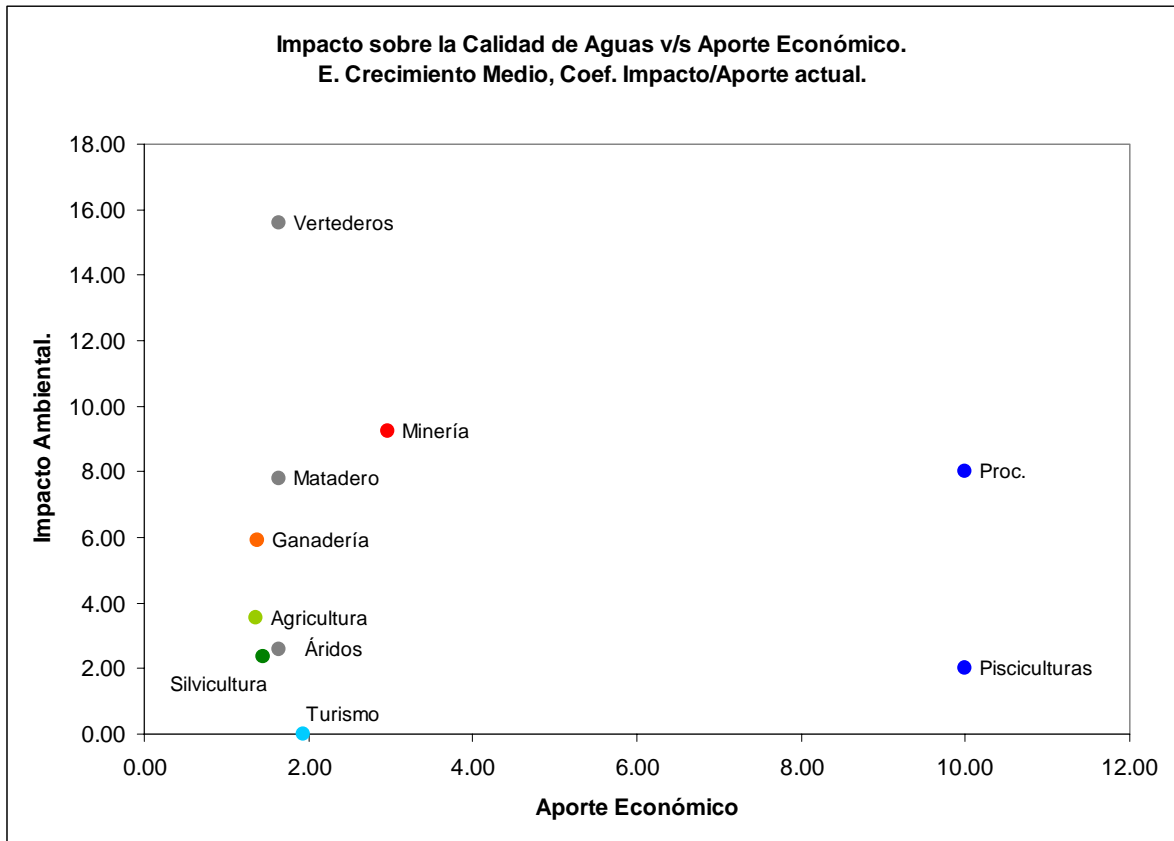


Figura 3.2.1: Impacto Ambiental v/s Aporte Económico, EC. Medio, I/A actual.

Como se puede observar al comparar el 3.2.1 con el 3.1.1, las relaciones entre la posición entre los sectores no varía mucho, salvo en el caso del distanciamiento entre la extracción de áridos y la silvicultura, dado las mejores proyecciones de crecimiento del primero. Lo otro que varía es el eje impacto ambiental, donde el impacto asociado a cada sector, al mantenerse proporcional al aporte económico, también aumenta.

3.2.2 Crecimiento Óptimo, Coef. I/A Actual.

Utilizando el aporte económico proyectado en la tabla 3.2.4 y los impactos proyectados manteniendo el coef. I/A actual listado en la tabla 3.2.5, el grafico que representa este E. de Desarrollo se muestra en la figura 3.2.2;

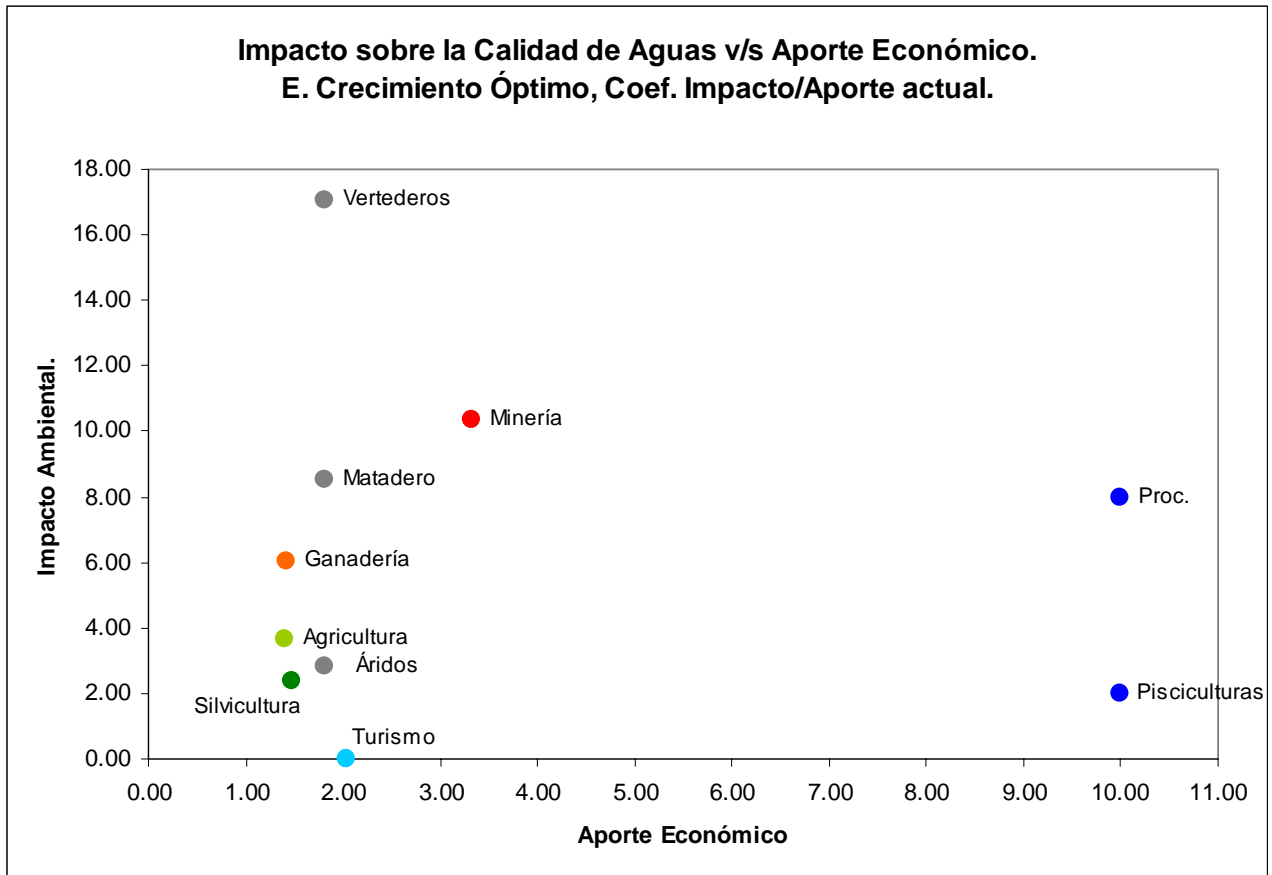


Figura 3.2.2: Impacto Ambiental v/s Aporte Económico, EC. Óptimo, I/A actual.

3.2.3 Crecimiento Medio, Coef. I/A reducido.

Al reducir el coeficiente entre Impacto Ambiental y Aporte Económico, los impactos proyectados, por sector, se muestran en la tabla 3.2.6;

I/A "Mejorado" ²	2.17	0.56	0.14	6.62	3.31	1.10	2.99	1.14	1.81	0.00
Impacto "Proyectado"										
EC Medio	6.459	5.6	1.4	10.90875	5.454374	1.818	4.12468	1.6428339	2.4765517	0
EC Optimo	6.7429	0.448	0.028	62.59466	15.64867	1.739	12.76216	1.8567836	4.6819263	0

Tabla 3.2.6: Impacto proyectado por sector, para los dos escenarios de crecimiento (medio y óptimo), disminuyendo el coef. I/A. en un 30%

Utilizando las proyecciones de aporte económico de la tabla 3.2.4, y los impactos proyectados en la tabla de más arriba, la figura 3.2.3 muestra la distribución de los diferentes sectores en este nuevo escenario de desarrollo;

² disminuido en un 30%

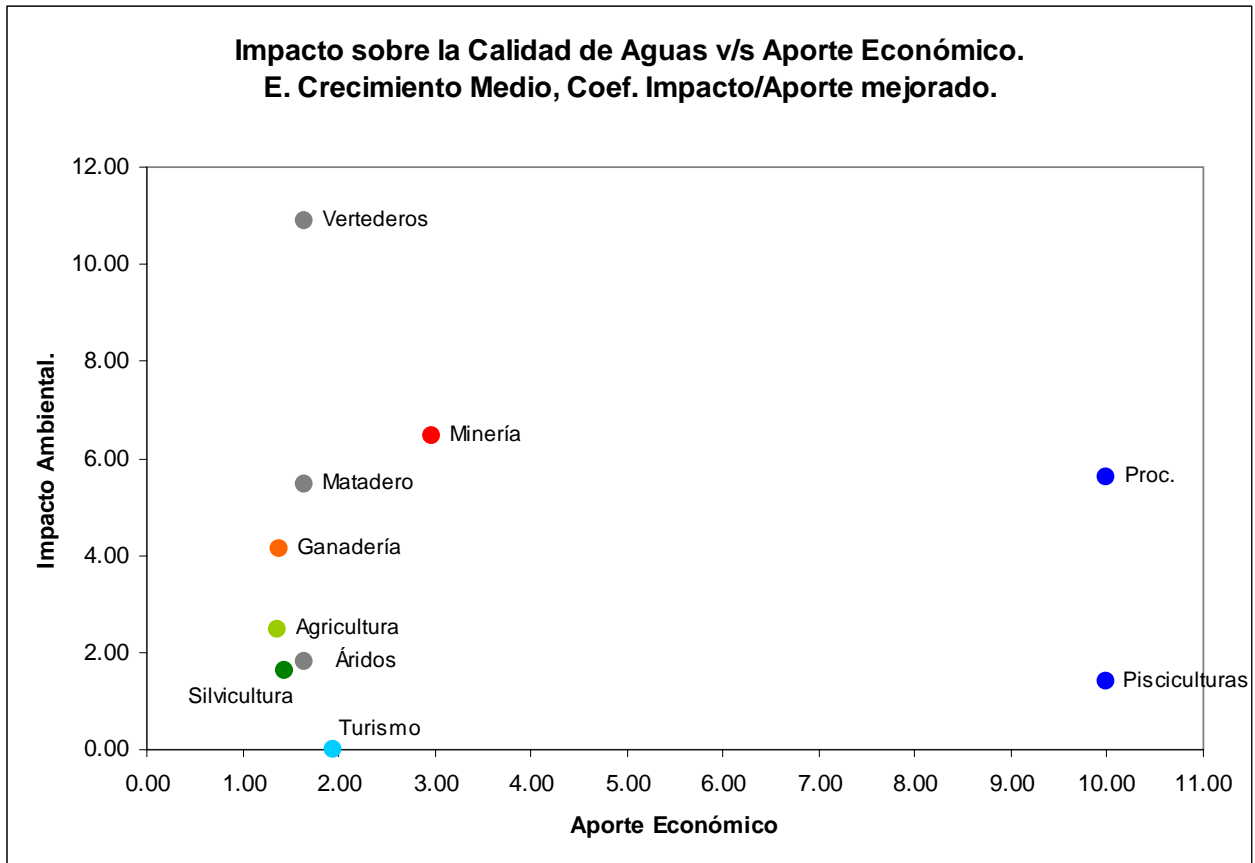


Figura 3.2.3: Impacto Ambiental v/s Aporte Económico, EC. Medio, I/A Mejorado.

Como se puede observar en esta figura, nuevamente no hay cambios en la distribución espacial de los sectores económicos en los dos ejes, salvo pequeñas variaciones en el triangulo formado por la Silvicultura, Agricultura y la extracción de Áridos.

3.2.4 Crecimiento Óptimo, Coef. I/A reducido

Utilizando el aporte económico proyectado en la tabla 3.2.4 y los impactos proyectados disminuyendo el coef. I/A actual, listados en la tabla 3.2.6, el grafico que representa este E. de Desarrollo se muestra en la figura 3.2.4;

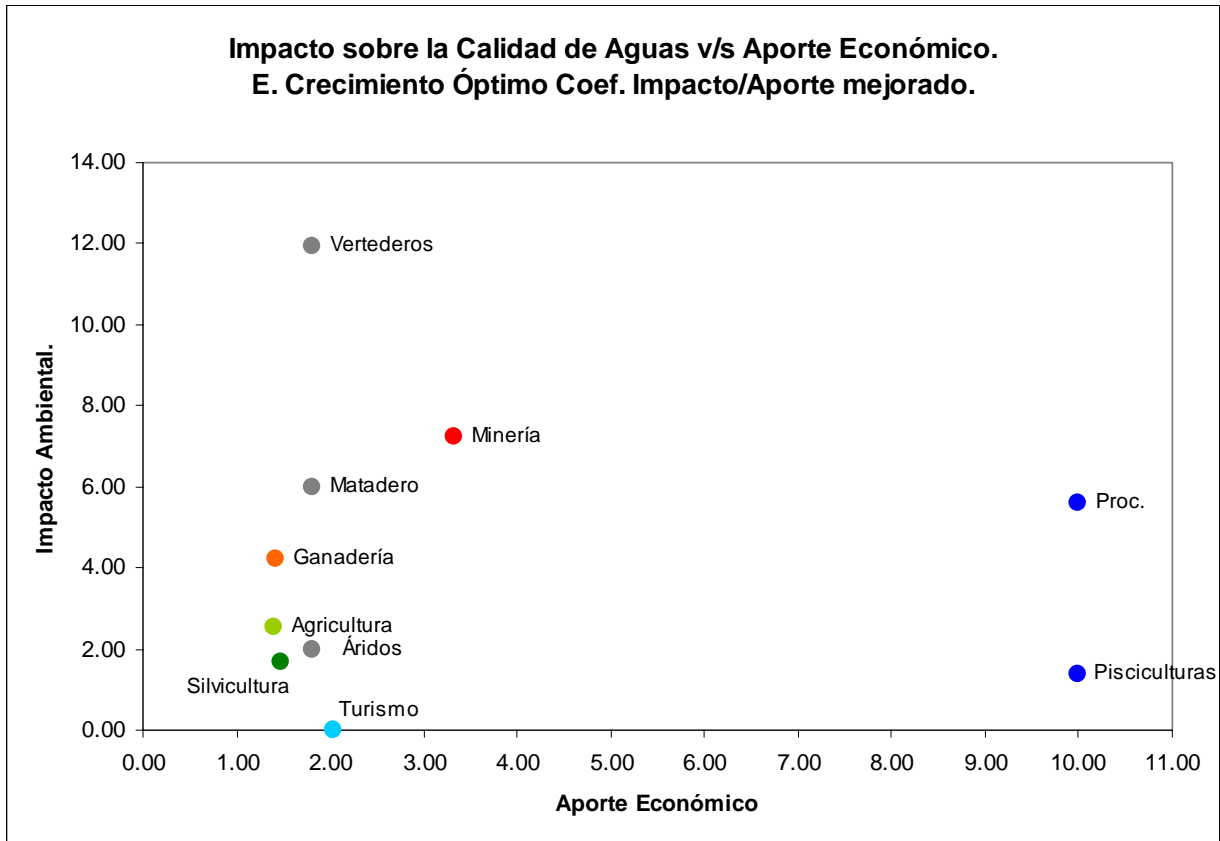


Figura 3.2.4: Impacto Ambiental v/s Aporte Económico, EC. Óptimo, I/A Mejorado.

Una vez no vemos grandes variaciones, y a modo de autocrítica, creemos que el método que utilizamos para realizar las proyecciones no cumplió con las expectativas. Las variables modificadas en las jerarquizaciones económicas no sirvieron para modificar de manera significativa el aporte económico de cada sector, y el coef. I/A no funcionó muy bien como indicador de la relación entre impacto ambiental y aporte económico.

Para futuros estudios, se podrían construir los escenarios de desarrollo asociando el impacto sobre la calidad de aguas, obtenidos de la matriz de impacto, con la presión de uso a nivel de sub cuenca, parecido a lo que se hizo en este trabajo en la sección 3.1. De esta manera se podrían incluir proyecciones sectoriales más puntuales, como las que existen en el sector acuicultor sobre un aumento en las pisciculturas, o en el sector ganadero respecto de las cabezas de ganado en la región.

4 Bibliografía.

La bibliografía listada en este capítulo corresponde a la utilizada en este informe y dos de sus 3 anexos. El anexo n°3 tiene su propia lista bibliográfica.

- Biopatagonia S.A. Propuesta de Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas de la Cuenca del Río Aysén, 2005

- CADE-IDEPE (2003) DIAGNOSTICO Y CLASIFICACION DE LOS CURSOS Y CUERPOS DE AGUA SEGUN OBJETIVOS DE CALIDAD INFORE FINAL: Volumen 1.
- CADE-IDEPE 2004. 'Diagnostico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad: Cuenca del Río Aysén'.
- Carpenter S, NF Caraco, DL Correll, RW Howarth, AN Sharpley, VH Smith (1998) Nonpoint Pollution of Surface Waters with Phosphorus and Nitrogen. *Issues in Ecology* 3:1-12.
- CRUCES P, M AHUMADA, J CERDA, F SILVA. 1999. Guías de condición para los pastizales de la Ecorregión Boreal Húmeda de Aysén. Proyecto FNDR - SAG XI Región de Aysén "Levantamiento para el ordenamiento de los ecosistemas de Aysén".
- CRUCES, P, AHUMADA, M. y CERDA, J. 1999. Guías de condición para los pastizales de la Ecorregión Templada Húmeda de Aysén. Proyecto FNDR - SAG XI Región de Aysén "Levantamiento para el ordenamiento de los ecosistemas de Aysén".
- DONOSO C & A LARA (1996) Utilización de los bosques nativos en Chile: pasado, presente y futuro. En: Armesto JJ, C Villagrán & M Kalin (eds) *Ecología de los bosque nativos de Chile*: 363-387. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Fisher J & MC Aereman (2004) Wetland nutrient renewal: a review of the evidence. *Hydrology and Herat System Sciences* 8: 673-685.
- Gobierno de Chile. Ministerio de Minería. "Minería en la región de Aysén"
- GUIA CONAMA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LAS NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES Y MARINAS.
- Heathwaite AL, PF Quinn, CJM Hewett (2005) Modelling and managing critical source areas of diffuse pollution from agricultural land using flow connectivity simulation *Journal of Hydrology* 304 (2005) 446–461
- Honorato R, L Barrales, I Peña, F Barrera (2001) Evaluación del Modelo USLE en La Estimación de la Erosión en Seis Localidades Entre la IV y IX Región de Chile. *Cien. Inv. Agr.* 28(1): 7-14.
- IREN, CORFO. 1979. Perspectivas de desarrollo de los recursos de la Región de Aysén. Publicación N° 26.

- Johnes PJ (1996) Evaluation and management of the impact of land use change on the nitrogen and phosphorus load delivered to surface waters: the export coefficient modelling approach. *Journal of Hydrology* 183: 323–349
- Naiman, RJ, H Décamps, M McClain (2005) *Riparia*. Academic Press, San Diego.
- National Research Council (NRC), Committee on Long-Range Soil and Water Conservation Policy (1993) *Soil and Water Quality: An Agenda for Agriculture* ISBN: 0-309-58571-6, 542 pages, Disponible en <http://www.nap.edu/catalog/2132.html>.
- Oyarzún CE & A Huber (2003) EXPORTACION DE NITROGENO EN CUENCAS BOSCOSAS Y AGRICOLAS EN EL SUR DE CHILE. *Gayana Bot.* 60(1): 63-68.
- OYARZUN CE, R GODOY, AD SCHRIJVER, J STAELENS & NL LUST (2004) Water chemistry and nutrient budgets in an undisturbed evergreen rainforest of southern Chile. *Biogeochemistry* 71: 107–123.
- Plan Regional de Ordenamiento Territorial. Región de Aysén 2005. Secretaria Regional de Planificación y Coordinación. Sociedad Alemana para la Cooperación. Gobierno Regional de Aysén.
- Renard, K.G., G.R.Foster, G.A. Weesies, D.K. McCool, and D.C. Yoder. 1997. *Predicting Soil Erosion by Water. A Guide to Conservation Planning With the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. USDA Agricultural Handbook, #703.
- SCHEU, R., AHUMADA, M., CERDA, J., SILVA, F. y CRUCES, P. 1998. Guías de condición para los pastizales de la Ecorregión Estepa Fría de Aysén. Proyecto FNDR - SAG XI Región de Aysén “Levantamiento para el ordenamiento de los ecosistemas de Aysén”.
- Servicio Agrícola y Ganadero Región De Aysén, Programa SAG-FNDR (2004) *Transferencia De Ordenamiento Predial En Áreas Pilotos Código BIP 20159507-0*, 90pp.
- Sharpley AN (2005) *Managing Phosphorus in Agriculture and Protecting the Environment*. USDA NRCS Technical Notes. 503. 32 p.
- SILVA F, M AHUMADA, J CERDA, 1999. Guías de condición para los pastizales de la Ecorregión Templada Intermedia de Aysén. Proyecto FNDR - SAG XI Región de Aysén “Levantamiento para el ordenamiento de los ecosistemas de Aysén”.
- SOTO D (2002) Oligotrophic patterns in southern lakes: the relevance of nutrients and mixing depth. *Revista Chilena Historia Natural* 75: 377-393.

- Wetzel RG (2001) Limnology: Lake and River Ecosystems 3rd Edition. San Diego: Academic Press. 1006 pp.

Anexo 1:
METODOLOGIAS
Modelo de Capas y Escenarios de Desarrollo.

1 Metodología Modelo de Capas.

El método utilizado para el Análisis General del Impacto Económico Social (AGIES) de la norma en la cuenca del río Aysén, esta basado en el siguiente modelo conceptual, de la figura 1.1;

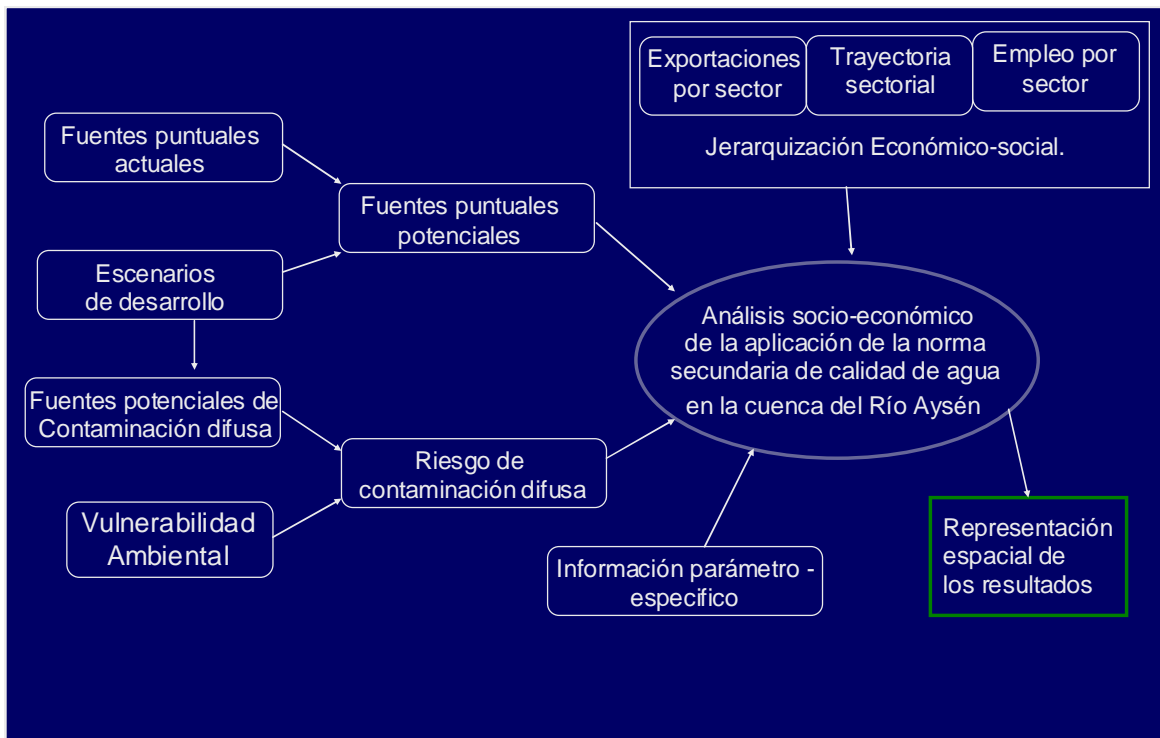


Figura 1.1: Modelo Conceptual AGIES

Fuente: Elaboración Propia

El modelo esta compuesto por 3 Componentes; un soporte físico, compuesto por la grilla de Vulnerabilidad Ambiental, una componente económica, compuesto por la jerarquización económica, y finalmente un componente de Impacto sobre la calidad de aguas de la cuenca, o Impacto Ambiental (a modo de resumen). Las variables específicas utilizadas para elaborar los componentes, se pueden observar en el modelo conceptual de la figura 1.2

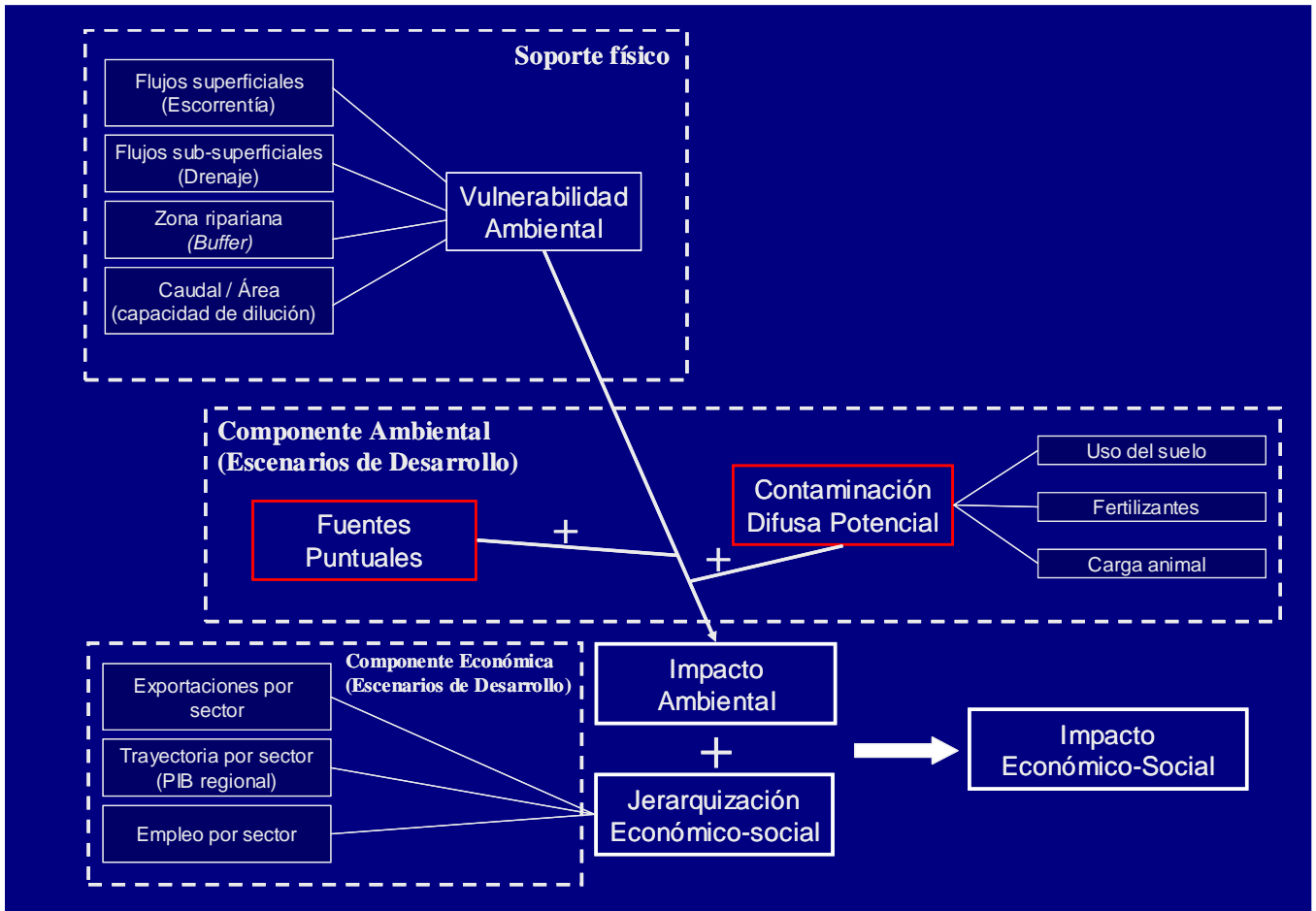


Fig. 1.2: Componentes del Modelo de Capas

Fuente: Elaboración Propia

1.1 Vulnerabilidad Ambiental

La vulnerabilidad ambiental es un índice relativo que fue generado en forma espacialmente explícita para las áreas de vigilancia dentro de la cuenca de Aysén. El propósito fue incluir factores que están relacionados con la erosión y la capacidad del río para recibir y diluir la contaminación difusa. Además se incluyó en el análisis las zonas riparianas, o franjas amortiguadoras.

Flujo superficial: Se usaron tres capas SIG: (i) Riesgo de escorrentía superficial, Asociaciones de Suelo, datos provenientes de IREN 1979, (ii) Erodabilidad; (iii) Erosividad. La erosividad (R) y la erosividad (K) son factores considerados por la Ecuación Universal de Perdida de Suelo Revisado (RUSLE, por sus siglas en inglés) (Renard et al. 1997). La erosividad es un factor pluviosidad-escorrentía y la erodabilidad es la tasa de pérdida de suelo medida en una parcela estándar (22.1 m de largo y un pendiente de 9%). La textura del suelo y contenido de materia orgánica son importantes en la determinación de este factor.

Las coberturas SIG fueron convertidas a formato ArcGrid con un tamaño de celda de 100m. Los valores de cada capa fueron estandarizados entre 0 y 10. Finalmente las tres grilla fueron promedias para producir una grilla con valores entre 1 y 10 que representa el riesgo de flujos superficiales excesivos.

Flujo subsuperficial: La única información espacialmente explícita disponible fue la capa Asociaciones de Suelo, con datos provenientes de IREN 1979 sobre el drenaje del suelo. Estas categorías son bastante gruesas, pero representan la única representación del riesgo de contaminación difusa por flujos subsuperficiales.

Zona ripariana: En la literatura científica, la utilidad de las zonas riparianas es su capacidad de inmovilizar los sedimentos arrastrados por la escorrentía superficial desde sectores terrestres (Naiman et al. 2005). Además, la retención de nutrientes y especies de metales pesados es una de sus funciones ecológicas más importante (aunque esta función depende del régimen de pluviosidad, las estaciones del año, el tipo de suelo, y la composición vegetal). (Naiman et al 2005). Sin embargo, el rol general de la zona ripariana como amortiguador ha significado que sea incorporado en el índice de fósforo y otras herramientas de gestión de terrenos agropecuarios (Sharpley 2005). Un punto adicional es que en el Plan Regional de Desarrollo Urbano de Aysén se definen franjas de protección para las siguientes cuencas: Aysén, Aysén Sur, Emperador Guillermo, Manuales, Ñirehuao, y el Simpson. Se especifica una franja de 100m a ambos lados de cada ribera. Debido a esto, en el análisis actual, se establece una franja de 100m a lo largo de los tramos de vigilancia y según tipo de vegetación presente.

En la Tabla 1.1, se muestra los valores incorporados en el análisis de la vulnerabilidad ambiental. Estos valores corresponden a la función (*buffer*) de los diferentes usos de suelo en la remoción de sedimentos, contaminantes fecales, y nutrientes en la zona ripariana. Los bosques de protección tienen un valor alto porque contienen suelos no compactados, con mucha materia orgánica y con una rugosidad alta (Naiman et al. 2005). Los bosques de producción tienden a tener menos sotobosque y más impacto humano (maquinaria etc.) y por lo tanto reciben un valor menor. Estudios de humedales ribereños han encontrado que mayormente actúan como filtros de nutrientes, sin embargo esto depende del sistema específico y la estación del año (Fisher & Aereaman 2004). Debido a estas consideraciones, el suelo pantanoso tiene un valor de 0,6. Praderas y terrenos agrícolas contribuyen poco a la filtración de sedimentos y nutrientes y frecuentemente son fuentes de estos. Sin embargo, la literatura indica que las praderas podrían funcionar como filtros de sedimentos en ciertos casos (Sharpley 2005).

Tabla 1.1: Coeficiente de *Buffer* para diferentes usos de Suelo

Usos de suelo en la zona ripariana	Coeficiente de <i>Buffer</i> de la zona ripariana
Bosque de protección	0,8
Bosque de producción	0,6
Pradera	0,1
Suelo agrícola	0
Pantano	0,6
Sin vegetación	0

Fuente: (Naiman 2005; Wetzel 2001; Sharpley 2005)

Factor de Dilución: El propósito de esta capa de información es ponderar la vulnerabilidad ambiental por el potencial de dilución de cada río. En otras palabras, en ríos que reciben un aporte nival-pluvial importante, la dilución de los elementos y compuestos considerados por la Norma Secundaria sería alta, disminuyendo la probabilidad de que los parámetros normados se escapen de sus clases de calidad objetivos. Esta capa fue calculada usando un cobertura SIG con isoyetas de precipitaciones (nieve y lluvia) anuales (Proyecto EcoManage). Se uso una función de interpolación en ArcView para establecer los valores de precipitación para toda la cuenca y posteriormente se calculó el volumen total de precipitación caída en cada subcuenca. Debido a valores de evapotranspiración bajas, se estimó que la gran mayoría del agua caída saldría por la cuenca vía los ríos. Posteriormente se dividió el valor total de precipitaciones por el área de cada subcuenca. Los valores se observan en Tabla 1.2 y fueron incorporados en el análisis multicriterio como un factor de dilución.

Tabla 1.2: Factores de Dilución para los ríos de la Cuenca de Aysén

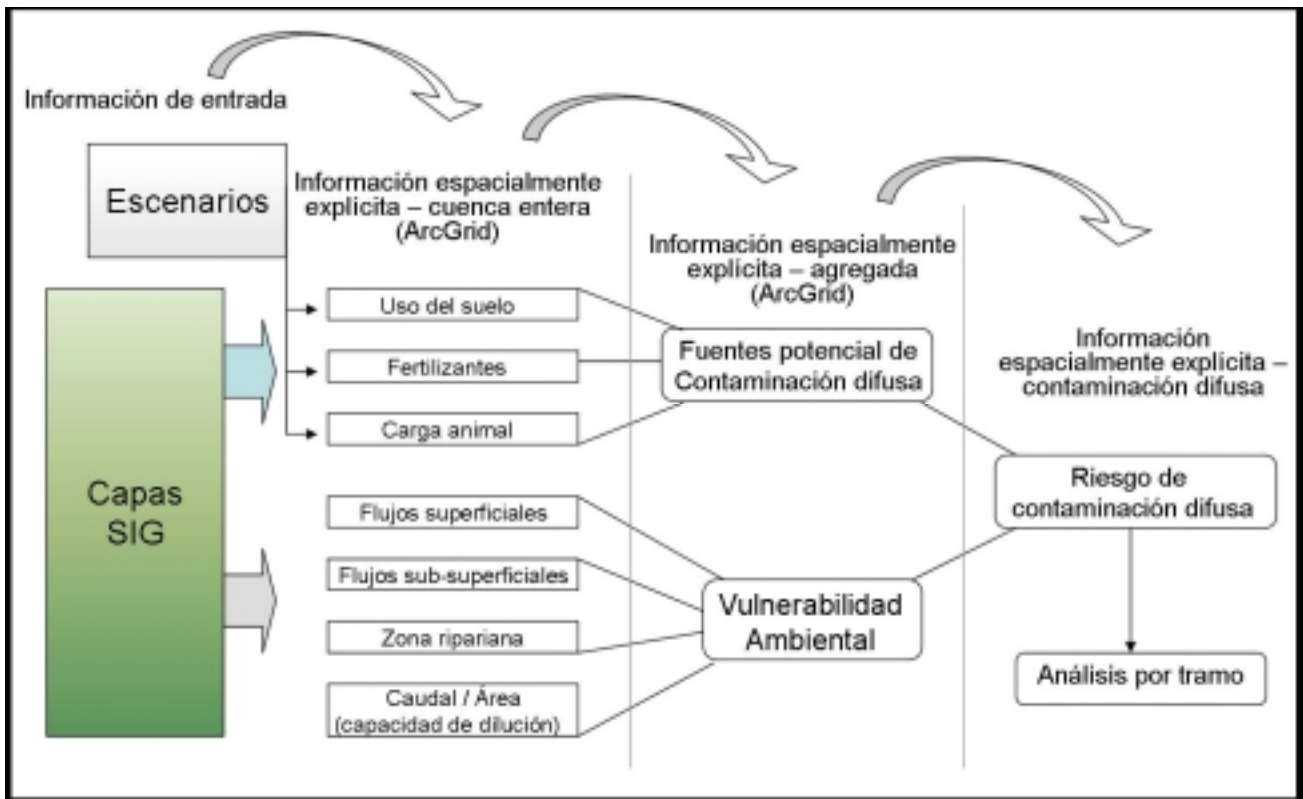
Ríos	Áreas de Vigilancia	Factor de dilución (para cada subcuenca) (m ³ m ⁻² año ⁻¹)	Factor de dilución (incorporando valor de afluentes) (m ³ m ⁻² año ⁻¹)
Río Emperador Guillermo	EG – 01	1.3	1.3
Río Coyhaique	CO – 01	0.7	0.7
Río Claro	CL – 01	1.6	1.6
Río Oscuro	OS – 01	0.9	0.9
Río Ñireguao	ÑI – 01	0.8	0.8
Río Aysén	AY – 01	3.2	1.1
Río Simpson 1	SI – 01	1.1	1.0
Río Simpson 2	SI – 02	1.1	3.2
Río Simpson 3	SI – 03	2.0	1.1
Río Picaflor	PI – 01	2.6	2.6
Río Toqui	TO – 01	1.5	1.5
Río Blanco	BO – 01	2.7	2.9
Río Mañihuales	MA – 01	2.3	1.5
Río Los Palos	LP – 01	3.5	3.5
Desagüe Lago Riesco	DR - 01	3.6	3.6

Fuente: Elaboración propia

Vulnerabilidad Ambiental

Las capas de Flujo Superficial, Flujos Subsuperficial, Factor de Dilución fueron combinados en ArcView usando la misma ponderación para cada capa. Posteriormente se tomó el promedio de los valores de vulnerabilidad ambiental de cada celda dentro de cada subcuenca. Después de calcular la proporción de uso de suelo dentro de la franja ripariana para cada subcuenca, se ponderó estas proporciones con los valores en Tabla 1.1. Finalmente se restó el aporte de la zona ripariana (en términos de filtración y retención de sedimentos y contaminantes difusas), de la vulnerabilidad ambiental.

Figura 1.3 Método usado para el análisis de fuentes difusa en la cuenca de Aysén



Fuente: Elaboración propia

Fuentes Potenciales de Contaminación Difusa

Se caracterizó las fuentes posibles de contaminación difusa dentro de la cuenca de Aysén. Para este análisis, se consideró los fertilizantes aplicadas y la carga animal debido a que frecuentemente están vinculados con fuentes difusas de contaminación (Hooda et al. 2000). Como se ha mencionado anteriormente, el azufre y el fósforo son los dos elementos más usados para la fertilización dentro de la cuenca. Adicionalmente, el fertilizante K_2O fue incluido en el análisis. Los fertilizantes totales en toneladas aplicadas durante 2003 y 2004 para cada área de vigilancia fueron calculados en ArcView³. Se usó datos de carga animal provenientes del SAG regional de Aysén. La mayoría de animales eran bovinos u ovinos y por el propósito de este análisis, ambos fueron considerados como una unidad animal. La capa final de Riesgo de Contaminación Difusa fue creada, tomando el logaritmo de los valores de las capas de fertilizantes y carga animal por separado y sumando las capas con igual ponderación.

³ Los fertilizantes aplicados como parte del programa SIRSD representan aproximadamente la mitad de la aplicación anual de fertilizantes en la cuenca de Aysén. SAG – Región de Aysén.

1.2 Jerarquización Socio-Económica

Para ordenar las actividades económicas de acuerdo a su importancia económico-social, se utilizó un método basado en la teoría de análisis multicriterio, donde un conjunto de actividades A_i se jerarquizan de acuerdo a una serie de indicadores o criterios C_j , construyendo una matriz de jerarquización donde cada actividad tiene un valor de jerarquización de acuerdo a cada criterio, estos valores fueron ponderados asignándoles un peso que en este caso fue el mismo para cada uno de ellos, por ser el método más neutral desde un punto de vista metodológico, sin embargo, es posible asignar diferentes pesos a cada criterio según el énfasis que se quiera dar a la jerarquización, por ejemplo, si se desea enfatizar la relevancia social de una determinada actividad se puede dar un mayor peso a los criterios de empleo.

Una vez ponderados los criterios para cada actividad se estandarizaron en una escala de cero a uno mediante el método del valor máximo, este consiste en asignar al valor máximo de las ponderaciones el valor uno y estandarizar los demás valores en función de este valor máximo en forma proporcional. Debido a que una escala de cero a uno no es familiar y útil para el usuario, se llevaron los valores a una escala de uno a diez.

Los criterios de jerarquización fueron:

- Porcentaje promedio de variación anual del Producto Interno Bruto entre los años 1996-2002, porcentaje promedio de participación en el valor agregado generado por la economía regional entre los años 1996-2002, ya que estos indicadores reflejan la trayectoria o evolución de cada actividad en este periodo.
- Distribución porcentual del PIB regional por rama de actividad económica para el año 2002, participación porcentual de cada actividad en las exportaciones regionales, estos indicadores reflejan el peso relativo de cada actividad en la economía regional.
- Porcentaje de empleo por sector para las comunas de Aysén y Coyhaique, este indicador refleja la importancia social de las actividades económicas analizadas para la cuenca.

Los resultados de esta jerarquización se indican en la siguiente tabla

ESCENARIO ACTUAL	SECTOR ECONOMICO						
	Agricultura	Ganadería	Silvicultura	Turismo	Minería	Pesca	Industria
% promedio variación anual PIB 1996-2002	0.00	0.00	0.00	3.71	8.13	23.41	3.52
% promedio participación en el valor agregado 1996-2002	4.998	4.998	4.998	5.606	1.086	17.993	4.146
% del PIB XI región por rama de actividad económica 2002	9.000	9.000	9.000	9.900	8.200	21.600	4.500
% de empleo por sector, Comuna de Aysén y Coyhaique	2.346	2.346	2.346	4.110	1.981	6.334	5.535
% de participación en las exportaciones regionales	0.004	0.157	0.965	1.535	25.998	71.555	0.187
ponderación	3.269	3.300	3.462	4.972	9.080	28.179	3.577
estandarización al valor máximo	0.116	0.117	0.123	0.176	0.322	1.000	0.127
estandarización corregida a escala de 1 a 10	1.160	1.171	1.228	1.764	3.222	10.000	1.269

Tabla 1.3: Jerarquización Económica por Sector.

Fuente: Elaboración Propia.

Este valor final, estandarizado de 1 a 10, se utilizó después como indicador de aporte económico a la cuenca en la elaboración de las grillas de aporte económico, y para la cobertura final de impacto de aplicación de la norma.

1.3 Impacto Ambiental

Para elaborar la grilla de Impacto Ambiental, primero se le debía asignar un valor de impacto a cada sector, para esto se elaboró una matriz de impacto, como se describe a continuación;

Matriz de Impacto Ambiental

Para este estudio se utilizó una matriz de dos dimensiones, donde en un eje van los parámetros a normar según el anteproyecto, y en el otro eje los sectores productivos. El siguiente paso fue llenar esta matriz de forma binaria (con unos y ceros), colocando un uno cuando las actividades del sector afectan la calidad de un parámetro, y un cero cuando tal efecto sobre la calidad no está registrado o mitigado de algún modo. Para esto se realizó una revisión bibliográfica para conocer los principales impactos asociados a cada actividad. El detalle de la matriz se puede encontrar en el Anexo 3.

El impacto ambiental asociado a cada sector económico, por parámetro, está expresado en la Figura 1.4

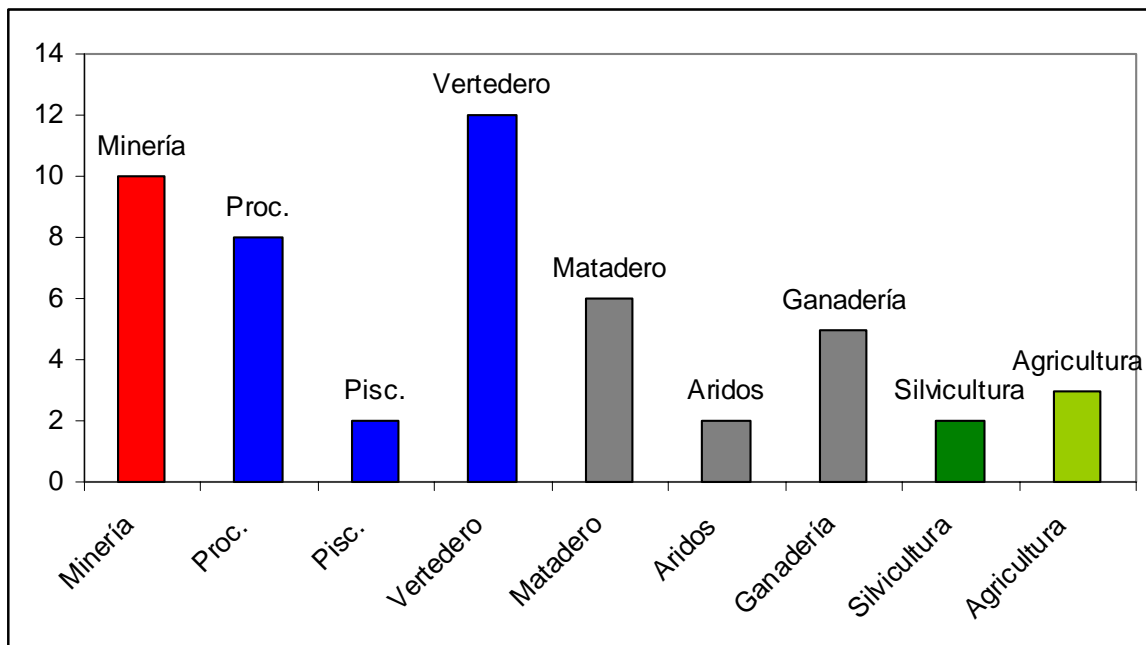


Figura 1.4: Grafico con los impactos por sector, según la matriz de impacto.

Minería	Pesca		Industria			Ganadería	Silvicultura	Agricultura
	Proc.	Pisc.	Vertedero	Matadero	Áridos			
10	8	2	12	6	2	5	2	3

Tabla 1.4: Resultados Matriz de Impacto Ambiental por Sector.

Distribución Espacial del Impacto Ambiental.

Una vez definido el impacto ambiental asociado a cada sector, fue necesario asignarle un espacio a cada uno. Para realizar esto, se utilizaron dos estrategias según el sector económico y el tipo de impacto asociado a cada uno, en términos de difuso y puntuales. Para esto se separaron los sectores en dos grupos.

Sectores de Impacto Ambiental Puntual

Los sectores económicos de este grupo fueron

- Minería.
- Pesca.
- Industria.

Para poder distribuir espacialmente el impacto de cada sector, a la escala espacial de este estudio (tramos de vigilancia), se utilizó la siguiente fórmula:

$(\text{Numero de usos } i \text{ por tramo} / \text{Longitud del tramo}) * \text{Impacto según Matriz uso } i = \text{Impacto/Km}$

Este número se utilizó como un indicador del impacto ambiental y la presión de uso para la cuenca de cada tramo de vigilancia. Entonces, dividiendo el número de usos por la longitud del tramo, para cada tramo de vigilancia, para luego multiplicarlo por el impacto sobre la calidad de aguas de cada sector definidos en la matriz de impacto (puesto que solo fueron considerados los usos asociados directamente al agua) nos da una valoración cualitativa del impacto ambiental y la presión de uso sobre cada tramo.

Sectores de impacto Ambiental Difuso.

En este grupo encontramos a los siguientes sectores:

- Ganadería
- Agricultura
- Silvicultura

Para evaluar el impacto de este grupo de sectores económicos, fue necesario considerar las fuentes difusas. Para esto además de los valores de la matriz de impacto, se consideró también la grilla “Riesgo de Contaminación Difusa”, cuya metodología está explicada en secciones anteriores de este anexo.

Los valores de impacto obtenidos en la matriz fueron divididos por el área correspondiente a cada uso, según la cobertura de uso de suelo del IREN 79.

Posteriormente, para poder distribuir espacialmente el impacto de cada sector, se utilizó la siguiente formula:

(Impacto según Matriz uso i * área del uso i por tramo) / Área Cuenca por tramo = Impacto/Km

El área para cada uso se muestra en la tabla 1.7:

Tramo	Área en Km2			
	Agrícola	Forestal	Ganadería	Cuenca
Desagüe Lago Riesco	6.20	52.99	29.00	393.19
Río Aysén	24.32	32.84	15.68	149.76
Río Blanco	6.70	346.30	44.40	2250.15
Río Claro		28.67	37.46	113.97
Río Coyhaique	2.10	117.09	316.96	638.24
Río Ñireguao		306.20	1084.60	1969.73
Río Emperador Guillermo	7.13	33.90	253.18	587.60
Río Los Palos	29.31	38.73	25.02	806.75
Río Mañihuales	23.90	194.17	62.82	1431.62
Río Oscuro		53.73	307.93	468.90
Río Picaflor		15.90	16.69	163.72
Río Simpson	56.42	199.57	655.97	1466.95
Río Simpson 2		1.17	1.30	2.80
Río Simpson 3		95.91	113.65	697.44
Río Toqui		18.07	27.58	167.57
Total por Sector	156.08	1535.25	2992.23	11308.38

Tabla 1.7: Área de uso por sector y tramo

2 Escenarios de Desarrollo por sector

2.1 Metodología.

Para la elaboración de los escenarios de desarrollo, se consideraron solo los componentes dinámicos del modelo de grillas, es decir, la componente económica (Jerarquización Económica) y la componente Ambiental (Impacto Ambiental). Serán los parámetros de estos componentes los que varíaran según los diferentes escenarios de desarrollo, desarrollados utilizando como base el PRDU, PROT y PRC.

Se elaboraran 4 escenarios de desarrollo, según la combinación de dos perspectivas de crecimiento económico (medio y máximo), y dos de impacto ambiental, una donde se mantenga la proporción actual entre el crecimiento económico y el impacto ambiental, y otro donde esta proporción disminuya, suponiendo que la aplicación de la norma, mejoras tecnológicas en los procesos productivos, como también mejoras en la gestión ambiental, permitan que el impacto asociado al crecimiento económico sea menor.

2.1.1 Componente Aporte Económico.

Para elaborar los escenarios de desarrollo, el componente económico del modelo de grillas, la Jerarquización Económica, se compone de dos parámetros; Empleo y aporte al PIB regional. En el PRDU, se hacen predicciones tanto de empleo por sector como de crecimiento del PIB, por lo que para los escenarios de desarrollo del presente estudio se utilizará parte de esa información, además de los crecimientos proyectados por sector del Plan Regulador Comunal de Aysén (PRC). De las predicciones del PRC, utilizaremos dos escenarios de crecimiento económico, **Medio (ECM)** y **Óptimo (ECMax)**, a 15 años plazo (2020). Entonces, el componente económico de cada escenario de desarrollo, será construido a partir de las predicciones de crecimiento sectorial de empleo y aporte al PIB regional. La descripción de cómo se calculo cada parámetro se describe a continuación.

Aporte al PIB regional.

Las predicciones de este parámetro son la base para el cálculo de los escenarios futuros de empleo. Las tasas de crecimiento del producto quedarían según la tabla 2.1:

Tabla 2.1: Tasa Porcentual de crecimiento según Escenario de crecimiento

	Agricultura	Silvicultura	Ganadería	Minería	Turismo	Pesca	Industria
Medio	1.5	1.5	1.5	1.5	3	7	4
Óptimo	2.5	2.5	2.5	3.5	5	9	5.5

Fuente: PRC Aysén.

Empleo.

Utilizando una simplificación del método utilizado en el PRDU, el aumento en empleo se calculara según la Metodología de Meller, Elasticidad Empleo Producto, donde el empleo producido por el crecimiento de un sector, sería igual al producto del crecimiento en la producción por la elasticidad. Por ejemplo, si un sector *i* crece en un 5%, y posee una elasticidad EP de 0.1, implicaría un aumento de 0.5% de la cantidad de empleados del sector *i*. Para el presente estudio se utilizaran las elasticidades por sector calculadas en el PRDU. Sin embargo, en ese estudio el sector Silvoagropecuario esta agregado para todas las variables utilizadas para las predicciones. Para esta propuesta, y según las trayectorias sectoriales detalladas en capítulos anteriores, las elasticidades por sector serian las siguientes:

Sector	Elasticidad EP
Silvicultura	0,1
Ganadería	0,1
Agricultura	0,1
Acuicultura	0,74
Minería	0,3
Industria	0,74
Turismo	0.5

(Fuente: PRDU 2001⁴)

⁴ Etapa II, Antecedentes y Acuerdos Básicos

Entonces, utilizando las tasas de crecimiento del producto descritas en la sección anterior, con las elasticidades recién mostradas, la demanda de empleo por sector, según los diferentes escenarios de crecimiento, el detalle de las proyecciones de empleo para cada sector se pueden ver en la tabla 2.2 (las tasas de crecimiento son porcentuales [0.015=1.5%]):

Sector	Empleo Cuenca (nº personas)	Elasticidad	Tasa de Crecimiento		Crec. Empleo según Elasticidad		Empleo Futuro	
			ECM	ECMax	ECM	ECMax	ECM	ECMax
Silvicultura	650	0.1	0.015	0.025	0.002	0.003	669	682
Ganadería	650	0.1	0.015	0.025	0.002	0.003	669	682
Agricultura	650	0.1	0.015	0.025	0.002	0.003	669	682
Acuicultura	1745	0.74	0.07	0.09	0.052	0.067	3553	4070
Minería	549	0.3	0.015	0.035	0.005	0.011	598	664
Industria	1524	0.74	0.04	0.055	0.03	0.041	2426	2764
Turismo	1136	0.5	0.03	0.05	0.015	0.025	1477	1704

Tabla 2.2: Detalle de los escenarios de crecimiento económico
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Censo 2002)

¡Error! Vínculo no válido. En términos de crecimiento de empleo por sector, los escenarios de desarrollo mostrarían los siguientes incrementos en el número de empleados, como se puede ver en la tabla X:

Sector	% aumento n° empleos	
	ECM	ECMax
Silvicultura	3%	5%
Ganadería	3%	5%
Agricultura	3%	5%
Acuicultura	104%	133%
Minería	9%	21%
Industria	59%	81%
Turismo	30%	50%

(Fuente: elaboración propia)

El detalle de la variación tanto en crecimiento del PIB como en empleo, se pueden encontrar en el Anexo 2.

2.1.2 Componente Impacto Ambiental.

Para construir los 4 escenarios de desarrollo, se utilizarán dos perspectivas de impacto ambiental. Una en el que la proporción entre impacto ambiental y aporte económico (coeficiente Impacto Ambiental/Aporte Económico) se mantendrá igual a los que resulten del modelo de grillas de este estudio, considerado el estado actual del sistema (sin norma), y otra perspectiva ambiental, donde esta proporción disminuiría, suponiendo mejoras tecnológicas de los procesos productivos, mejoras en la normativa y gestión ambiental (p.ej Producción Limpia), la entrada en vigencia del D.S 90/2003 y la aplicación de la norma secundaria de calidad de aguas, procesos de los cuales se podría esperar una disminución en el impacto ambiental

asociado al crecimiento económico de un sector. Para esto simplemente se disminuyó el coeficiente Impacto/Aporte en un 30%. Esto concordaría con los objetivos propuestos por varios sectores en el PROT y PRDU, donde la certificación de origen se repite en varios de estos, especialmente en los silvoagropecuario. En la tabla 2.3 se pueden los valores que fueron utilizados para los escenarios de desarrollo

Tabla 2.3: Definición del Coeficiente Impacto/Aporte (I/A) **Error! Vínculo no válido.** Fuente:
Elaboración propia.

Luego para calcular el impacto ambiental en los diferentes escenarios de desarrollo, se multiplica el coeficiente I/A por el aporte económico modificado. Si bien esto no proyecta aumentos en el impacto ambiental de manera sector-específico, permite hacer una evaluación cualitativa suponiendo una relación lineal entre crecimiento e impacto. Los resultados de este análisis se muestran en el capítulo de resultados de este informe.

Anexo 2:
Detalle escenarios de crecimiento
Variaciones en empleo y tasa crecimiento PIB, por sector.

ESCENARIO ACTUAL	SECTOR ECONOMICO						
	Agricultura	Ganadería	Silvicultura	Turismo	Minería	Pesca	Industria
% promedio variación anual PIB 1996-2002	0.000	0.000	0.000	3.710	8.133	23.414	3.516
% promedio participación en el valor agregado 1996-2002	4.998	4.998	4.998	5.606	1.086	17.993	4.146
% del PIB XI región por rama de actividad económica 2002	9.000	9.000	9.000	9.900	8.200	21.600	4.500
% de empleo por sector, Comuna de Aysén y Coyhaique	2.346	2.346	2.346	4.110	1.981	6.334	5.535
% de participación en las exportaciones regionales	0.004	0.157	0.965	1.535	25.998	71.555	0.187
ponderación	3.269	3.300	3.462	4.972	9.080	28.179	3.577
estandarización al valor máximo	0.116	0.117	0.123	0.176	0.322	1.000	0.127
estandarización corregida a escala de 1 a 10	1.160	1.171	1.228	1.764	3.222	10.000	1.269

ESCENARIO MEDIO	SECTOR ECONOMICO						
	Agricultura	Ganadería	Silvicultura	Turismo	Minería	Pesca	Industria
% promedio variación anual PIB 1996-2002	1.500	1.500	1.500	3.000	1.500	7.000	4.000
% promedio participación en el valor agregado 1996-2002	4.998	4.998	4.998	5.606	1.086	17.993	4.146
% del PIB XI región por rama de actividad económica 2002	9.000	9.000	9.000	9.900	8.200	21.600	4.500
% de empleo por sector, Comuna de Aysén y Coyhaique	2.416	2.416	2.416	5.330	2.160	12.827	8.756
% de participación en las exportaciones regionales	0.004	0.157	0.965	1.535	25.998	71.555	0.187
ponderación	3.583	3.614	3.776	5.074	7.789	26.195	4.318
estandarización al valor máximo	0.137	0.138	0.144	0.194	0.297	1.000	0.165
estandarización corregida a escala de 1 a 10	1.368	1.380	1.441	1.937	2.973	10.000	1.648

ESCENARIO OPTIMO	SECTOR ECONOMICO						
	Agricultura	Ganadería	Silvicultura	Turismo	Minería	Pesca	Industria
% promedio variación anual PIB 1996-2002	2.500	2.500	2.500	5.000	3.500	9.000	5.500
% promedio participación en el valor agregado 1996-2002	4.998	4.998	4.998	5.606	1.086	17.993	4.146
% del PIB XI región por rama de actividad económica 2002	9.000	9.000	9.000	9.900	8.200	21.600	4.500
% de empleo por sector, Comuna de Aysén y Coyhaique	2.463	2.463	2.463	5.330	6.150	14.692	9.977
% de participación en las exportaciones regionales	0.004	0.157	0.965	1.535	25.998	71.555	0.187
ponderación	3.793	3.823	3.985	5.474	8.987	26.968	4.862
estandarización al valor máximo	0.141	0.142	0.148	0.203	0.333	1.000	0.180
estandarización corregida a escala de 1 a 10	1.406	1.418	1.478	2.030	3.332	10.000	1.803

Anexo 3:
MATRIZ DE IMPACTO
Sobre la Calidad de Aguas de la cuenca del Río Aysén.

Para este estudio se utilizó una matriz de dos dimensiones, donde en un eje van los parámetros a normar según el anteproyecto, y en el otro eje los sectores productivos. El siguiente paso fue llenar esta matriz de forma binaria (con unos y ceros), colocando un uno cuando las actividades del sector afectan la calidad de un parámetro, y un cero cuando tal efecto sobre la calidad no está registrado o mitigado de algún modo. Para esto se realizó una revisión bibliográfica para conocer los principales impactos asociados a cada actividad. Los sectores evaluados con este método fueron:

- Minería
- Pesca, separado en dos actividades, Pisciculturas y Procesamiento.
- Industria, considerando los Vertederos, Sitios de extracción de Áridos y Mataderos de la cuenca.
- Agricultura.
- Ganadería.
- Silvicultura.

El resultado de la matriz se puede ver en la siguiente tabla;

Parámetro	Minería	Pesca		Industria			Ganadería	Silvicultura	Agricultura
		Proc.	Pisc.	Vertedero	Matadero	Áridos			
Conductividad Eléctrica	0	1	0	0	1	1	1	1	1
Oxígeno Disuelto	0	0	1	1	1	1	1	1	1
pH	1	1	1	0	0	0	1	0	0
RAS	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Cloruro	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulfato	1	1	0	1	0	0	0	0	1
Boro	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Cobre	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Cromo	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Hierro	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Manganeso	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Molibdeno	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Níquel	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Selenio	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zinc	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Aluminio	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arsénico	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Coliformes Fecales (NMP)	0	0	0	1	1	0	1	0	0
Coliformes Totales (NMP)	0	1	0	1	1	0	1	0	0
	10	8	2	12	6	2	5	2	3

A continuación esta la bibliografía utilizada para la construcción de la matriz.

Bibliografía.

- Biopatagonia S.A. Propuesta de Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas de la Cuenca del Río Aysén, 2005
- Aguayo, C.F. Incorporación de criterios ambientales en el diseño, construcción y operación de centros de cultivos de especies salmonídeas en la etapa de agua dulce (pisciculturas) para el cumplimiento de la normativa ambiental vigente. Tesis de Grado para la Licenciatura en Ciencias de la Acuicultura. 2003
- DIA Planta de aceite de salmón. Salmones Antártica S.A. Puerto Aysén, Adenda n°3, 2005.
- DIA Ampliación del Vertedero Coyhaique, I. Municipalidad de Coyhaique, 2001.
- Fulton S & B West (2002) Forestry Impacts on Water Quality, En: Wear, DN.; Greis, JG., eds. Southern forest resource assessment. Gen. Tech. Rep. SRS-53. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 635 p.
- Hooda PS, AC Edwards, HA Anderson, A Miller (2000) A review of water quality concerns in livestock farming Areas The Science of the Total Environment 250: 143-167
- Carpenter S, NF Caraco, DL Correll, RW Howarth, AN Sharpley, VH Smith (1998) Nonpoint Pollution of Surface Waters with Phosphorus and Nitrogen. Issues in Ecology 3:1-12.
- UNEP (2001), Cleaner Production Assessment in Meat Processing, Chapter 2, Overview of Meat Processing