

INFORME FINAL

VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS A LOS RECURSOS HÍDRICOS BAJO LA LEY GENERAL DE PESCA Y ACUICULTURA DE LA REGIÓN DE AYSÉN

PROYECTO FIPA N° 2014-85

CENTRO DE ECONOMÍA DE LOS RECURSOS NATURALES Y EL MEDIO AMBIENTE (CENRE)
FACULTAD DE ECONOMÍA Y NEGOCIOS
Universidad de Chile

1 DE DICIEMBRE DE 2016

Tabla de contenidos

Resumen Ejecutivo	12
Executive Summary	21
I. Prólogo	28
II. Introducción	30
II.1 Contexto General del Estudio de Ecosistemas	32
II.2 Servicios ecosistémicos en áreas marinas y costeras.....	35
II.3 El estudio de Servicios Ecosistémicos hasta la Fecha en la Región de Aysén	38
III. Características del Proyecto	40
III.1 Objetivos del Proyecto	40
III.1.1 Objetivo General	40
III.1.2 Objetivos Específicos.....	40
III.2 Área de estudio: Región de Aysén.....	41
IV. Metodología y Resultados	44
IV.1 Análisis ecosistémico.....	46
IV.1.1 Revisión bibliográfica y cartográfica	46
IV.1.1.1. Listado de bibliografía.....	47
IV.1.1.2. Listado de cartografía	48
IV.1.2 Ecosistemas, usos actuales del territorio y servicios ecosistémicos	49
IV.1.2.1. Identificación y caracterización los ecosistemas hidrológicos	49
IV.1.2.2. Descripción de ecosistemas	50
IV.1.2.3. Los servicios ecosistémicos	53
IV.1.2.4. Usuarios actuales y futuros de los servicios ecosistémicos	75
IV.2 Análisis Económico	83
IV.2.1 Valoración Económica de los Servicios Ecosistémicos	83
IV.2.1.5. Marco teórico de la valoración de los servicios ecosistémicos	83
IV.2.1.6. Bienes y servicios ecosistémicos y el bienestar individual y social..	85

IV.2.1.7. La valoración de los ecosistemas como un activo económico para la sociedad.....	88
IV.2.1.8. Componentes del Valor Económico Total	91
IV.2.2 Características Económicas de los Servicios Ecosistémicos Hídricos	96
IV.2.2.9. Características físicas de los servicios ecosistémicos de los recursos hídricos	99
IV.2.3 Técnicas de Valoración Económica de Bienes y Servicios Ecosistémicos.	101
IV.2.3.1. Valoración utilizando precios de mercado	101
IV.2.3.2. Valoración a través de preferencias reveladas.....	102
IV.2.3.3. Valoración basada en la función de producción	105
IV.2.3.4. Valoración basada en preferencias declaradas.....	106
IV.2.3.5. Valoración basada en costos	111
IV.2.3.6. Valoración basada en costos de reemplazo	111
IV.2.3.7. Valoración basada en gastos preventivos.....	112
IV.2.3.8. Valoración basada en costos de oportunidad	113
IV.2.3.9. Transferencia de beneficios	113
IV.2.4 Ventajas y Desventajas de los Diferentes Métodos de Valoración Económica.....	115
IV.2.5 Metodología del Cálculo del VET en la Práctica.....	120
IV.2.6 Problemas Previstos para el Cálculo del VET en la Práctica.....	127
IV.2.6.1. Interrelaciones entre los Bienes y Servicios Ecosistémicos	127
IV.2.6.2. El problema de la escala	128
IV.2.6.3. Limitaciones del análisis de servicios ecosistémicos.....	128
IV.3 Valoración Económica de los Servicios Ecosistémicos Seleccionados	134
IV.3.1 Provisión de Recursos Hidrobiológicos de Pesca Artesanal e Industrial ..	134
I.1.1.1. Metodología y técnica de valoración	134
IV.3.1.4. Estimación del flujo y valor económico del servicio de provisión de recursos hidrobiológicos de pesca artesanal e industrial	136
IV.3.2 Provisión de Recursos Hidrobiológicos de Acuicultura	146

IV.3.2.1. Metodología y técnica de valoración	146
IV.3.2.2. Estimación del flujo y valor económico del servicio de provisión de recursos hidrobiológicos de la acuicultura	147
IV.3.3 Regulación de nutrientes y sedimentos provenientes de las cuencas hacia los cursos y cuerpos de agua	149
IV.3.3.1. Metodología y técnica de valoración	149
IV.3.3.2. Estimación del flujo y valor económico del servicio de regulación de sedimentos y nutrientes	154
IV.3.4 Uso físico del Paisaje (turismo) en Ecosistemas Hídricos.....	159
IV.3.4.3. Metodología y técnica de valoración	159
IV.3.4.4. Estimación del flujo y valor económico del servicio cultural del turismo en ecosistemas hídricos.....	166
IV.3.5 Mantenimiento de Hábitat y Reproducción de Especies.....	170
IV.3.5.5. Metodología y técnicas de valoración	170
IV.3.5.6. Estimación del flujo y valor económico del servicio de regulación de hábitat de especies marinas.....	171
IV.3.6 Matriz de Cálculo del Valor Económico Total para los servicios ecosistémicos asociados a los recursos hídricos de la región de Aysén...	188
IV.4 Mapa de Servicios Ecosistémicos y Zonas de Mayor Interés.....	192
IV.4.1 Mapeo de la Provisión de Recursos Hidrobiológicos por Pesca Artesanal e Industrial <i>in situ</i>	196
IV.4.1.1. Mapas de oferta, demanda de recursos hidrobiológicos por pesca <i>in situ</i> para consumo humano.....	200
IV.4.2 Mapeo del Servicio Provisión de Recursos Hidrobiológicos por Acuicultura <i>in situ</i> para consumo humano	206
IV.4.2.1. Mapas de oferta, demanda de los recursos hidrobiológicos por acuicultura <i>in situ</i> para consumo humano	207
IV.4.3 Mapeo de servicio de regulación de sedimentos que provienen de las cuencas hacia los cursos y cuerpos de agua.	218
IV.4.3.2. Mapas de provisión y aprovechamiento del servicio de regulación de sedimentos	219
IV.4.4 Mapeo del servicio del uso físico del paisaje (Turismo) en los recursos hídricos.....	229

IV.4.4.3. Mapas de provisión y aprovechamiento del servicio cultural de uso físico del paisaje (turismo).....	230
IV.4.5 Mapeo del servicio de regulación mantención de hábitat y reproducción de especies	237
IV.4.5.4. Mapas de provisión y aprovechamiento del servicio de mantención de hábitat y reproducción de especies.....	237
V. Conclusiones	240
VI. Referencias bibliográficas.....	248
VII. Anexos	264
Anexo I: Revisión bibliográfica	265
Artículos científicos (peer-review y disseminación).....	265
Capítulos de libro	269
Libros y guías de campo	271
Tesis (pre y post grado).....	271
Anexo II: Revisión cartográfica, listado de información cartográfica recopilada, fuentes y metadata.....	273
Anexo III: Mapa Regional de fuentes hídricas región de Aysén y zonificación uso de borde costero (elaboración propia).....	277
Anexo IV: Resultados entrevista a expertos locales. Identificación de servicios ecosistémicos por servicio público	278
Anexo V. Valor económico del servicio ecosistémico de provisión de recursos hidrobiológicos para la pesca artesanal e industrial en la región de Aysén, año 2014 (valorados a precio playa 2015)	284
Anexo VI. Encuesta a Operadores turísticos	288
Anexo VII. Validación de mapas cualitativos de servicios ecosistémicos	294

Índice de Figuras

Figura 1. Cadena de producción de servicios ecosistémicos.	35
Figura 2. Uso/cobertura de suelo de la región de Aysén y división comunal.....	43
Figura 3. Modelo metodológico con sus actividades	45
Figura 4. Trabajo participativo en la identificación y mapeo de servicios ecosistémicos.....	61
Figura 5. Comparación entre las respuestas de los diferentes grupos de entrevistados.	70
Figura 6. Pérdida de suelo en las cuencas evaluadas con 2 escenarios de cobertura vegetal para simular las consecuencias de la pérdida de cobertura.	156
Figura 7. Distribución de lances de pesca, aguas Interiores y exteriores, merluza austral y de cola, región de Aysén.	183
Figura 8. Mapeo cualitativo del servicio ecosistémico de regulación de nutrientes, incluyendo provisión (oferta), aprovechamiento y balance en la cuenca río Aysén.	195
Figura 9. Taller de mapeo participativo realizado el día 10 de noviembre de 2015 en las dependencias de SERNAPESCA – Aysén.	196
Figura 10. Mapa participativo de los sitios de extracción de recursos pesqueros en la Región de Aysén.	198
Figura 11. Perfil vertical utilizado para representar los ecosistemas marinos. Las especies indicadas por ecosistemas fueron extraídas del listado de desembarques pesqueros artesanales e industriales entregados por SUBPESCA y asignados al ecosistema que representa su hábitat.	199
Figura 12. Mapa de provisión de servicios ecosistémicos de la pesca artesanal e industrial	202
Figura 13. Flujo de servicios ecosistémicos desde los ecosistemas marinos hacia la pesca artesanal	203
Figura 14. Flujo de servicios ecosistémicos desde los ecosistemas marinos hacia la pesca industrial.....	203
Figura 15. Perfil vertical de los ecosistemas marinos y valor económico del servicio de provisión de pescados, mariscos y algas para pescadores artesanales.	204

Figura 16. Perfil vertical de los ecosistemas marinos y valor económico del servicio de provisión de pescados, mariscos y algas para pesca industrial regional y extraregional.....	205
Figura 17. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona norte de la región de Aysén.	210
Figura 18. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona sur de la región de Aysén.	211
Figura 19. Mapa de provisión del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona norte de la región de Aysén.....	212
Figura 20. Mapa de provisión del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona sur de la región de Aysén.....	213
Figura 21. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona norte de la región de Aysén.....	214
Figura 22. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona sur de la región de Aysén.....	215
Figura 23. Mapa del valor económico del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura.	217
Figura 24. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona norte de la región de Aysén.	222
Figura 25. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona sur de la región de Aysén.	223
Figura 26. Mapa de provisión del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona norte de la región de Aysén.....	224
Figura 27. Mapa de provisión del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona sur de la región de Aysén.....	225
Figura 28. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona norte de la región de Aysén.....	226
Figura 29. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona sur de la región de Aysén.....	227
Figura 30. Mapa del valor económico del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos.....	228

Figura 31. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona norte de la región de Aysén.....	231
Figura 32. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona sur de la región de Aysén.....	232
Figura 33. Mapa de provisión del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona norte de la región de Aysén.	233
Figura 34. Mapa de provisión del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona sur de la región de Aysén.	234
Figura 35. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona norte de la región de Aysén.	235
Figura 36. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona sur de la región de Aysén.	236
Figura 37. Mapa de distribución de especies productivas monitoreadas.....	238
Figura 38. Mapa del Valor Económico del servicio Ecosistémicos de habitat para especies productivas	239

Índice de Tablas

Tabla 1. Registro de documentos revisión bibliográfica.....	47
Tabla 2. Resumen de la información cartográfica recopilada para el cumplimiento de los objetivos del proyecto	48
Tabla 3. Clasificación Internacional CICES de Servicios Ecosistémicos	55
Tabla 4. Expertos regionales entrevistados para la priorización de los servicios ecosistémicos.....	62
Tabla 5. Matriz de Oferta por Servicios Ecosistémicos de la región de Aysén.....	64
Tabla 6. Matriz de Servicios Ecosistémicos identificados por ecosistemas para la región de Aysén	66
Tabla 7. Listado de servicios ecosistémicos por actores locales en orden por número de coincidencias	68
Tabla 8. Servicios ecosistémicos priorizados	71
Tabla 9. Listado global de usuarios de servicios ecosistémicos	77

Tabla 10. Análisis cualitativo de la demanda, directa e indirecta, de servicios ecosistémicos asociados a la LGPA, región de Aysén	80
Tabla 11. Clasificación de usuarios o actores, respecto de su relación con la LGPA en la región de Aysén	82
Tabla 12. Matriz de Cálculo del Valor Económico Total	122
Tabla 13. Métodos de valoración aplicados a estimación de servicios ecosistémicos afectados por desarrollos hidroeléctricos en cuencas (Wang et al. 2006)	123
Tabla 14. Clasificación de Valores y técnicas de valoración (Birol et al. 2006)	126
Tabla 15. Datos solicitados a SERNAPESCA	136
Tabla 16. Precios de Productos Marinos	137
Tabla 17. Comuna de Aysén: desembarques por especie; 2014	139
Tabla 18. Comuna de Cisnes: desembarques por especie; 2014.....	140
Tabla 19. Comuna de Guaitecas: desembarques por especie; 2014.....	141
Tabla 20. Región de Aysén: valor económico del servicio ecosistémico de provisión recursos hidrobiológicos para la pesca del sector artesanal; 2014	143
Tabla 21. Región de Aysén: valor económico del servicio ecosistémico de provisión recursos hidrobiológicos para la pesca del sector industrial; 2014.....	144
Tabla 22. Región de Aysén: valor económico del servicio ecosistémico de provisión de recursos hidrobiológicos para la pesca del sector industrial desembarcados fuera de la Región; 2014	145
Tabla 23. Región de Aysén: valor económico del servicio ecosistémico de provisión recursos hidrobiológicos para la pesca de los sectores artesanal e industrial desembarcados dentro y fuera de la Región; 2014.....	145
Tabla 24. Región de Aysén: valor económico del servicio ecosistémico de provisión recursos.....	148
Tabla 25. Resultados del estudio de campo “aplicación de humedales para captación de sedimentos en UK”	153
Tabla 26. Región de Aysén: Resultados de la simulación de pérdida de suelos por la disminución de la cobertura vegetal en un grado desde su actual situación	157
Tabla 27. Región de Aysén: valor económico estimado del servicio ecosistémico de regulación de nutrientes y sedimentos.....	158

Tabla 28. OOTT que realizan actividades de pesca deportiva, kayak y rafting en región de Aysén	164
Tabla 29. Región de Aysén: Estimación de los ingresos anuales generados por los operados turísticos masivos, por comuna y por actividad turística; 2014.....	167
Tabla 30. Región de Aysén: estimación de los ingresos anuales generados por los operadores turísticos <i>premium</i> , por comuna; 2014.....	168
Tabla 31. Región de Aysén: número de turistas nacionales y extranjeros que participan de actividades de pesca recreativa, canotaje y rafting, por origen; 2014....	169
Tabla 32. Región de Aysén: valor económico estimado del servicio ecosistémico cultural de turismo	170
Tabla 33. Región de Aysén: estimación de la Población de nutrias nativas; 2015.....	174
Tabla 34. Región de Aysén: estimación del valor económico del servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción de nutrias nativas	174
Tabla 35. Región de Aysén: número de avistamientos de cetáceos marinos	176
Tabla 36. Región de Aysén: valor económico del servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción de cetáceos.....	177
Tabla 37. Estimación de la distribución de tallas de erizo por área Polígono 7 de la región de Aysén	179
Tabla 38. Región de Aysén: comparación biomasa total por área	180
Tabla 39. Región de Aysén: estimación de la distribución de la biomasa total de erizos por rango de talla y área, Polígono 7.....	181
Tabla 40. Región de Aysén: valor económico estimado del servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción para el recurso erizo, Polígono 7.	181
Tabla 41. Región de Aysén: valor económico estimado del servicio ecosistémico de mantención y reproducción para el recurso merluza austral en aguas interiores de la Región	184
Tabla 42. Región de Aysén: valor económico estimado del servicio ecosistémico de mantención y reproducción para el recurso merluza austral en aguas exteriores de la Región	185
Tabla 43. Región de Aysén: valor económico estimado del servicio ecosistémico de mantención y reproducción para los recursos productivos sin restricciones de tallas mínimas.....	187

Tabla 44. Región de Aysén: Matriz de Cálculo del Valor Económico Total estimado para los servicios ecosistémicos seleccionados provistos por los recursos hídricos asociados a la Ley General de Pesca y Acuicultura.....	190
Tabla 45. Valores cualitativos de servicio ecosistémico de provisión en base a los datos de desembarque artesanal e industrial anual; 2014.....	201
Tabla 46. Categorías de la macrozonificación del borde costero de Aysén y los valores cualitativos asignados al flujo de oferta de servicio ecosistémico.....	208
Tabla 47. Valores cualitativos del mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos	219
Tabla 48. Valores cualitativos asignados al mapa de oferta del servicio ecosistémico de regulación	220
Tabla 49. Valores cualitativos asignados al mapa de demanda en base a los operadores turísticos que usan los ríos/lagos/canales y fiordos de la región	230

Resumen Ejecutivo

Los ecosistemas acuáticos y de las áreas costeras proveen una amplia gama de servicios ecosistémicos, que contribuyen al bienestar de los seres humanos. Además, para países como Chile que tienen una economía altamente dependiente de los sectores primarios y los recursos naturales y ambientales (López y Figueroa, 2016), estos servicios ecosistémicos representan un importante activo para la economía nacional. Por otro lado, la actividad humana junto a procesos naturales puede llegar a afectar negativamente la provisión de dichos servicios ecosistémicos. Tal es el caso de los eventos de floraciones de algas nocivas, conocidos como "marea roja" (Seguel y Sfeir, 2010), o bien de los efectos producidos por el escape de salmones (Soto et al. 2001), la contaminación marina, más recientemente los efectos del cambio climático (Doney et al. 2011), la descarga de nutrientes a cuerpos de aguas superficiales continentales, entre otros (Cienciambiental, 2009).

La región de Aysén se encuentra entre las regiones con características económicas y culturales más relacionadas con su entorno. Por ello, la contabilización de su activo natural y de servicios ecosistémicos resulta de alto valor desde la perspectiva de las políticas públicas. Por ejemplo, la última versión de la Estrategia de Desarrollo Regional (2009-2020), publicada en el año 2009, establece tres principios para el futuro desarrollo regional: sustentabilidad, equidad y transparencia. Adicionalmente, la región ha adoptado el *slogan* "Aysén reserva de vida", basado en su calidad ambiental, la cual ha sido reconocida como una ventaja competitiva, que debe ser protegida. En este contexto, conceptos tales como Pago por Servicios Ecosistémicos y Planificación Territorial Ecológica han sido incorporados como posibles iniciativas que podrían ser aplicadas (ILPES-CEPAL, DIPLADE Aysén, 2009).

Hasta la fecha se ha realizado una cantidad no despreciable de estudios sobre servicios ecosistémicos en la región de Aysén. Sin embargo, cabe destacar que todos los estudios identificados analizan de alguna forma la provisión y distribución (mapeo) de servicios ecosistémicos provistos por ecosistemas terrestres, especialmente enfocados en la cuenca del río Aysén. Ninguno de los estudios

señalados anteriormente, analiza ya sea de manera cualitativa o cuantitativa, la provisión de servicios ecosistémicos desde los ecosistemas marinos, costeros o aguas interiores.

El objetivo de esta investigación es valorar económicamente los servicios ecosistémicos asociados a los recursos hídricos bajo la Ley General de Pesca y Acuicultura de la Región de Aysén (LGPA).

En la región de Aysén, es posible encontrar grandes lagos y lagunas que junto con la escarpada topografía y una compleja red hidrológica, determinan que los centros poblados se encuentren aislados (Muñoz et al. 2006). Adicionalmente, la región de Aysén, como otras regiones del país, ha sido clasificada como “área remota” según la Ley N° 20.655 del año 2013, debido principalmente a las condiciones de transporte, la alta centralización del país y las duras condiciones climáticas de la zona. Por otra parte, la región de Aysén comprende uno de los sistemas de fiordos y canales más complejos del planeta, constituyendo el sistema de estuarios más grande del mundo (Palma y Silva, 2004). Lo cual, sumado a la variación de las condiciones climáticas y el mínimo efecto antrópico, genera ecosistemas que pueden ser considerados estructural y funcionalmente únicos (Silva y Palma, 2005, Palma y Silva, 2004).

Respecto a los ecosistemas bajo la LGPA en la región de Aysén, estos incluyen el borde costero, las aguas continentales, las playas de mar, las aguas interiores y el mar territorial. En el caso de las zonas costeras, aguas interiores y marítimas, éstas se encuentran aprovechadas principalmente por la actividad acuícola (salmonicultura) y pesquera industrial y artesanal y, en menor medida, por actividades recreativas y turísticas. Por su parte, las aguas continentales presentan un mayor aprovechamiento con fines recreativos y de actividades de piscicultura. En este contexto, es importante señalar que el estado de dichos ecosistemas (i.e. calidad de aguas, riqueza y abundancia de recursos hidrobiológicos, entre otros.) responde a complejos procesos ecosistémicos, que incluyen un efecto importante

de los componentes terrestres, tales como la cobertura vegetal y el tipo forestal, entre otros (Soto y Jara, 2007; Bachmann-Vargas, 2009).

Para el logro de los objetivos de esta investigación, se plantearon tres etapas. La primera de ellas corresponde al análisis ecosistémico, la que se desarrolló en cuatro actividades y tres trabajos en terreno. Las primeras actividades fueron de revisión de bibliográfica y cartográfica e identificación de usuarios. Su desarrollo permitió integrar y llevar al contexto regional, el marco teórico de los servicios ecosistémicos, lo que contribuyó a su identificación y priorización. La segunda etapa, de análisis económico, permitió junto a la priorización de los servicios ecosistémicos resultante de la etapa anterior, proporcionar los antecedentes necesarios a la Subsecretaría de Pesca para definir los servicios ecosistémicos a valorar. Una vez definidos, las metodologías de valoración y la planificación para obtener los valores unitarios fueron concordadas con la Contraparte Técnica. Finalmente, utilizando mapas conceptuales y georreferenciados, se estableció la distribución espacial de los servicios ecosistémicos en un mapa conceptual y las áreas de mayor interés respecto a la generación de los servicios ecosistémicos valorados.

Para la descripción de los usuarios actuales y futuros de los servicios ecosistémicos, provistos por los ecosistemas bajo la LGPA en la región de Aysén, se realizó una identificación de actores a partir de fuentes secundarias y, posteriormente, un análisis de las dinámicas socio-ecológicas que ocurren en la Región y que afectan la provisión de los servicios ecosistémicos. Este análisis permitió reconocer las relaciones de tipo productivo (e.g. económicas de gran escala), normativo, recreativa, educativo o de conocimiento, cultural y de subsistencia, entre otras, que pueden ocurrir en el área de estudio.

El listado de servicios ecosistémicos que se presenta en este informe se basa en la clasificación internacional CICES (Common International Classification of Ecosystem Services)¹, por sus siglas en inglés. Se utiliza esta clasificación, de modo de mantener simetría con los esfuerzos que actualmente está llevando a cabo el Ministerio de

¹ <http://cices.eu/>

Medio Ambiente². La clasificación CICES ha sido diseñada para estandarizar las diferentes denominaciones existentes, especialmente en el contexto de las cuentas ambientales y cuentas ecosistémicas. Sin embargo, es importante destacar que el estudio de servicios ecosistémicos a nivel internacional y nacional es un campo de estudio sumamente dinámico, en el que si bien existen ciertos acuerdos a nivel científico, las denominaciones de algunos servicios ecosistémicos pueden cambiar según el autor.

Es así como, a partir del listado anterior, se procedió a la priorización de servicios ecosistémicos que aplican a los ecosistemas bajo la LGPA a ser valorados utilizando la Matriz de Cálculo del Valor Económico Total (MCVET). Cabe señalar que en el caso de los ecosistemas marinos y costeros, UNEP-WCMC (2011) plantean que la valoración debe centrarse, en primer lugar, en el análisis de aquellos servicios ecosistémicos que influyen directamente la salud humana, el bienestar y las actividades económicas. Esto es, considerando el efecto a través del uso directo o bien experiencial de los servicios ecosistémicos.

Luego, se realizaron trabajos de terreno en la Región de Aysén con el fin de identificar, cuantificar y jerarquizar los servicios ecosistémicos bajo una metodología cualitativa-participativa que se desarrolló con la colaboración de expertos locales de los servicios públicos regionales con competencia ambiental, y de algunos municipios de la Región de Aysén. La metodología para la identificación y priorización de servicios ecosistémicos, se basó en la aplicación de una entrevista abierta. Los servicios ecosistémicos jerarquizados en la Región, fueron analizados con la Contraparte Técnica, junto con la cual se definió el listado final de servicios ecosistémicos, procurando obtener al menos el valor de los beneficios ecosistémicos de un servicio por tipo (provisión, regulación y cultural):

- Provisión de recursos hidrobiológicos por pesca (artesanal e industrial) in situ para consumo humano
- Provisión de algas in situ para consumo humano

² <http://portal.mma.gob.cl/servicios-ecosistemicos/>

- Provisión de recursos hidrobiológicos por acuicultura para consumo humano
- Regulación de nutrientes y sedimentos
- Mantenimiento de hábitats y reproducción de especies
- Uso físico del paisaje (turismo) en ecosistemas asociados a los recursos hídricos

Para cada uno de los servicios ecosistémicos se identificó las metodologías que cumplieran los objetivos de valoración utilizando la información disponible. En relación a los tres primeros servicios ecosistémicos de provisión se utiliza valoración de mercado, empleando los precios de consumidor (provisión por pesca), precio playa (provisión de algas) y el precio F.O.B (provisión por acuicultura). El precio consumidor corresponde al precio promedio de los mercados del terminal persquero y la Vega Central en Santiago para los meses noviembre-diciembre 2015, mientras que tanto para el precio playa de algas y precio F.O.B de animales cultivados (precio promedio de productos exportados) se utiliza las cifras del año 2015. Se valora como el flujo del servicio ecosistémico la cantidad de desembarque en los tres puertos de la región de Aysen (Puerto Aysen, Puerto Cisnes y Puerto Chacabuco) para el año 2015.

En el caso de los dos primeros servicios de provisión (provisión de pesca y algas *in situ*), los valores del servicio ecosistémico de provisión recursos hidrobiológicos por tipo de actividad de pesca son:

- Pesca artesanal: \$ 14.567 millones
- Pesca industrial: \$ 28.402 millones
- Pesca extraregional: \$ 240 millones

De este modo, el valor total de estos dos servicios ecosistémicos alcanza a \$43.209 millones.

Por otro lado, para el caso de la acuicultura, el valor de los servicios ecosistémicos de provisión alcanza a \$ 1.714.348 millones.

En relación al servicio ecosistémico regulación de nutrientes y sedimentos se utilizó un modelo ecológico que calculó cómo la pérdida de cubierta boscosa afecta la pérdida de suelo y, con ello, la cantidad de sedimentos que cae a los cauces de ríos de la Región. Para estimar el valor del servicio ecosistémico regulación de nutrientes y sedimentos provenientes de las cuencas hacia los cursos y cuerpos de agua, se consideró el costo evitado por el uso de humedales como medida de mitigación para la retener sedimentos producto de la pérdida de suelo en las cuencas. La estimación arroja un valor del servicio ecosistémico regulación de nutrientes y sedimentos de \$ 221.925 millones de pesos.

Respecto del servicio ecosistémico cultural de uso físico del paisaje, asociado al turismo de pesca recreativa, canotaje y descenso en balsa, se realizó una encuesta a operadores turísticos de la región de Aysén, en la que se consultaba por los meses duración de cada temporadas del negocio (baja y alta); el número de turistas por mes que recibían según origen; la duración de las actividades y el costo de los servicios ofrecidos a los turistas. La encuesta fue enviada a cerca de 80 operadores, recibándose cerca de 42 respuestas parciales y 26 respuestas totales. Con la información de la encuesta se estimaron valores promedio por operador, según tipo y comuna, los que fueron imputados a los operadores faltantes, según tipo y comuna. Respecto a los costos de viajes y estadía, se estimaron los costos de vuelos internacionales según origen y un costo imputado de estadía. Se registró que la mayor parte del valor de servicio ecosistémico cultural de uso físico del paisaje (turismo) se relaciona a turistas que realizan actividades en las comunas de Coyhaique (31,7%), Cisnes (18,5%) y Chile Chico (16,4%). El valor total de beneficios para este servicio ecosistémico alcanza a \$ 21.707,85 millones.

Finalmente, para el servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción se valora el *stock* de especies utilizando la metodología planteada en el estudio de Vásquez et al. (2010) en que los bancos de reproducción de las reservas marinas del Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), y que sirven como hábitat para mantención y reproducción, fueron valorados utilizando el valor de sanción de la

especie, el cual representa su valor social. En este estudio se consideraron siete categorías: cetáceos (un conjunto de especies avistadas en la región; nutrias nativas (huillín y chungungo), merluza austral y merluza común, sardina austral, erizos y lupa negra. El valor económico de los servicios ecosistémicos de mantención de hábitat y reproducción alcanza en total a \$ 387.385 millones, distribuidos de la siguiente manera:

- Cetáceos: \$ 3.354 millones
- Nutrias: \$ 159.214 millones
- Merluza austral: \$ 109.117 millones
- Merluza de cola: \$ 104.248 millones
- Sardina austral: \$ 3.570 millones
- Erizos: \$ 7.873 millones
- Lupa negra: \$ 9 millones

La Tabla ES1 muestra la Matriz de Cálculo del Valor Económico Total (VET) utilizada en este estudio para estimar el valor económico de los servicios ecosistémicos provistos por los recursos hídricos de la Región de Aysén asociados a la LGPA. En ella se observa que el valor de todos los servicios ecosistémicos evaluados alcanza a \$ 2.390.607 millones por año, cifra que representa alrededor de US\$ 3.654 millones de dólares por año.

Un 71,7% del valor de los servicios ecosistémicos corresponde al servicio de provisión de recursos hidrobiológicos de acuicultura, mientras que destacan el servicio de mantención de hábitat y reproducción (16,3%) y regulación de nutrientes y sedimentos provenientes de las cuencas hacia los cursos y cuerpos de agua (9,3%). El ecosistema de fiordos y canales es el que provee la mayor proporción (72,4%) del valor económico total de los servicios ecosistémicos valorados, mientras que, en el otro extremo, el ecosistema de aguas continentales provee la menor proporción (0,9%). Se aprecia además, que los tres ecosistemas de ‘mar abierto’ (10,0%), ‘borde costero y bahía’, (7,4%) y ‘bosque, matorral y pradera’ (9,3%) entrega cada uno una proporción similar del VET de los servicios ecosistémicos estimados.

Tabla ES1. Matriz de Cálculo del Valor Económico Total estimado para los servicios ecosistémicos seleccionados y priorizados provistos por los recursos hídricos de la región de Aysén asociados a la Ley General de Pesca y Acuicultura.
(Millones de \$)

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS		DE PROVISIÓN			DE REGULACIÓN		CULTURALES	VET
		3	4	6	19	29	39	
		Algas in situ para consumo humano	Recursos hidrobiológicos para pesca artesanal e industrial	Recursos hidrobiológicos para la acuicultura industrial	Nutrientes y sedimentos hacia los cursos y cuerpos de agua	Mantenimiento de hábitat y reproducción de especies animales	Uso físico del paisaje (Turismo)	
ECOSISTEMAS								
Asociados a los Recursos Hídricos	Mar abierto		30.188,2			208.916,8		239.105,0
	Canales y fiordos		2.814,2	1.714.348,0		14.540,6		1.731.702,8
	Aguas continentales						21.787,9	21.787,9
	Borde costero y bahía	1.407,4	8.798,4			165.880,0		17.6085,8
Otros	Bosque, matorral y praderas				221.925,0			221.925,0
VET		1.407,4	41.800,8	1.714.348,0	221.925,0	389.337,4	21.787,9	2.390.606,5
		1.757.556,2			611262,4		21.787,9	2.390.606,5

Fuente: Elaboración propia

Executive Summary

Marine and coastal ecosystems provide a large number of ecosystem services, which contribute to human welfare. Additionally, for countries like Chile with economies highly dependent on primary and natural resource as well as environmental resource sectors (López and Figueroa, 2016), these ecosystem services represent an important asset to the national economy. On the other hand, human activities in conjunction to natural processes can negatively affect the provision of such ecosystem services. This is the case, for example, of the bloom of deleterious algae known as 'red tide' (Seguel y Sfeir, 2010) or the effects of the salmon's escapes (Soto et al. 2001), sea pollution, more recently the impacts of climate change (Doney et al. 2011), the discharge of nutrients in continental surface water streams, among others (Cienciambiental, 2009).

Aysen Region is one of the regions of the country with economic and cultural characteristics more closely related to its natural ambient. As a result, the assessment of its natural asset and ecosystem services are highly useful for public policy. For example, the last version of de Regional Development Strategy (2009-2020), published in 2009, establishes three principles for the future development of the region: sustainability, equity and transparency. In addition, the region has adopted the motto "Aysen life reserve", supported by its environmental quality, which has been recognized as a competitive advantage that needs to be protected. In this context, concepts such as ecosystem services and ecological territorial planning have been proposed as initiatives that could eventually be implemented (ILPES-CEPAL & DIPLADE Aysén, 2009).

Up to now, a number of studies on ecosystem services had been conducted in the Aysen Region. However, all of them analyze the provision and distribution (mapping) of ecosystem services provided by terrestrial ecosystems, especially focused in the Aysen river watershed. None of them analyses qualitatively or quantitatively the provision of ecosystem services by the coastal, marine or interior-water ecosystems.

The purpose of this research is to economically value the ecosystem services associated to water resources considered in the Aysen Region Fishing and Aquaculture General Law (coastal zone, continental waters, sea beaches, interior waters and territorial sea).

In the Aysen Region there is a series of large lakes and lagoons which, together with a steep topography and a complex hydrological net, determine that urban centers are isolated (Muñoz et al. 2006). Additionally, the Aysen region and other regions of the country have been classified as 'remote areas' (Law N° 20.655; 2013), due to transport conditions, centralization and hard climatic conditions. On the other side, Aysen Region incorporates one of the most complex systems of fiords and channels, representing the

largest estuarial system in the world (Palma and Silva, 2004). This, together with the high variability of climatic conditions and the minimal human impact, conforms ecosystems that can be considered structurally and functionally unique (Silva y Palma, 2005, Palma and Silva, 2004).

The ecosystem considered in the Aysen Region Fishing and Aquaculture General Law includes the coastal border, continental waters, sea beaches, interior waters and the territorial sea. The coastal zones and the interior and sea waters are mainly used for aquaculture activities (salmon farming) and artisanal fishing, and in a lower scale for tourism and recreational activities. Continental waters are mostly used for recreational purposes and fish farming. It is worth mentioning that the status of such ecosystems (i.e. water quality, variety and abundance of hydrological resource, etc.) is the result of complex ecosystem processes that include an important effect of terrestrial components, such as the vegetation cover and the forest type, within others (Soto and Jara, 2007; Bachmann-Vargas, 2009).

To attain the objective of this research, three stages were planned. The first stage corresponds to the ecosystem analysis, and was developed through four activities and two field works. The first activities were bibliographic and cartographic research and stakeholder identification. These activities allowed to integrate and to put into the regional context the ecosystem service theoretical framework that contributed to their identification and prioritization of the existing ecosystems. The second stage was economic analysis and, together with the prioritization of the first stage, allowed to provide the necessary information to the Fishing Under-secretariat to determine the ecosystem services to be economically valued. Once these ecosystems were determined, the valuation methodologies and the working plan to obtain the required unitary values were agreed with the Technical Counterpart. Finally, using conceptual and geo-referenced maps, it was possible to establish the spatial distribution and the most relevant areas regarding the ecosystem services to be economically valued.

To describe the current and future users of the ecosystem services provided by the ecosystems considered in the Aysen Region Fishing and Aquaculture General Law it is necessary in the first place, their identification and afterwards, an analysis to understand the ongoing regional socio-ecological dynamics affecting the provision of the ecosystem services involved. Due to the time framework and resources availability of this study it was not possible to personally contact the people directly or indirectly related or affected by activities using ecosystem services. As a result, it was necessary to use a thorough bibliographic review as the alternative methodology to classify the regional users of the Aysen ecosystem services under study. Thus the relevant actors and their relationship with the ecosystem services of the region were identified using secondary information, mainly related to detecting productive (i.e. economically

important), normative, recreational, educational or knowledge related, cultural or subsistence activities, among others, that may occur within the study area.

Later, using the whole list of the region's ecosystem service users, and following Dearden et al. (2003), they were classified in three categories: key users, primary users and secondary users.

A key user or actor is one that is able to significantly affect or is important to the success of the implementation of the Aysen Region Fishing and Aquaculture General Law. A primary user is an individual or a group of individuals that is affected, in a positive or a negative way, by the law. And, finally, a secondary actor, is any individual or group of individuals with an indirect interest or role regarding the Aysen Region Fishing and Aquaculture General Law.

The list of ecosystem services elaborated in this study follows the CICES (Common International Classification of Ecosystem Services)³ international classification. This classification is used because the Ministry of the Environment of Chile is also using it.⁴The CICES classification has been designed to standardize the different existing nomenclatures mainly used in environmental and ecosystem accounting. However, it is worth mentioning that the study of ecosystem services is a very dynamic area of study, internationally as well as nationally, in which although there exist some agreements at the scientific level, it is still possible to find different nomenclatures for some ecosystem services depending on the author consulted.

The list of Aysen Region's ecosystem services elaborated using the CICES nomenclature was used to prioritize and choose those ecosystem services to be valued economically. For this purpose, first an Ecosystem Services Matrix (MSE for its Spanish name) was built, which was afterwards valued economically by integrating the information in the MSE into the so called Total Economic Value Calculating Matrix (MCVET for its Spanish name).

According to UNEP-WCMC (2011), in the case of marine and coastal ecosystems, the economic valuation has to focus in the first place, in those ecosystem services directly affecting the human health, welfare and economic activities. This implies considering the effect of direct or experiential use of ecosystem services.

During May 18th and 27th, field works were carried out in the Aysen Region to identify, quantify and prioritize the ecosystem services using a qualitative-participative methodology implemented with the collaboration of local experts from the

³ <http://cices.eu/>

⁴ <http://portal.mma.gob.cl/servicios-ecosistemicos/>

regional public services related to the environment area and of some of the municipalities (counties) of the region. To identifying and prioritizing the ecosystem services and open survey interviewed was carried out. For this stage a workshop was not used because many of the interviewees had participated in a previous workshop on “ecosystem services associated to hydrological ecosystems” on August 2011 that had been organized by the Department of Hydrological Resources of the Ministry of the Environment. During the bibliographic and cartographic review of this study the research team had access to the information of the mentioned workshop⁵. That workshop was exploratory and produced no final report; however, some information included in the summary cards of this workshop was used in this report⁶. Finally, with the purpose, on the one hand, of fulfilling the set of criteria define by the Technical Counterpart and, on the other hand, of estimating the economic value of at least one ecosystem service for each one of the three general categories of ecosystem services (provision, regulation and cultural), the following ecosystem services were defined to be economically value in this study:

- Natural provision of animal for human consumption (fishing)
- Natural provision of plants for human consumption (algae)
- Provision of farmed animals for human consumption (aquaculture)
- Filtering, sequestration, storing and accumulation by ecosystems
- Habitat provision and reproduction
- Landscape use in different environmental conditions (tourism)

For each one of the just mentioned ecosystem services the study team identified methodologies to fulfill the economic valuation objectives of the study using the information available. For the first three (provision) ecosystem services it was determined to use standard market valuation, employing consumer prices (natural provision of animal), beach prices (provision of plants) and FOB price (farmed animals for human consumption).

For the case of the two first provision ecosystem services (in situ animals and plants), the economic value estimates by type of fishery are

- Artisanal fishing: \$ 14,567 million
- Industrial fishing : \$ 28,402 million
- Out of region fishing: \$ 230 million

⁵Información obtenida a través de la DIPLADE Aysén y el Dpto. de Recursos Hídricos del Ministerio de Medio Ambiente (MMA)

⁶Solicitado al MMA vía Ley de Transparencia

Thus the total value of these two provision ecosystem services amounts to \$43,208 Million.

On the other hand, in the case of aquaculture, the estimated value of the provision ecosystem services is \$1,714,348 million.

Regarding the ecosystem service of nutrient and sediment regulation a simulation (scenario 2) was carried out to analyze how the loss of forest cover affects soil erosion and, with that, the amount of sediments that enters the water flow of rivers in the region. To estimate this ecosystem service from watersheds the avoided costs method was used employing as a remediating (restoration) measure the establishment of artificial wetlands. The estimation of the economic value of the ecosystem service of nutrient and sediment regulation reached a value of \$221.925 million.

To estimate the value of the cultural ecosystem services of using the landscape, in recreational tourism, kayaking and rafting, a survey was implemented to the tourism operators of the Aysen Region, in which they were asked about the duration of the business season (high and low), number of tourist (by place of origin) received by month, duration of the different recreational activities and the price of the different services provided. The survey was sent around 80 tourism operators, and 26 full-answered surveys and 42 partially-answered surveys were returned. With the information obtained it was possible to estimate average values for operators (by type and county) which were imputed to the surveys with missing values. Regarding the travel and boarding costs, the air-ticket cost from the origin place was used together with an imputed lodging cost. It was found that the largest part of the cultural ecosystem service related to the landscape use comes from the tourists who do different activities in Coyhaique (31.7%), Cisnes (18.5%) and Chile Chico (16.4%). The total economic value estimated for this ecosystem service is \$ 21.707,85 million.

Finally, to estimate the value of the ecosystem services of natural habitat and reproduction the methodology used was the one proposed by Vásquez et al. (2010) where the reproduction banks of the SERNAPESCA marine reserves were valued using the penalty value of the species, which represent its social value. Seven types of biological resources were considered: Cetaceans; native otter (huillín and chungungo), southern hake, merluza de cola, southern sardines, sea urchin and common merluza. The total economic value estimated for this ecosystem service of natural habitat and reproduction amounted to \$ 387,385.4 million, distributed as follows:

- Cetaceans \$ 3,354 million
- Otters: \$ 159.214 million
- Southern Hake: \$ 109,117 million
- Merluza de Cola: \$ 104,248 million
- Southern sardines: \$ 3,570 million
- Sea urchin: \$ 7,873 million
- Lupa negra: \$ 9 million

Table ES.1 shows the Total Economic Value Calculating Matrix (TEVCM) employed in this study to estimate the economic value of ecosystem services provided by the hydrological resources of the Aysen Region associated to the General Law of Fishing and Aquaculture. This matrix shows that the TEV of all the ecosystem services valued is \$ 2,390,606.5 million per year, amount equivalent to about USD 3,654 million/year. Of this amount, 71.7% corresponds to the economic value of the ecosystem service 'provision of hydrological resources for aquaculture', while the ecosystem service 'natural habitat and reproduction' represents 16.3% and the ecosystem service 'regulation of nutrients and sediments from watersheds to water streams and bodies' represents 9.3%. The ecosystem of fiords and channels provides the largest proportion (72.4%) of the TEV of all the ecosystems services valued and, in the other extreme, the ecosystem of continental waters provides the smaller fraction (0.9%). It is also observed that the three ecosystems 'open sea' (10.0%), 'costal shore and bay' (7.4%) and 'forest, scrubs and grassland' (9.3%) each one provides a similar proportion of the TEV of the estimated ecosystem services.

Table ES1: Estimated Total Economic Value Calculating Matrix (TEVCM) of selected and prioritized ecosystem services provided by the hydrological resources of Aysen Region associated to the General Law of Fishing and Aquaculture.
(\$ Million)

ECOSYSTEM SERVICES		PROVISION			REGULATION		CULTURAL	TEV
		3	4	6	19	29	39	
		In situ algae for human consumption	Hydrobiological resources (animals) for artisanal and industrial fishery	Hydrobiological resources for aquaculture	Nutrients and sediments from watersheds to water streams and bodies	Support to marine species' habitats and reproduction	Tourism	
ECOSYSTEMS								
ASSOCIATED TO HIDROLOGICAL RESOURCES	Open sea	0.0	30,188.2	0.0	0.0	208,916.8	0.0	239,105.0
	Channels and fjords	0.0	2,814.2	1,714,348.0	0.0	14,540.6	0.0	1,731,702.8
	Continental waters	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21,787.9	21,787.9
	Coastal border	1,407.4	8,798.4	0.0	0.0	165,880.0	0.0	176,085.8
OTHERS	Forest, shrub and grassland	0.0	0.0	0.0	221,925.0	0.0	0.0	221,925.0
TEV		1,407.4	41,800.8	1,714,348.0	221,925.0	389,337.4	21,787.9	2,390,606.5
		1,757,556.2			611,262.4		21,787.9	2,390,606.5

Source: Own elaboration.

I. Prólogo

Este documento corresponde al Informe Final del Proyecto de Investigación FIPA N° 2014-85, “Valoración económica de los servicios ecosistémicos asociados a recursos hídricos bajo la Ley General de Pesca y Acuicultura de la Región de Aysén”, que el Centro de Economía de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente (CENRE) de la Facultad de Economía y Negocios (FEN), la Universidad de Chile, realizó para el Consejo de Investigación Pesquera y de Acuicultura, por Contrato de Investigación celebrado entre ambas partes el 19 de enero de 2015 y adjudicación de oferta para la ejecución de dicho Proyecto de Investigación decretada oficialmente mediante Decreto Exento N° 96 del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, de fecha 5 de febrero de 2015.

En este Informe Final solamente se ha cambiado el formato de presentación respectp del Pre Informe Final, con el propósito de hacerlo de más fácil lectura a todo tipo de lectores. Para ello, en el formato actual se ha reportado, para cada servicio ecosistémico que ha sido valorado, primeramente la descripción de las metodologías empleadas para su valoración y, seguidamente después, los resultados de la estimación de su valor económico.

El Equipo de Trabajo del Centro de Economía de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente (CENRE) que ha desarrollado este Proyecto de investigación, ha estado conformado por:

Eugenio Figueroa B.; Ph.D. University of Maryland, M.A. University of Toronto; economista; Director del Departamento de Economía y Director del CENRE; Jefe del Proyecto;

Enrique Calfucura T.; Ph.D. (c) McGill University; M.Sc. University of Toronto; economista; Encargado Economía Ambiental; investigador asociado del CENRE.

- Milford Aguilar R.; Ph.D. (c) y M.Sc. University of Gothenburg; economista; Coordinador Investigador/Investigador Economía Ambiental; investigador asociado del CENRE.
- Marcela Torres G.; Ph.D. (c) y M.Sc. Universidad de Barcelona, Magíster Universidad de Chile; Investigadora Ecología y Geografía; investigadora asociada del CENRE.
- Pamela Bachmann V.; Ph.D. (c), University of Wageningen; M.Sc. University of Kiel; Magíster Universidad de Chile; ecóloga; investigadora asociada del CENRE;
- Paulina Reyes V.; Ingeniera en RR.NN. Renovables Universidad de Chile; Coordinadora e Investigadora RRNN y SIG; CENRE.
- Pablo Gutiérrez C.; Ph.D. (student) University of British Columbia; Magíster en Economía Universidad de Chile; economista; investigador Economía Ambiental;
- Dafna Bitran D.; Ingeniero Comercial Universidad de Chile; economista; ayudante de investigación en terreno;
- Hipólito Talbot-Wright S.; Licenciado en Ciencias Económicas y estudiante de Ingeniería Comercial, Universidad de Chile; ayudante de investigación en terreno.

II. Introducción

Desde la publicación del Millennium Ecosystem Assessment ⁷ (Evaluación de Ecosistemas del Milenio) en 2005, ha habido un importante incremento en la investigación científica, respecto del desarrollo y la aplicación del concepto de servicios ecosistémicos a nivel nacional e internacional (e.g. Figueroa 2007, Balvanera et al. 2012, Delgado y Marín, 2015). Dicha iniciativa marcó un hito en el ámbito científico y en la gestión ambiental pública, haciendo explícita la interacción entre ecosistemas-sociedad y bienestar humano, destacando la importancia de dicha interacción más allá de las esferas científicas (Figueroa 2010).

En Latinoamérica, han sido documentados casos de estudio de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica y Perú (Capistrano et al. 2005). En el caso de Chile, los servicios ecosistémicos de provisión de agua dulce y turismo fueron analizados en San Pedro de Atacama el año 2005 (RIDES, 2005); desde entonces, ha habido un importante aumento en las investigaciones científicas realizadas en el país, abarcado en su mayoría el estudio de servicios ecosistémicos provistos por ecosistemas forestales (e.g. Oyarzún et al. 2005, Nahuelhual et al. 2007, Figueroa y Pastén 2008, Lara et al. 2009, Little y Lara 2010, Delgado et al. 2013). Adicionalmente, se han desarrollado ampliamente trabajos sobre valoración económica, principalmente en ecosistemas terrestres (Bachmann-Vargas et al. 2014). Dentro de estos, destacan los estudios realizados por Figueroa (2007, 2009 y 2010) sobre valoración económica de las áreas protegidas de Chile y un trabajo de Vázquez et al. (2010) que incluye la valoración de algunos servicios ecosistémicos marinos costeros. A pesar de estas iniciativas, son escasos los estudios en ecosistemas desérticos, marinos, costeros y urbanos, entre otros. Sumado a lo anterior, pocos casos en Chile han incorporado la distribución espacial y mapeo de dichos servicios (Bachmann-Vargas, 2013).

Actualmente, es posible identificar en la legislación chilena la incorporación explícita del concepto de servicios ecosistémicos en diferentes instrumentos regulatorios. Por ejemplo, en el Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental (vigente desde el

⁷ <http://www.unep.org/maweb/en/index.aspx>

24/12/2013) el art. 8 referente a "Localización y Valor Ambiental del Territorio", indica en su párrafo 6º, que: "se entenderá que un territorio cuenta con valor ambiental cuando corresponda a un territorio con nula o baja intervención antrópica y provea de servicios ecosistémicos locales relevantes para la población...". Por su parte, la Ley N° 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal de 2008, define los servicios ambientales como "aquellos que brindan los bosques nativos y las plantaciones que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente". Destaca además, el reciente ingreso del Proyecto de Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas⁸, el cual define los servicios ecosistémicos como: "la contribución directa o indirecta de los ecosistemas al bienestar humano".

Sin embargo, a pesar del creciente esfuerzo por incorporar el concepto de servicios ecosistémicos en la toma de decisiones, aún se carece de la implementación de metodologías e instrumentos de valoración ecológica-económica que aborde dicho concepto de manera operativa en el país, lo cual resulta indispensable para poner en práctica lo señalado por los diversos instrumentos legales, antes mencionados.

En relación con la Ley General de Pesca y Acuicultura⁹, su Art. 1° B, señala que es objetivo de dicha Ley "la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, mediante la aplicación del enfoque precautorio, de un enfoque ecosistémico en la regulación pesquera y la salvaguarda de los ecosistemas marinos en que existan esos recursos". En este contexto, resulta de utilidad proveer información para orientar la política pública, con el fin de maximizar el bienestar social de la región y del país, considerando los valores de uso y no uso (valor económico total) de los ecosistemas considerados en dicha Ley. De este modo, contar con el valor económico total de los principales servicios ecosistémicos de la región de Aysén, constituye una herramienta indispensable para sustentar las decisiones de las autoridades locales, regionales y nacionales, especialmente para las autoridades reguladores del sector pesquero y acuícola.

⁸ http://www.senado.cl/appsenado/templates/tramitacion/index.php?boletin_ini=9404-12

⁹ http://www.subpesca.cl/normativa/605/articles-516_documento.pdf

Para los propósitos de este estudio, se utiliza una versión modificada de la definición de servicios ecosistémicos propuesta por la iniciativa internacional The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)¹⁰, y utilizada por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile, la cual los define como: “los bienes y servicios producidos por los ecosistemas y que contribuyen directa o indirectamente al bienestar humano”. Servicios ecosistémicos que contribuyen directamente al bienestar son llamados ‘servicios’ finales, mientras que los que contribuyen indirectamente son clasificados como ‘servicios’ intermedios (Sukhdev et al. 2014). No obstante la presente definición, es importante destacar que existe un amplio desarrollo teórico del concepto de servicios ecosistémicos y diversos análisis realizados a partir de 1997, dentro de los que destacan los trabajos de autores tales como: Daily (1997), Costanza et al. (1997), De Groot et al. (2002), (MEA, 2005), Boyd y Banzhaf (2007), TEEB (2010), entre otras. Por otra parte, respecto a la clasificación de servicios ecosistémicos, se utiliza aquí la generada por Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)¹¹, la cual también es empleada por el Ministerio de Medio Ambiente en la actualidad.

II.1 Contexto General del Estudio de Ecosistemas

El estudio de ecosistemas se basa en la inclusión de patrones y procesos ecológicos, su interrelación a cierta escala temporal y espacial, considerando además las entradas y salidas del sistema (e.g. energía solar para fotosíntesis, escorrentía) (Whitford, 2002). En este sentido, los ecosistemas pueden ser definidos como unidades conceptuales adimensionales, compuestas por un conjunto de componentes bióticos y abióticos que interactúan a través de flujos de elementos (i.e. materia, energía, información y especies), cuya delimitación depende del objetivo de estudio y por lo tanto del observador (Marín, 1997). En general, su delimitación espacial responde a homogeneidades y/o discontinuidades en el paisaje, lo que hace posible, por ejemplo, diferenciar un bosque de una pradera.

¹⁰ <http://www.teebweb.org/our-publications/teeb-study-reports/synthesis-report/>

¹¹ <http://cices.eu/>

Para estudiar la dinámica de los ecosistemas, se ha desarrollado una serie de métodos que van desde los experimentos naturales hasta la investigación en laboratorio y la modelación ecológica (Likens, 1985; Daehler y Strong, 1996). Generalmente, dichos estudios basan la definición de sus componentes en dos aproximaciones teóricas: poblacional-comunitaria, que considera los ecosistemas como conjuntos de comunidades, poblaciones y especies; o proceso-funcional, la cual considera los procesos ecológicos que participan en el flujo y transformación de materiales y energía como base para la definición de los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema (O'Neill et al. 1986; Delgado y Serey, 2002). Para claridad del lector, es posible hacer una analogía entre un tipo de ecosistema y un automóvil, de acuerdo a lo señalado por Whitford (2002). Este autor, indica que el entendimiento de cómo funciona un automóvil involucra la comprensión de componentes estructurales en relación con los procesos de combustión y la expansión de gases que mueven los pistones dentro de un cilindro. Otros procesos, involucran la transferencia de energía al eje de transmisión y engranajes. Si bien, existen procesos básicos que hacen funcionar a un automóvil, es posible encontrar diferentes tipos de estos (estructuras) en el mercado, los cuales a su vez se pueden diferenciar en color, funcionamiento, equipamiento, entre otros.

Por otro lado, el funcionamiento de los ecosistemas provee bienes (elementos materiales) y servicios (elementos inmateriales) que generan beneficios (cambios positivos) directos e indirectos en el bienestar de las personas, siendo éstos conceptualizados como: servicios ecosistémicos¹². La producción de un servicio ecosistémico depende de la estructura y de los procesos que componen los ecosistemas. Es decir, un servicio ecosistémico está relacionado con los componentes vivos y no vivos que interactúan a través de flujos, como energía y nutrientes (Daily, 1997; De Groot et al. 2002). De este modo, las personas se benefician de la capacidad de los procesos y componentes ecosistémicos (bióticos y abióticos) para generar servicios ecosistémicos. En base a esto, se puede reconocer los elementos claves para la producción de servicios ecosistémicos, generando una cascada de servicios

¹² En realidad el término 'servicios' en esta acepción, propuesta inicialmente por el MEA (2005), incorpora conceptualmente tanto los bienes (elementos materiales) como los servicios (elementos inmateriales) con lo que la ciencia económica describe las variables que afectan el bienestar de los individuos y las sociedades, lo que lamentablemente ha empobrecido la conceptualización de la naturaleza de los elementos con que la naturaleza aporta al bienestar (Figuerola 2009).

ecosistémicos (Haines-Young y Potschin, 2009), la cual une la estructura y procesos ecológicos con los componentes del bienestar humano (ver Figura 1). Este marco conceptual, aun cuando representa una simplificación de lo que realmente ocurre en la naturaleza, provee una herramienta útil, de modo de hacer visibles las interacciones entre ecosistemas y sociedad, donde los sectores de oferta y demanda pueden ser identificados claramente.

La Figura 1 muestra como a partir de la estructura ecosistémica, que corresponde a los componentes bióticos y abióticos (tangibles) de la naturaleza (e.g. flora, fauna, suelo, ríos, etc.), más la presencia de procesos (e.g. absorción de nutrientes) que suceden entre dichos componentes, se generan las funciones ecosistémicas, que corresponden a la capacidad de los procesos y componentes de los ecosistemas para proveer de servicios ecosistémicos, como agua limpia, que tienen la capacidad de generar beneficios de forma directa o indirecta a la sociedad, como por ejemplo, el goce que las individuos o la sociedad en su conjunto obtiene de emplear directamente ese recurso (beber el agua o bañarse en ella, por ejemplo) o indirectamente (por el placer de observar flores o aves silvestres que viven gracias a esa agua, por ejemplo) o por goce de no-uso (por considerar, por ejemplo, que el agua es un regalo divino y que, por lo tanto, tiene valor intrínseco, independientemente de la experiencia humana)¹³. Por consiguiente, dichos beneficios pueden ser analizados y valorados desde un punto de vista ecológico, socio-cultural y/o económico (Martín-López et al. 2014)¹⁴.

¹³ Corresponde al 'valor de existencia', el que ciertas personas asignan a algunos servicios ecosistémicos, por lo que las mismas exhiben disposición a pagar por tales servicios..

¹⁴ Un video explicativo sobre el concepto de servicios ecosistémicos realizado por el Instituto Humboldt de Colombia, puede encontrarse en <https://www.youtube.com/watch?v=2h6rOS8NvkQ>.

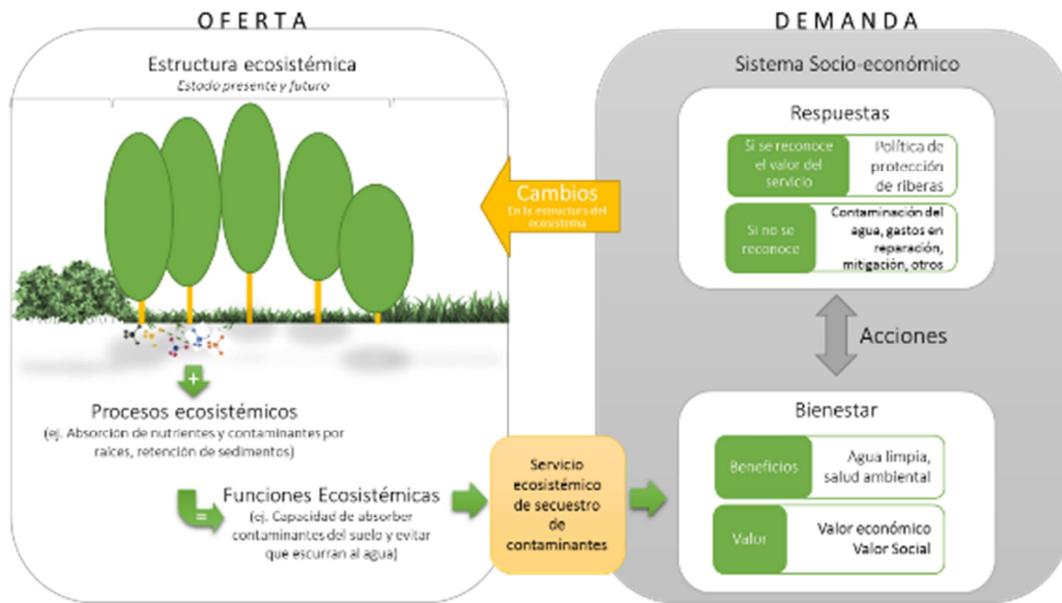


Figura 1. Cadena de producción de servicios ecosistémicos.
Fuente: Modificado a partir de Haines-Young y Potschin, 2009)

II.2 Servicios ecosistémicos en áreas marinas y costeras

Los ecosistemas marinos y de las áreas costeras proveen una amplia gama de servicios ecosistémicos, que contribuyen al bienestar de los seres humanos, y que además, en el caso de Chile, representan un importante activo para la economía nacional. A su vez, una serie de actividades antrópicas y procesos naturales afectan la provisión de dichos servicios. Tal es el caso de los eventos de floraciones de algas nocivas, conocidos como "marea roja" (e.g. Seguel y Sfeir, 2010), o bien de los efectos producidos por el escape de salmones (e.g. Soto et al. 2001), la contaminación marina, y más recientemente los efectos del cambio climático (e.g. Doney et al. 2011), entre otros.

Sin embargo, a pesar de la importancia de dichos servicios ecosistémicos, éstos han sido estudiados en menor medida que los servicios ecosistémicos provistos por ecosistemas terrestres, situación que es posible de identificar tanto a nivel internacional (e.g. Marín y Delgado, 2015) como a nivel nacional (Bachmann-Vargas et al. 2014). En el contexto

nacional destacan los siguientes estudios referentes a servicios ecosistémicos marinos y de las áreas costeras¹⁵:

- Cárcamo et al. 2014. Using stakeholders' perspective of ecosystem services and biodiversity features to plan a marine protected area.
- Carrasco et al. 2014. Estimación conjunta de la disposición a pagar y de la tasa de descuento intertemporal para la protección de la biodiversidad en la Reserva Marina de Choros-Damas.
- Cerda et al. 1997. The economic valuation of the recreational benefits of Dichato beach (Tome-Chile).
- Marín et al. 2014. Ecosystem services and abrupt transformations in a coastal wetland social-ecological system: Tubul-Raqui after the 2010 earthquake in Chile.
- Outeiro y Villasante 2013a. Linking salmon aquaculture synergies and trade-offs on ecosystem services to human wellbeing constituents.
- Outeiro y Villasante 2013b. Trade-offs de servicios ecosistémicos causados por la salmonicultura en el sistema socio-ecológico marino de Chiloé (sur de Chile).
- Outeiro et al. 2015a. Using ecosystem services mapping for marine spatial planning in southern Chile under scenario assessment.
- Outeiro et al. 2015b. Framing local ecological knowledge to value marine ecosystem services for the customary sea tenure of aboriginal communities in southern Chile.
- Soto y Jara 2007. Using natural ecosystem services to diminish salmon-farming footprints in Southern Chile. In: Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities.
- Vásquez et al. 2010. Evaluación económica de los activos ambientales presentes en la red de reservas marinas decretadas en el país bajo la Ley General de Pesca y Acuicultura.
- Vásquez-Lavín et al. 2013. Determining the feasibility of establishing new multiple-use marine protected areas in Chile.
- Vásquez et al. 2014. Economic valuation of kelp forests in northern Chile: values of goods and services of the ecosystem.

¹⁵ La referencia completa se detalla en la sección Bibliografía.

- Zúñiga-Jara et al. 2009. Valor económico de los bosques de algas pardas en las costas de la III y IV región de Chile.

En el marco este estudio, es importante señalar que el objetivo último de la definición y valoración económica de los servicios ecosistémicos, es informar a los tomadores de decisión o influenciar ciertas decisiones a través de la generación de información referida a cómo y cuánto contribuyen los sistemas naturales al bienestar, en este caso local y nacional.

UNEP-WCMC (2011), señalan dos razones principales para valorar económicamente los servicios ecosistémicos:

- Para valorar los costos y beneficios de la implementación de planes y programas, en el contexto de la toma de decisiones.
- Para mejorar el entendimiento del valor social y económico de los ecosistemas, lo cual a su vez requiere de la cuantificación de flujos, basado en aspectos ecológicos y/o físicos.

En el caso de los ecosistemas marinos y costeros, UNEP-WCMC (2011) plantean que la valoración debe centrarse, en primer lugar, en el análisis de aquellos servicios ecosistémicos que influyen directamente la salud humana, el bienestar y las actividades económicas. Esto es, considerando el efecto a través del uso directo o bien experiencial de los servicios ecosistémicos.

II.3 El estudio de Servicios Ecosistémicos hasta la Fecha en la Región de Aysén

Hasta la fecha son escasos los estudios explícitos sobre la provisión de servicios ecosistémicos en la región de Aysén. Los estudios identificados y publicados hasta ahora, se indican a continuación¹⁶:

- Figueroa E. 2007. Análisis Económico y Estudio de Factibilidad para el Financiamiento del Sistema de Áreas Protegidas de Chile; Informe Final (Versión 1).
- Martínez-Harms y Gajardo. 2008. Ecosystem value in the Western Patagonia protected areas.
- LME-UChile y Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente, Región de Aysén. Chile 2010. Diagnóstico Ambiental de la Cuenca del río Aysén y sector Costero Adyacente.
- Sepúlveda 2010. Análisis de los servicios ecosistémicos de la cuenca del río Aysén: selección de metodologías de valoración económica y Pago por Servicios Ambientales (PSA).
- Ponce et al. 2011. Estimating the economic value of landscape losses due to flooding by hydropower plants in the Chilean Patagonia.
- Bachmann-Vargas 2013. Ecosystem services modeling as a tool for ecosystem assessment and support for decision making process in Aysén region, Chile (Northern Patagonia).
- Delgado et al. 2013. Provision of ecosystem services by the Aysén watershed, Chilean Patagonia, to rural households.

¹⁶ La referencia completa se indica en la sección Referencias bibliografía.

Es importante señalar que todos los estudios identificados analizan de alguna forma la provisión y distribución (mapeo) de servicios ecosistémicos provistos por ecosistemas terrestres, especialmente enfocados en la cuenca del río Aysén. Ninguno de estos, analiza ya sea de manera cualitativa o cuantitativa, abordan la provisión de servicios ecosistémicos en ecosistemas marinos, costeros o aguas interiores. Por lo tanto, este estudio representa el primer esfuerzo sistemático en abordar la provisión de servicios ecosistémicos provenientes de dichos ecosistemas.

III. Características del Proyecto

Los objetivos generales como específicos del proyecto fueron establecidos por los mandantes del mismo: el Consejo de Investigación Pesquera y de Acuicultura y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

III.1 Objetivos del Proyecto

III.1.1 Objetivo General

Valorar económicamente los servicios ecosistémicos asociados a los recursos hídricos bajo la Ley General de Pesca y Acuicultura de la región de Aysén (borde costero, aguas continentales, playa de mar, aguas interiores y mar territorial).

III.1.2 Objetivos Específicos

- i. Identificar, cuantificar y jerarquizar los servicios ecosistémicos asociados a las aguas continentales y borde costero, de la región de Aysén, basado en criterios ambientales, económicos y sociales.
- ii. Identificar las metodologías de valoración aplicables a los servicios ecosistémicos identificados y consensuar con la contraparte técnica, un grupo de servicios ecosistémicos a valorar económicamente, considerando restricciones presupuestarias y metodológicas.
- iii. Valorar económicamente los servicios ecosistémicos seleccionados, explicando detalladamente la elección de los métodos de valoración a aplicar en cada caso.
- iv. Ordenar en forma espacialmente explícita, los servicios ecosistémicos de la región de Aysén, en base a su contribución económica y social, identificando áreas o secciones del territorio que son prioridad desde el punto de vista de los servicios ecosistémicos en relación al máximo bienestar social y económico de la región.

III.2 Área de estudio: Región de Aysén

La región de Aysén, corresponde a la tercera región más grande y menos poblada del país, cubriendo alrededor de 104.000 km². La población ha aumentado desde 197 habitantes en el año 1907 a aproximadamente 99.609 habitantes para el año 2012, alcanzando una densidad poblacional de 0,96 habitantes/km² (INE, 2012). La economía regional está basada principalmente en la extracción y manejo de recursos naturales, tales como acuicultura (salmonicultura), producción ganadera, minería e industria forestal (INE, 2002). La región se encuentra dividida en 10 comunas, y 4 provincias (Figura 2). En la región de Aysén, es posible encontrar una serie de grandes lagos y lagunas que junto con la escarpada topografía y una compleja red hidrológica, determinan que los centros poblados se encuentren aislados (Muñoz et al. 2006). Adicionalmente, la región de Aysén, junto con otras regiones del país, ha sido clasificada como “área remota” de acuerdo a la Ley N° 20.655 del año 2013, basado principalmente en las condiciones de transporte, centralización y duras condiciones climáticas.

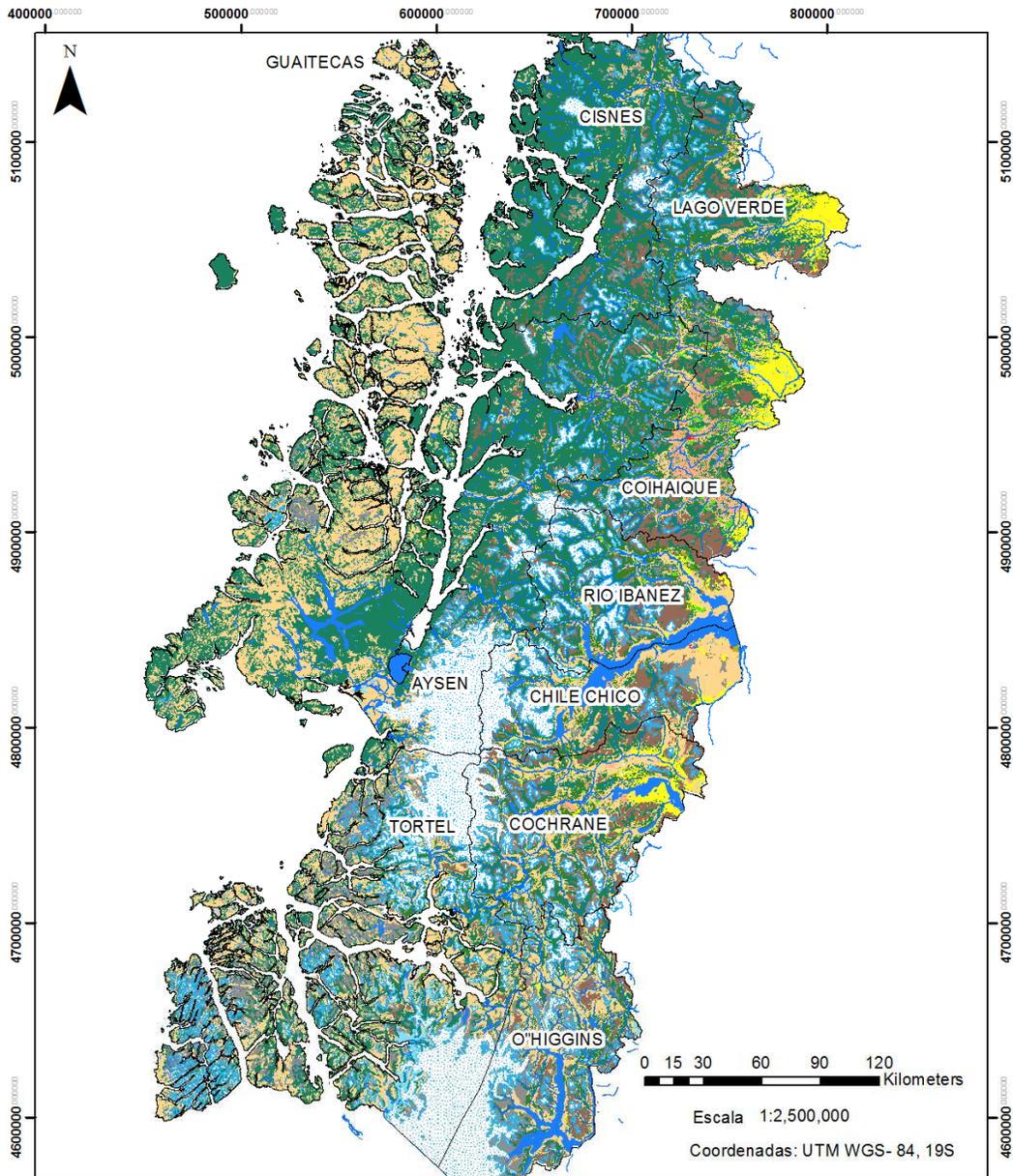
Por otra parte, la región de Aysén comprende uno de los sistemas de fiordos y canales más complejos del planeta, constituyendo el sistema de estuarios más grande del mundo (Palma y Silva, 2004, citado por Marín et al. 2008). Lo cual, sumado a la variación de las condiciones climáticas y el mínimo efecto antrópico, genera ecosistemas que pueden ser considerados estructural y funcionalmente únicos (Silva y Palma, 2005, Palma y Silva, 2004, citados por Marín et al. 2008).

Por su parte, los ecosistemas terrestres de la región de Aysén presentan un elevado grado de perturbación a causa de grandes incendios forestales ocurridos durante el período de colonización que modificaron tanto la estructura de los ecosistemas terrestres como los causes de agua superficial debido a la remoción en masa se sedimentos que provocó la quema de bosque nativo (Ortega y Brünning, 2000; Hepp, 2006). De este modo, se originaron praderas antropogénicas que son el sustento de la producción de ganado, principalmente ovino (SERPLAC, 2005). No obstante dichas perturbaciones, la región destaca a nivel nacional por su belleza paisajística y calidad de aguas, entre otros atributos (Bachmann-Vargas, 2013), además de contar con el 37% de

los bosques nativos del país (SERPLAC, 2005). Estos bosques nativos están conformados principalmente por el bosque de lenga y el subtipo lenga-coihue, los que constituyen casi la única fuente de actividad forestal para la zona. En efecto, el 97% de la madera aserrada en la región corresponde a dichos tipos forestales (SERPLAC, 2005). Adicionalmente, es importante destacar, que la última versión de la Estrategia de Desarrollo Regional (2009-2020), publicada en el año 2009, establece tres principios, con el objetivo de llevar a cabo el futuro desarrollo regional: sustentabilidad, equidad y transparencia. Adicionalmente, la región ha adoptado el slogan “Aysén reserva de vida”, basado en su calidad ambiental, la cual ha sido reconocida como una ventaja competitiva, que debe ser protegida. En este contexto, conceptos tales como Pago por Servicios Ecosistémicos y Planificación Territorial Ecológica han sido incorporados como posibles iniciativas que podrían ser aplicadas (ILPES-CEPAL, DIPLADE Aysén, 2009).

Respecto a los ecosistemas bajo la LGPA de la región de Aysén, estos incluyen el borde costero, las aguas continentales, las playas de mar, las aguas interiores y el mar territorial. En el caso de las zonas costeras, aguas interiores y marítimas, éstas se encuentran aprovechadas principalmente por el desarrollo acuícola (salmonicultura) y pesquero artesanal, y en menor medida por actividades recreativas y turísticas. Por su parte, las aguas continentales presentan un mayor aprovechamiento con fines recreativos y de actividades de piscicultura. En este contexto, es importante señalar que el estado (i.e. calidad de aguas, riqueza y abundancia de recursos hidrobiológicos, entre otros.) de dichos ecosistemas responde a complejos procesos ecosistémicos, que incluyen un efecto importante de los componentes terrestres, tales como la cobertura vegetal y el tipo forestal, entre otros (Soto y Jara, 2007; Bachmann-Vargas, 2009).

En general, a pesar de la dependencia económica y la identidad socio-cultural que se encuentra arraigada en la cultura local, el conocimiento regional respecto de los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas no está muy desarrollado en la región, lo cual implica que no existe conciencia pública acerca de cómo y en que magnitud el funcionamiento de los ecosistemas contribuyen al bienestar de la población (Delgado et al. 2013).



Uso cobertura del suelo, región de Aysén

Fuente: Catastro de bosque nativo (CONAF, 2011)

- | | | |
|--------------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| Sin vegetación | Playas y Dunas | Ciudades / Zonas Industriales |
| Afloramientos Rocosos | Plantación Forestal | Campos de Hielo / nieves /glaciares |
| Bosque Nativo | Matorral | Rotación Cultivo-Pradera |
| Bosques Exóticas Asilvestradas | Humedales | Agrícola |
| Cajas de Ríos | Ríos/Lagos/Lagunas | Vegetación Herbacea en orillas |
| Praderas Perennes | Estepa Patagónica | Municipios |



Figura 2. Uso/cobertura de suelo de la región de Aysén y división comunal.

Fuente: Elaboración propia en base a cartografía digital de acceso público en <http://www.ide.cl/ayesen/>

IV. Metodología y Resultados

Para el logro de los objetivos específicos, el estudio se dividió en tres etapas. La primera de ellas corresponde al análisis ecosistémico, que se desarrolló en cuatro actividades y dos trabajos en terreno. Las primeras actividades consistieron en la revisión bibliográfica y cartográfica e identificación de usuarios. Su desarrollo permitió conocer el estado del arte sobre las publicaciones y estudios realizados sobre servicios ecosistémicos y valoración económica. Con este levantamiento de información fue posible integrar al contexto regional el marco teórico de los servicios ecosistémicos, lo que contribuyó a su identificación y priorización y al análisis de los usuarios que se benefician de ellos.

En la segunda etapa, destinada al análisis económico de los servicios ecosistémicos identificados y priorizados, se estimaron los flujos, se identificaron las metodologías de valoración, se realizó el cálculo del valor unitario para valorar económicamente cada servicio ecosistémico definido y priorizado.

La tercera etapa integró la información del análisis ecológico y económico de cada servicio ecosistémico para representarla en territorio, a través de mapas de oferta y aprovechamiento de los servicios ecosistémicos.

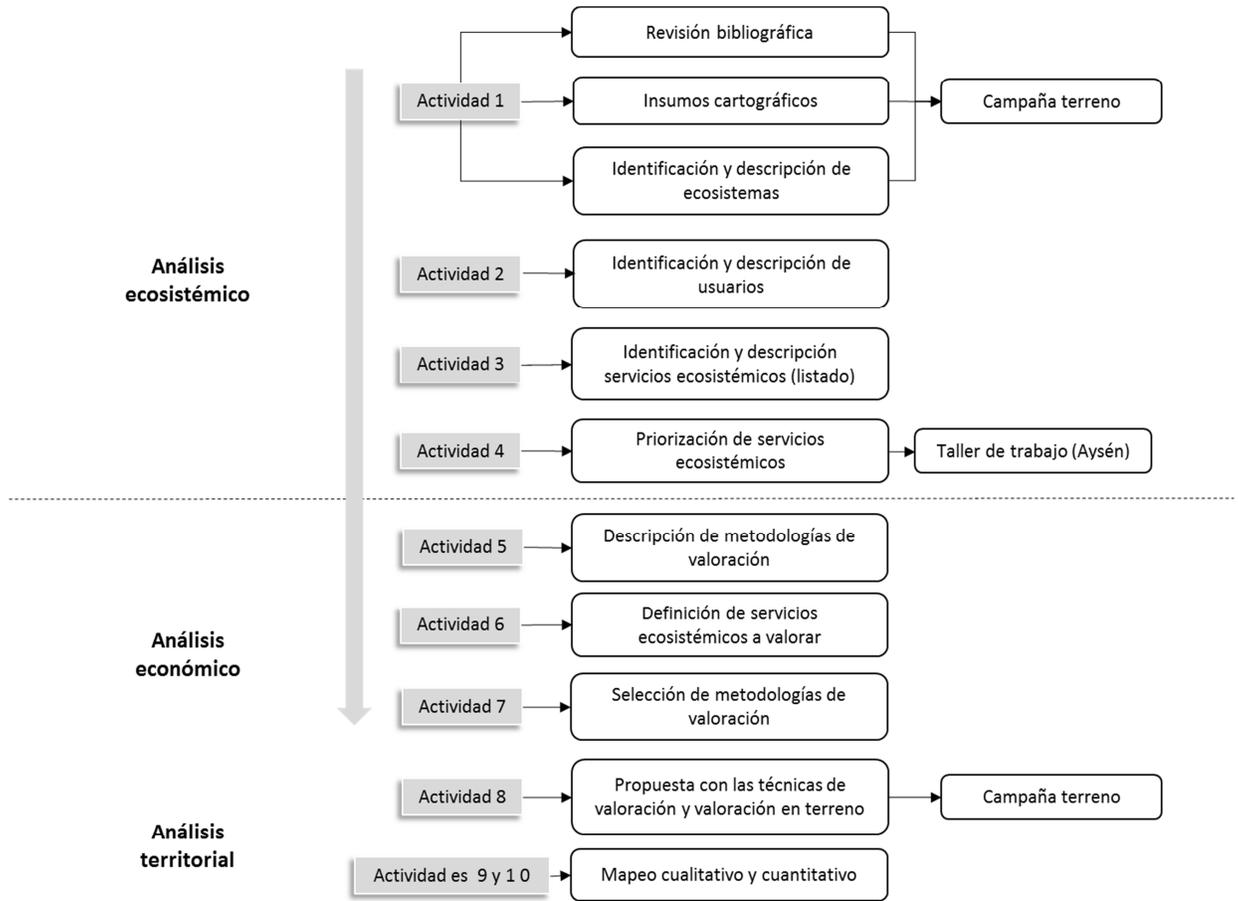


Figura 3. Modelo metodológico con sus actividades
Fuente: Elaboración propia

IV.1 Análisis ecosistémico

IV.1.1 Revisión bibliográfica y cartográfica

La revisión bibliográfica y cartográfica tuvo por objetivo conocer el estado del arte de la identificación, descripción y cuantificación de los servicios ecosistémicos en relación con la LGPA, en la región de Aysén, así como también analizar desde un punto de vista cartográfico las características de la región que posibilitan identificar y analizar ecosistemas y servicios ecosistémicos, para los fines de este proyecto.

Los documentos recopilados como parte de la revisión bibliográfica corresponden a todos aquellos, disponibles y que se relacionan con los objetivos de este estudio.

La metodología para la revisión bibliográfica se basó en la recopilación de documentos, a través del motor de búsqueda *scholar.google.com* que permite identificar tanto documentos digitales, como aquellos disponibles en bibliotecas a nivel mundial, las palabras clave para la búsqueda fueron: “ecosistemas marinos región Aysén”, “servicios ecosistémicos Aysén”, “servicios ambientales Aysén”, “fiordos Aysén”, “turismo fiordos Aysén”, “rutas navegación turística Aysén”, “oceanografía Aysén”, “proyectos FIP región de Aysén” y “caletas pescadores Aysén”, considerando además sus traducciones al inglés. Los documentos recopilados fueron clasificados en las siguientes categorías: artículos científicos (*peer-review* y disseminación), capítulos de libro, libros y guías de campo, tesis (pre y post grado) e informes técnicos (e.g. consultorías).

La recopilación cartográfica se realizó en dos etapas:

- i. descarga directa de cartografía regional en los servidores de mapas de servicios públicos y,
- ii. solicitud a los servicios públicos competentes cuando esta no estaba disponible a través de la descarga directa.

IV.1.1.1. Listado de bibliografía

Los documentos recopilados, fueron clasificados en las siguientes categorías: artículos científicos (*peer-review* y *diseminación*), capítulos de libro, informes técnicos (e.g. consultorías), libros y guías de campo y tesis (pre y post grado), el total de registros y el número de publicaciones en idioma español e inglés se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Registro de documentos revisión bibliográfica

CATEGORÍA	TOTAL DE REGISTROS	ESPAÑOL	INGLÉS
Artículos científicos (<i>peer-review</i> y <i>diseminación</i>)	43	19	24
Capítulos de libro	6	1	5
Informes técnicos (e.g. consultorías)	13	13	0
Libros y guías de campo	5	5	0
Tesis (pre y post grado)	11	9	2
Total	78	47	31

Cabe destacar que la presente revisión bibliográfica sólo representa una muestra del universo total de publicaciones relacionadas a los ecosistemas bajo la LGPA y a los ecosistemas terrestres que a su vez afectan el funcionamiento ecológico de zonas marinas, costeras, mar interior y aguas continentales.

El listado con la bibliografía se presenta en el Anexo I y los archivos digitales, en formato *.pdf* son proporcionados de adjuntos al presente Informe final.

IV.1.1.2. Listado de cartografía

La cartografía recopilada y su fuente de origen se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen de la información cartográfica recopilada para el cumplimiento de los objetivos del proyecto

TIPO DE INFORMACIÓN	FUENTE	FORMA DE TRANSFERENCIA
Cartografía base: caminos nacionales, división político administrativa, ciudades y poblados.	Geoportal de Chile	Descarga directa http://www.geoportal.cl/
Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) y áreas protegidas por otros servicios	Infraestructura de datos geoespaciales, Región de Aysén	Descarga directa http://www.ide.cl/ayesen/
Catastro de humedales e inventario de glaciares y lagos.	Infraestructura de datos geoespaciales, Región de Aysén	Descarga directa http://www.ide.cl/ayesen/
Red hidrométrica y caudales ambientales	Infraestructura de datos geoespaciales, Región de Aysén	Descarga directa http://www.ide.cl/ayesen/
Cuencas hidrográficas	Infraestructura de datos geoespaciales, Región de Aysén	Descarga directa http://www.ide.cl/ayesen/
Batimetría SHOA	Infraestructura de datos geoespaciales, Región de Aysén	Descarga directa http://www.ide.cl/ayesen/
Catastro de bosque nativo de la XI región (v.2011)	Sistema de información territorial de CONAF	Descarga directa http://sit.conaf.cl/
Proyectos productivos ingresados la SEA	Servicio de Evaluación ambiental	Descarga directa http://www.sea.gob.cl/
Zonificación Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT) y borde costero	DIPLADE Aysén	Entrega vía oficio
Modelo de elevación digital	DIPLADE Aysén	Entrega vía oficio
Macrozonas salmoneras y barrios sanitarios	DIPLADE Aysén	Entrega vía oficio
Infraestructura portuaria	DIPLADE Aysén	Entrega vía oficio
Microzonificación del Borde Costero	DIPLADE Aysén	Entrega vía oficio
Espacios Costeros Marinos Pueblos Originarios (ECMPO).	SUBPESCA	Transferencia directa por solicitud a contraparte

TIPO DE INFORMACIÓN	FUENTE	FORMA DE TRANSFERENCIA
Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB).	SUBPESCA	Transferencia directa por solicitud a contraparte
Monitoreo Dydimio	SUBPESCA	Transferencia directa por solicitud a contraparte
Monitoreo Marea Roja	SUBPESCA	Transferencia directa por solicitud a contraparte
Red de agua potable rural	Dirección de Obras Hidráulicas	Petición a través de Ley de Transparencia. Ord. N° 199 de 28/04/2015.

En el Anexo II se presenta la cartografía recopilada, con información de la fuente y sus características básicas.

IV.1.2 Ecosistemas, usos actuales del territorio y servicios ecosistémicos

IV.1.2.1. Identificación y caracterización los ecosistemas hidrológicos

La caracterización de ecosistemas se basó en información secundaria disponible, dado que este proyecto no tuvo como objetivo generar información biofísica.

Los ecosistemas, responden a 3 criterios: i) conceptos utilizados en la LGPA, ii) conceptos biológicos asociados con la distribución de organismos, iii) discontinuidades en el territorio, como es el caso de los ecosistemas terrestres.

La identificación y descripción de ecosistemas se definieron en el contexto de los servicios ecosistémicos asociados a los recursos hídricos, realizando consulta a expertos regionales, científicos y revisión bibliográfica, de modo de entregar información relevante para los objetivos del proyecto.

Las funciones de distintos ecosistemas proveen servicios muy variados relacionados con el recurso agua y que determinan el bienestar de las personas y la sociedad. Estos bienes y servicios ecosistémicos son llamados servicios ecosistémicos hidrológicos y entre ellos se encuentran desde un bien básico como el agua fresca para la bebida,

hasta un servicio de gran relevancia para muchas localidades como la prevención de las inundaciones en su interacción con ecosistemas terrestres.

Todo ecosistema en una cuenca hidrográfica afecta las características del agua que pase por ella. Esto implica que todos los ecosistemas proporcionan servicios hidrológicos, aunque no todos en la misma medida. Todos los componentes de un ecosistema, desde los microorganismos hasta los grandes animales y poblaciones vegetales tienen la capacidad de afectar la provisión de servicios ecosistémicos hidrológicos (Brauman et al. 2007).

IV.1.2.2. Descripción de ecosistemas

Los ecosistemas considerados para este estudio son caracterizados de la siguiente manera:

- **Mar abierto:** delimitado por la zona económica exclusiva de 200 millas marítimas, donde los procesos ecológicos son influenciados por aspectos físico-oceanográficos tales como las corrientes y la corriente de Humboldt, asegurando la productividad pesquera. Los procesos de surgencia costera permiten una alta productividad primaria (Neira et al. 2013).

Se presume que parte de la pesca industrial se realiza en esta zona, sin embargo no ha sido posible identificar documentos más precisos al respecto. Dentro de las especies registradas en los desembarques industriales¹⁷ se encuentran: merluza austral (*Merluccius australis*), congrio dorado (*Genypterus blacodes*), Raya (*Raja* sp.) y merluza de cola (*Macrouronus magellanicus*). No obstante, las especies de merluza también son extraídas de ecosistemas de mar interior (Neira et al. 2012).

- **Fiordos:** los ecosistemas de fiordo se caracterizan por su heterogénea orografía y por ser estuarios localizados en latitudes altas, donde ocurrió glaciación (e.g.

¹⁷ https://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=1003&Itemid=935

50º LS), y altamente estratificados (Olmos, 2012; Marín et al. 2013). Son usualmente más largos que anchos, con una columna de agua profunda y abruptas paredes. Los fiordos del sur de Chile, reciben un input de agua y nutrientes proveniente de sistemas terrestres, a través de ríos, escorrentía superficial y flujos subterráneos, alimentados por las precipitaciones y glaciares (Pantoja et al. 2011). Estos ecosistemas son uno de los sistemas biogeoquímicos más activos del planeta, donde ocurre intercambio o transporte de grandes cantidades de materia y energía, conectando a su vez los sistemas terrestres con el mar abierto (Iriarte et al. 2010). Es importante señalar que estos estuarios tienen una gran variedad de formas con diferente longitud y topografía, lo cual determina el comportamiento de cada estuario a los factores de descarga de agua, marea, viento y olas (Salinas y Hormazábal, 2004). Según lo señalado por Salinas y Hormazábal (2004), es posible señalar que la constricción de Meninea tendría efectos sobre el servicio ecosistémico de 'Dilución por la atmósfera, agua dulce y ecosistemas marinos'.

Dentro de los fiordos más importantes de la región de Aysén, se encuentran el fiordo Aysén, Cupquelán, Quitalco y Baker (Olmos, 2012; Marín et al. 2013). En estos fiordos se localizan diversas Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), donde los principales productos extraídos son: erizo y loco, además de algas y centolla. Por otro lado, los fiordos y canales reúnen las condiciones óptimas para el desarrollo de la salmonicultura, con especies como Salmón atlántico, Trucha arcoiris y Salmón del pacífico o Coho¹⁸.

- **Canales:** los canales al igual que los fiordos presentan una heterogénea orografía (Marín et al. 2013). Ejemplo de esto, puede ser observado en el canal Jacaf, el cual se caracteriza por tener un fondo irregular, con numerosos umbrales muy profundos (500 metros) (Olmos, 2012). El ancho medio del canal Jacaf es de 5 km, mientras que el canal Puyuhuapi posee un ancho medio de 7 km (Olmos, 2012). Otros canales de la región son: canal Moraleda, King, Goñi y Darwin, entre otros (Silva et al. 2011). Al igual que en los fiordos, dentro de los canales

¹⁸ https://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=startdown&id=10658

se localizan diversas AMERB, donde los principales productos extraídos son: erizo y loco, además de algas y centolla.

- **Bahías:** tanto las bahías de las zonas marinas costeras (e.g. Chacabuco, Tortel, Cisnes, Exploradores, San Rafael), como las presentes en aguas continentales (e.g. Bahía Murta, Bahía Jara), representan formaciones geográficas que brindan condiciones esenciales para la ocupación humana o disfrute paisajístico, con diferentes grados de perturbación antrópica. Dichas bahías presentan características oceanográficas particulares (Tironi et al. 2010).
- **Lagos y ríos:** la región presenta una compleja red hidrográfica, con importantes caudales y régimen nivo-pluvial (CADE-IDEPE, 2004). Algunos de los lagos y ríos más importantes son: lago Elizalde, Pollux, General Carrera, Cochrane, O'Higgins, entre otros. Respecto de los ríos, se pueden mencionar los ríos Aysén, Baker, Pascua, Cisnes, Simpson, Coyhaique, entre otros. Estos ecosistemas, destacan por calidad de aguas y su aprovechamiento en actividades de pesca deportiva (servicio ecosistémico de *uso físico del paisaje (turismo) en diferentes condiciones ambientales*), su belleza paisajística y como áreas de estudio para investigación científica.
- **Bosque nativo:** los ecosistemas forestales norpatagónicos, se encuentran conformados principalmente por los subtipos lenga-coihue y lenga (Pérez et al. 2008), constituyendo el límite altitudinal del bosque, encontrándose desde el nivel del mar hasta los 2.000 msnm (Premoli, 2004). La distribución en altura, sumado a las temperaturas extremas y a la sequedad, han favorecido la existencia de bosques monoespecíficos de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Kraser (Lenga), hacia el límite oriental xérico del bosque andino-patagónico (Donoso, 1995). Los suelos donde se distribuye *N. pumilio* son principalmente de tipo volcánico, cubiertos por una delgada capa de material más grueso de escoria, gravas o arenas. Dichos bosques presentan importantes estrategias de retención de nutrientes, especialmente nitrógeno (Bachmann-Vargas, 2009). Adicionalmente, la constante presencia de cobertura vegetal produce que la

exportación de nitrógeno hacia los cuerpos de agua se mantenga constante y en bajos niveles a través del año. Bachmann-Vargas (2009), señala la exportación de nutrientes desde ecosistemas de pradera sería 10 veces mayor que la explotación de ecosistemas forestales. Por lo tanto, el servicio ecosistémico de "Filtración, secuestro, almacenamiento, y acumulación por ecosistemas", analizado a través de la retención de nutrientes desde ecosistemas terrestres, principalmente por bosque nativo, contribuye de manera considerable a la calidad de las aguas continentales de la región de Aysén.

IV.1.2.3. Los servicios ecosistémicos

El listado de servicios ecosistémicos que se utiliza en este estudio corresponde a la clasificación internacional CICES por sus siglas en inglés (Common International Classification of Ecosystem Services)¹⁹. Se utiliza esta clasificación, de modo de mantener simetría con los esfuerzos que está llevando a cabo el Ministerio de Medio Ambiente²⁰. La clasificación CICES ha sido diseñada para estandarizar las diferentes denominaciones existentes, especialmente en el contexto de las cuentas ambientales y cuentas ecosistémicas. Sin embargo, es importante destacar que el estudio de servicios ecosistémicos a nivel internacional y nacional es un campo de estudio sumamente nuevo y dinámico, en el que si bien existen ciertos acuerdos a nivel científico, las denominaciones de algunos servicios ecosistémicos pueden cambiar según el autor.

La clasificación CICES presenta un listado de 48 servicios ecosistémicos (Tabla 3), los cuales se encuentran divididos en tres categorías: provisión, regulación y culturales. Es importante señalar que clasificaciones anteriores (e.g. MEA, 2005) incorporaban una cuarta categoría, correspondiente a los servicios de soporte. Dicha categoría ha sido eliminada de los últimos listados, con el objetivo de evitar el doble conteo en la valoración económica de los servicios ecosistémicos (Fu et al. 2011).

¹⁹ <http://cices.eu/>

²⁰ <http://portal.mma.gob.cl/servicios-ecosistemicos/>

El presente estudio, no considera dentro del listado de servicios ecosistémicos propuesto por CICES la división o grupo 'Otros servicios culturales', que corresponde a los servicios de 'existencia' y 'legado'. En términos ecológicos, los servicios representan aquella relación del ser humano con los procesos y funciones resultantes de la interacción de los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema. De esta manera, la existencia y el legado al no derivar de ninguna interacción ecosistémica, no son considerados servicios ecosistémicos. Por otro lado, la economía considera al legado y la existencia como componentes del valor económico total de los bienes y servicios, de esta manera, serían atributos de los servicios ecosistémicos y no servicios propiamente tales.

Tabla 3. Clasificación Internacional CICES de Servicios Ecosistémicos

ID	CATEGORÍA	DIVISIÓN/GRUPO	CLASE	PROVISTO POR ECOSISTEMAS LGPA	EFFECTO DE ECOSISTEMAS TERRESTRES
1	Provisión	Nutrición/Biomasa	Cultivos (cereales, vegetales, frutas, etc.)		
2			Animales domésticos y sus productos derivados (carne, leche, etc.)		
3			Plantas silvestres, algas y sus productos derivados		
4			Animales silvestres y sus productos derivados (peces, moluscos, etc.)		
5			Plantas y algas de acuicultura in situ		
6			Animales de acuicultura in situ (salmones, moluscos, etc.)		
7		Nutrición/Agua	Agua superficial para beber		
8			Agua subterránea para beber		
9		Materiales/Biomasa	Fibras y otros materiales de plantas, algas y animales para uso directo o ser procesados		
10			Materiales de plantas, algas y animales para uso agrícola (fertilizantes, etc.)		
11			Material genético de la biota (para uso bioquímico industrial y farmacéutico)		
12		Materiales/Agua	Agua superficial para otros usos		
13			Agua subterránea para otros usos		
14		Energía/Recursos energéticos de biomasa	Recursos energéticos provenientes de las plantas (biomasa)		
15			Recursos energéticos provenientes de los animales		
16		Energía/Energía mecánica	Energía animal (tracción animal)		

ID	CATEGORÍA	DIVISIÓN/GRUPO	CLASE	PROVISTO POR ECOSISTEMAS LGPA	EFFECTO DE ECOSISTEMAS TERRESTRES
17	Regulación	Mediación de desechos, tóxicos y otras sustancias/ Mediado por la biota	Bioremediación por microorganismos, algas, plantas y animales		
18			Filtración, secuestro, almacenamiento y acumulación por microorganismos, algas, plantas y animales		
19		Mediación de desechos, tóxicos y otras sustancias/ Mediado por los ecosistemas	Filtración, secuestro, almacenamiento, y acumulación por ecosistemas		
20			Dilución por la atmósfera, agua dulce y ecosistemas marinos		
21			Mediación del olor, ruido e impactos visuales		
22		Mediación de flujos/Flujo de masa	Estabilización de masa y control de las tasas de erosión		
23			Amortiguación y atenuación del flujo de masa		
24		Mediación de flujos/Flujos líquidos	Ciclo hidrológico y mantención del flujo de agua		
25			Protección de inundaciones		
26		Mediación de flujos/ Flujos de aire, gaseosos	Protección de tormentas		
27			Ventilación y transpiración		
28		Mantención y protección de hábitats y pool genético	Polinización y dispersión de semillas		
29			Mantención de hábitats y reproducción		
30		Control de pestes y enfermedades	Control de pestes		
31	Control de enfermedades				

ID	CATEGORÍA	DIVISIÓN/GRUPO	CLASE	PROVISTO POR ECOSISTEMAS LGPA	EFEECTO DE ECOSISTEMAS TERRESTRES
32		Formación y composición del suelo	Proceso de mineralización (fertilidad del suelo, etc.)		
33			Descomposición y procesos de fijación (mantención de las condiciones bioquímicas del suelo)		
34		Condiciones del agua	Condiciones químicas del agua dulce		
35			Condiciones químicas de aguas marinas		
36		Composición atmosférica y regulación del clima	Regulación global del clima por la reducción de las concentraciones de gases de efecto invernadero		
37			Regulación del clima, micro y regional		
38		Cultural	Interacciones físicas y experienciales	Uso experiencial de plantas, animales y paisajes en diferentes condiciones ambientales (e.g. observación de aves, buceo)	
39	Uso físico del paisaje (turismo) en diferentes condiciones ambientales (e.g. pesca recreativa, navegación)				
40	Interacciones intelectuales y representativas		Científico (actividades de investigación asociadas a ciertos ecosistemas, etc.)		
41			Educacional (sujeto de materia de educación, actividades de educación ambiental asociadas a ciertos ecosistemas, etc.)		
42			Herencia cultural		
43			Entretenimiento (observación ex-situ de la naturaleza a través de diferentes medios)		
44			Estético (sentido de lugar, representaciones artísticas de la naturaleza, etc.)		
45	Espiritual y/o emblemático		Simbólico (plantas o animales emblemáticos, etc.)		
46			Sagrado y/o religioso		
47	Otros aspectos culturales		Existencia (disfrute provisto por especies silvestres, ecosistemas y paisajes)		

ID	CATEGORÍA	DIVISIÓN/GRUPO	CLASE	PROVISTO POR ECOSISTEMAS LGPA	EFECTO DE ECOSISTEMAS TERRESTRES
48			Legado (disponibilidad a preservar para el uso de futuras generaciones)		

Fuente: Modificado de CICES.

A partir de la clasificación CICES, se realizó una primera identificación de los servicios ecosistémicos: en color celeste, los servicios que se relacionan directamente con los ecosistemas bajo la LGPA, y en color gris se indica aquellos servicios ecosistémicos provistos por ecosistemas terrestres que afectan de alguna manera el estado y provisión de los servicios asociados a la LGPA.

Las relaciones identificadas pueden tener un impacto positivo (sinergia) o negativo (*trade-off*). Por ejemplo, en el contexto de la salmonicultura se ha documentado que los beneficios económicos obtenidos a través del incremento en la producción de salmones (servicio ecosistémico de provisión) han causado además, una reducción en los servicios ecosistémicos de regulación y culturales (Outeiro y Villasante, 2013a).

IV.1.2.3.1 Identificación y priorización participativa de los servicios ecosistémicos en recursos hídricos

Se utilizó una metodología cualitativa-participativa con el fin de identificar y priorizar los servicios ecosistémicos. Esta actividad se desarrolló con la colaboración de expertos locales de los servicios públicos regionales con competencia ambiental, y de algunos municipios de la región de Aysén²¹.

La metodología se basó en la aplicación de una entrevista abierta. Se descartó la realización de un taller para llevar a cabo esta etapa del proyecto, ya que muchos de los entrevistados ya habían participado de un taller sobre "servicios ambientales asociados a ecosistemas hídricos", realizado en agosto del 2011 convocado por el Dpto. de Recursos Hídricos del Ministerio del Medio Ambiente. Cabe señalar que el equipo investigador de éste proyecto contó con la información y objetivos de dicho taller en la etapa de recopilación de bibliografía y cartografías²². Dicho taller, fue realizado de manera exploratoria, por lo que no presenta resultados ni informes finales, sin

²¹Entrevistas realizadas durante los días 18 al 27 de mayo, en la región de Aysén

²²Información obtenida a través de la DIPLADE Aysén y el Dpto. de Recursos Hídricos del Ministerio de Medio Ambiente (MMA)

embargo, han sido utilizados en éste trabajo, algunos de los aspectos mencionados en las fichas-resumen del taller²³.

Para aplicar la entrevista se diferenciaron tres grupos de servicios públicos con competencia ambiental y municipios, en base a la manera en que estos se relacionan con la gestión de los ecosistemas, y por ende con los servicios ecosistémicos que estos proveen. Estos grupos se diferencian de la siguiente manera:

- Servicios públicos con acción directa sobre los SE que brindan los ecosistemas asociados a la LGPA (SUBPESCA, SERNAPECA, DIRECTEMAR).
- Servicios públicos con acción sobre los SE que brindan 'otros ecosistemas' (e.g. terrestres) y que tienen efectos en la calidad y/o disponibilidad de SE que brindan los ecosistemas asociados a la LGPA (SAG, CONAF, DGA, Seremi Medio Ambiente).
- Servicios públicos y otras entidades que son beneficiarios de la calidad y/o disponibilidad de los servicios ecosistémicos asociados a los ecosistemas bajo la LGPA (Municipios, SERNATUR).

Para los dos primeros grupos, la entrevista estuvo enfocada en: a) obtener una delimitación de los ecosistemas asociados a la LGPA que entregan servicios ecosistémicos relevantes para la región y b) identificar los servicios provistos por estos ecosistemas y la relación de estos con la gestión de cada institución o programa, c) establecer las áreas o secciones del territorio dónde se provee el servicios ecosistémicos para lo cual se trabajó sobre un mapa regional (Figura 4).

El mapa (Anexo III) fue impreso en tamaño 84,1 x 59,4 cm y se presenta en formato digital adjunto a los resultados de este informe (pdf).

²³Solicitado al MMA vía Ley de Transparencia

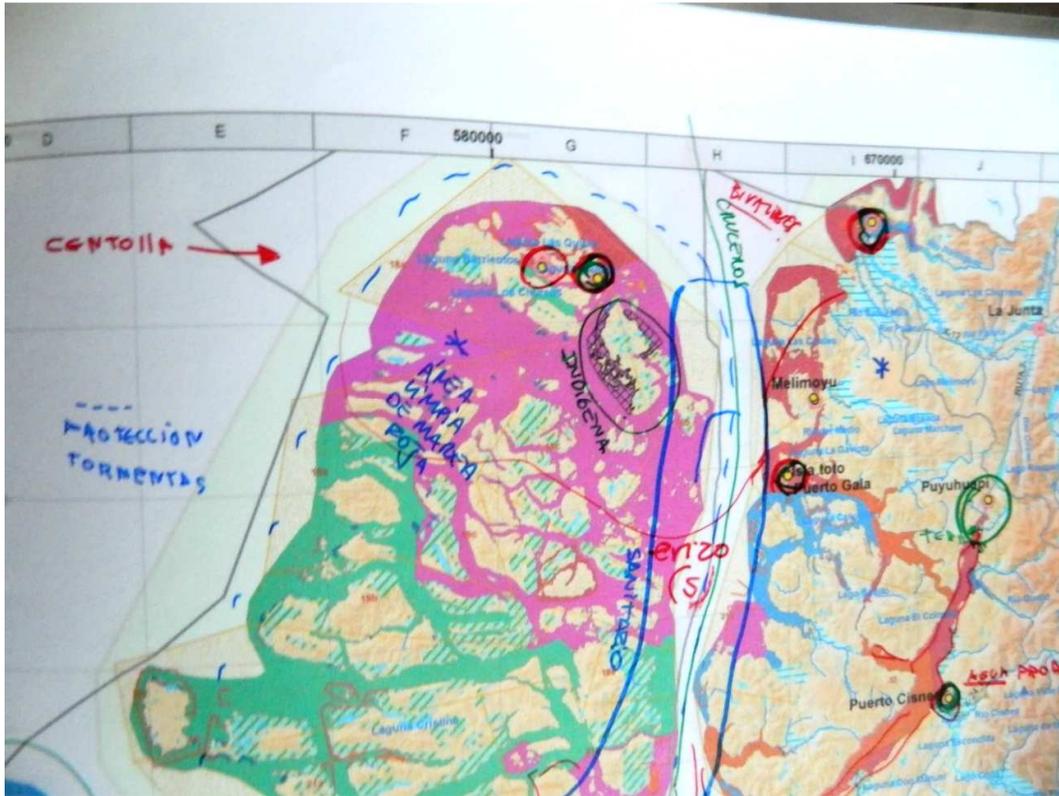


Figura 4. Trabajo participativo en la identificación y mapeo de servicios ecosistémicos.

Para el tercer grupo de beneficiarios de la calidad y/o disponibilidad de servicios ecosistémicos, la entrevista estuvo enfocada en: a) identificar la forma en que la actividad turística o el municipio que se beneficia de la calidad y/o disponibilidad de servicios asociados a los ecosistemas bajo la LGPA; y b) identificar las áreas o secciones del territorio donde se concentra el uso de estos servicios, para lo cual se trabajó sobre el mapa (Figura 5).

Los entrevistados se listan en la Tabla 4.

Tabla 4. Expertos regionales entrevistados para la priorización de los servicios ecosistémicos

GRUPO	INSTITUCIÓN	NOMBRE	CARGO
1	SUBPESCA Región de Aysén	Romina Martínez	Profesional Medio Ambiente
		Mauricio Mardones	Profesional Pesquería Bentónica
	SERNAPESCA Región de Aysén	Cristian Hudson	Director Regional
	Gobernación Marítima, Región de Aysén	Eugenio Olivares	Encargado de Medio Ambiente
		Elías Fernández	Encargado Medio Ambiente
2	Subsecretaría de Medio Ambiente Región de Aysén	Carol Alvarado	Encargada Regional de Recursos Naturales y Biodiversidad
	Dirección General de Aguas (DGA), Región de Aysén	Jorge O'kuinghttons	Subdirector Regional
	Corporación Nacional Forestal (CONAF), Provincia Capitán Prat	Piero Caviglia	Jefe de la oficina provincial
	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Región de Aysén	Andrés Gómez	Encargado Regional Protección de los Recursos Naturales Renovables
3	Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), Región de Aysén.	Luis Pérez	Profesional dirección regional de Aysén
		Manuel Rojas	Profesional dirección regional de Aysén
	Municipalidad de Puerto Aysén	Susana Silva Fuentes	Encargada Medio Ambiente
		Luisa Martínez	Encargada oficina municipal de Turismo
	Municipalidad de Chile Chico	Camila Llaipén	Profesional Oficina municipal de Turismo
	Municipalidad de Cochrane	Javier Muñoz	Encargado turismo comunal de Cochrane

Fuente: elaboración propia.

En base a los servicios ecosistémicos identificados por los entrevistados, se eligió un set de ellos considerando aquellos servicios ecosistémicos que fueron más frecuentemente identificados, estos resultados se entregan en una matriz comparativa donde se establece qué servicios ecosistémicos reconoce cada uno de los actores con el fin de analizar si existen coincidencia entre ellos en conjunto y separados en los tres grupos;

luego, la priorización de este *set* se realiza de acuerdo a la relevancia que los entrevistados le asignaban a ese servicio para la región.

IV.1.2.3.2 Listado priorizado de servicios ecosistémicos

La Tabla 5 corresponde a la Matriz de Oferta de los servicios ecosistémicos confeccionada en base al listado general de servicios ecosistémicos de los servicios ecosistémicos CICES. Además, muestra su relación con los ecosistemas asociados a los recursos hídricos y a los ‘otros ecosistemas’ relevantes para este trabajo.

Los servicios ecosistémicos identificados por los expertos se muestran en cuadros achurados. Los cuadros en blanco representan a aquellos servicios ecosistémicos que no fueron identificados como relevantes puesto que no tienen relación con la disponibilidad o calidad de los servicios, o no son provistos por los ecosistemas regulados por la LGPA de forma directa. En color gris se señalan los servicios ecosistémicos que no aplican al estudio.

En el Anexo IV se presentan los resultados de la identificación de los servicios ecosistémicos por servicio público y por grupo: servicios públicos con acción directa, servicios público con acción sobre ‘otros ecosistemas’ y servicios públicos u otras entidades que se benefician de los servicios ecosistémicos. Además se presenta el resultado de la entrevista de los expertos científicos.

La Tabla 6 corresponde a la Matriz de Servicios Ecosistémicos identificados para la región de Aysén. Como se puede observar son 26 los servicios ecosistémicos identificados por los expertos locales.

Tabla 6. Matriz de Servicios Ecosistémicos identificados por ecosistemas para la región de Aysén

Clasificación	Provisión							Regulación										Culturales							
ID	3	4	5	6	7	9	12	19	20	22	23	24	25	26	29	30	31	34	35	38	39	40	42	46	
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (Listado CICES)	Plantas silvestres, algas y sus productos derivados	Animales silvestres y sus productos derivados	Plantas y algas de acuicultura in situ	Animales de acuicultura in situ	Agua superficial para beber	Fibras y otros materiales de plantas, algas y animales para uso directo o ser procesados	Agua superficial para otros usos	Filtración, secuestro, almacenamiento, y acumulación por ecosistemas	Dilución por la atmósfera, agua dulce y ecosistemas marinos	Estabilización de masa y control de las tasas de erosión	Amortiguación y atenuación del flujo de masa	Ciclo hidrológico y mantenimiento del flujo de agua	Protección de inundaciones	Protección de tormentas	Mantenimiento de hábitats y reproducción	Control de plagas	Control de enfermedades	Condiciones químicas del agua dulce	Condiciones químicas de aguas marinas	Uso experiencial de plantas, animales y paisajes en diferentes condiciones ambientales	Uso físico del paisaje en diferentes condiciones ambientales	Científico (actividades de investigación asociadas a ciertos ecosistemas, etc.)	Herencia cultural	Sagrado y/o religioso	
Ecosistemas asociados a los recursos hídricos																									
Mar abierto	■	■	■	■			■		■						■				■	■					
Canales		■		■		■			■		■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■			
Fiordos		■		■		■			■		■		■	■	■	■	■		■	■	■	■			
Ríos y esteros				■	■		■											■			■	■			
Borde costero y bahía				■									■	■	■						■		■	■	■
Humedales, Lagos/lagunas				■	■		■					■						■		■	■	■			
Otros ecosistemas																									
Bosque	■							■	■	■										■	■				
Plantaciones									■	■										■					
Matorral								■												■	■				
Pradera (pastoreo)	■								■											■	■				
Estepa patagónica	■								■											■	■				
Glaciares	■								■			■								■	■				

A partir de la Matriz de Servicios Ecosistémicos identificados de la región de Aysén, se realizó una selección de aquellos servicios ecosistémicos en los que existía coincidencia entre los expertos locales respecto a la importancia relativa de estos para la región.

En la Tabla 7 se puede observar que existe una amplia coincidencia en que el uso físico del paisaje o turismo es uno de los servicios ecosistémicos prioritarios para Región. Los servicios 'animales silvestres y productos derivados', 'Agua superficial para otros usos' y 'Mantenimiento de hábitat para reproducción' también presentaron un alto nivel de coincidencia.

Respecto de los resultados cabe destacar que existen diferencias en la identificación de los servicios ecosistémicos por grupo de entrevistados. Aunque sea evidente que los grupos tendrán diferencias en sus respuestas debido a sus experiencias, orientaciones profesionales y competencias de sus respectivos servicios públicos, es necesario valorar este hecho pues refleja que la comprensión del comportamiento de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos que estos entregan se enriquece al considerar actores de diferentes sectores. Por ejemplo, se puede observar que expertos de servicios públicos que tienen acción indirecta sobre los ecosistemas, han sido capaces de poner en valor servicios de regulación como por ejemplo el servicio ‘Filtración, secuestro, almacenamiento y acumulación por ecosistemas’ que es vital para mantener la calidad del agua que permite mantener otros servicios ecosistémicos como el aprovechamiento de especies silvestres y la acuicultura e incidir también en servicios del tipo culturales como el “uso físico de paisajes” y “experiencial” debido a la belleza escénica.

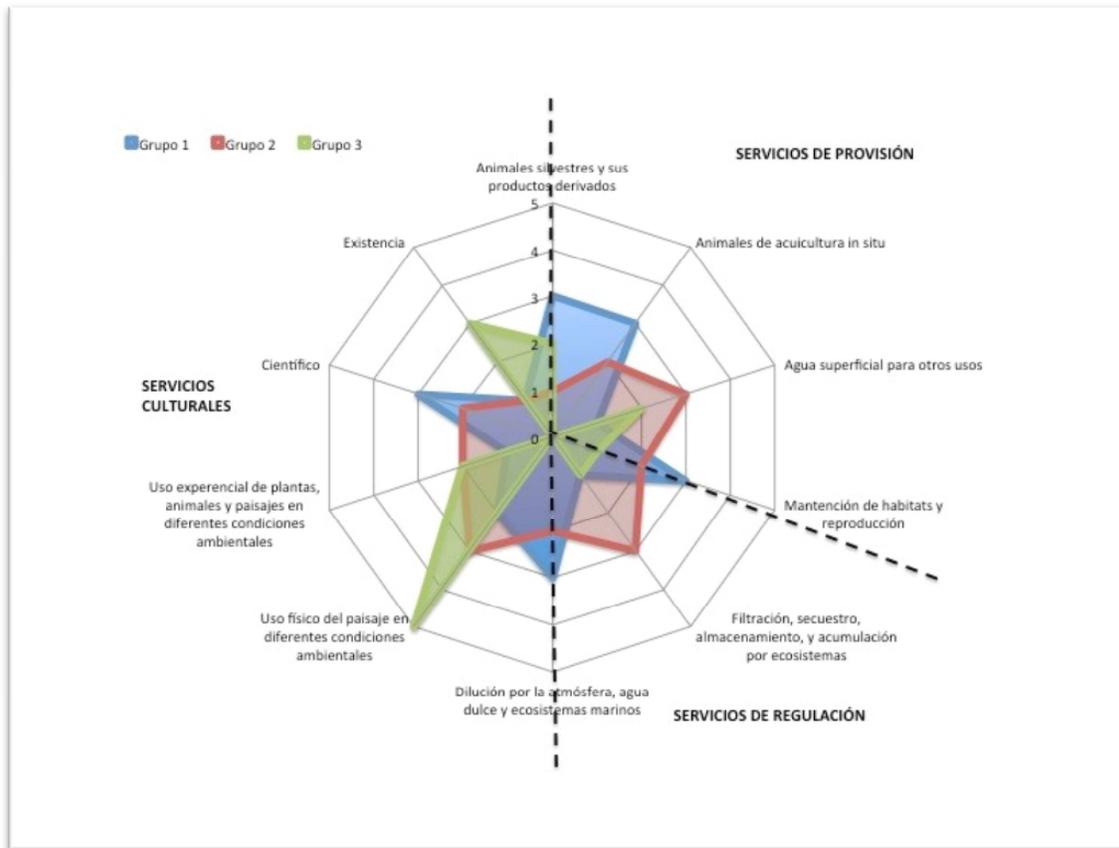


Figura 5. Comparación entre las respuestas de los diferentes grupos de entrevistados.
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la Tabla 8 se presentan los ocho servicios ecosistémicos priorizados por los expertos regionales.

IV.1.2.3.3 Características de los servicios ecosistémicos priorizados en la región de Aysén

En esta sección se describen servicios ecosistémicos estratégicos que fueron priorizados en este trabajo, de acuerdo a las categorías de CICES:

Animales silvestres y sus productos derivados: Incluye actividades de pesca artesanal e industrial de recursos hidrobiológicos. Este servicio ecosistémico de provisión es uno de los principales sectores económicos de la región e igualmente relevante en términos de ocupación laboral. En la región existe tanto pesca industrial como artesanal que incluye extracción de recursos bentónicos.

Animales de acuicultura in situ: Este servicio ecosistémico se refiere a acuicultura y piscicultura, ambas actividades se desarrollan en la región. La acuicultura se realiza en jaulas flotantes en zonas de fiordos y canales y la asociada a cursos de ríos.

Mantenimiento de hábitat y reproducción de especies: Este servicio ecosistémico de categoría regulación y mantenimiento se refiere al mantenimiento de las condiciones ambientales que genera un hábitat apto para la reproducción de plantas y animales. Respecto a este servicio ecosistémico, los actores entrevistados coinciden en que la zona de fiordos y canales de la región presta funciones de mantenimiento de hábitat marinos de relevancia mundial por la particularidad del sistema, sin embargo, reconocen que la información sobre las poblaciones que allí habitan es escasa y se restringe a las áreas protegidas.

Uso físico del paisaje o turismo en diferentes condiciones ambientales: Este servicio de la categoría cultural, se refiere al aprovechamiento del paisaje como medio para realizar actividades de ocio y deporte, por ejemplo: senderismo, escalada, paseos en bote, pesca deportiva (no extractiva), entre otras. Este servicio fue mencionado por los expertos locales entrevistados como el principal uso turístico de los ecosistemas de la región, donde actividades como navegación por ríos, lagos y fiordos para la apreciación de la belleza

escénica es uno de los más relevantes, igualmente la pesca deportiva tiene un rol importante.

Agua superficial para otros usos: Este servicio ecosistémico de provisión incluye uso para riego, consumo de ganado, uso industrial, entre otros. Ha sido identificado por los actores entrevistados en la región como un uso que existe, pero de forma puntual asociado a aguas para regadío, consumo para ganado y minería. Sin embargo, existen emprendimientos relativamente nuevos relacionados embotellamiento de “aguas de la Patagonia” como sello de calidad.

Filtración, secuestro, almacenamiento y acumulación por ecosistemas: Se refiere a aquellos servicios ecosistémicos que regulan flujos, en el caso de la región se hace énfasis en la relevancia de estos servicios para la mantención de la calidad del agua que permite el desarrollo de otras actividades como acuicultura y turismo, por lo que se considera un servicio clave en la mantención de la buena calidad química de los recursos hídricos que caracteriza a la región.

Dilución por la atmósfera, agua dulce y ecosistemas marinos: Este servicios ecosistémicos de regulación se refiere en el contexto regional, a la capacidad de las masas de agua de diluir cualquier tipo de contaminante o desecho, el volumen de flujo y la fuerza de arrastre también son características que ayudan a la dilución y por tanto a la mantención de la calidad química del agua.

Uso experiencial de plantas, animales y paisajes en diferentes condiciones ambientales: Este servicio que se refiere a al avistamiento de especies ícono, esta actividad si bien se da en la Región, se está realizando recientemente solo en algunos puntos de la región.

IV.1.2.3.4 Definición de los servicios ecosistémicos a valorar, selección de metodologías y presentación de las técnicas de valoración económica

Se presentó a la contraparte técnica una propuesta con el listado con ocho servicios ecosistémicos priorizados para la valoración²⁴. Por otra parte, se presentó una matriz que brindaba información adicional sobre las técnicas y métodos de valoración propuestos, la información necesaria y las fuentes de información tentativas, los costos de aplicación y las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. La matriz se presenta en el Anexo III.

La contraparte técnica utilizó tres criterios para decidir los servicios ecosistémicos a valorar económicamente en el proyecto:

- i. Que el servicio ecosistémico estuviera relacionado con la Ley General de Pesca y Acuicultura para ecosistemas acuáticos continentales y costeros.
- ii. Que el servicio fuera de interés para los objetivos de la Subsecretaría de Pesca.
- iii. Que el servicio pudiese ser evaluado económicamente, en el entendido que hubiera disponibilidad de información y metodologías aceptadas que permitieran dicha evaluación.

Utilizando dichos criterios, se definieron para la valoración económica los siguientes servicios ecosistémicos:

- Provisión de recursos hidrobiológicos por pesca in situ para consumo humano
- Provisión de algas in situ para consumo humano
- Provisión de recursos hidrobiológicos por acuicultura para consumo humano

²⁴ En reunión sostenida por el equipo del CENRE y la contraparte, el día 31 de agosto de 2015 en las oficinas de SUBPESCA en Valparaíso,

- Regulación de nutrientes y sedimentos provenientes de las cuencas hacia los cursos y cuerpos de agua
- Mantención de hábitats y reproducción de especies
- Uso físico del paisaje (turismo) en diferentes condiciones ambientales

IV.1.2.4. Usuarios actuales y futuros de los servicios ecosistémicos

IV.1.2.4.1 Identificación de usuarios

La descripción de los usuarios actuales y futuros de los servicios ecosistémicos, provistos por los ecosistemas, bajo la LGPA de la región de Aysén, requiere en primer lugar de la identificación y luego de un análisis que permita comprender las dinámicas socio-ecológicas que ocurren en la región y que afectan de algún modo la provisión de dichos servicios.

Existen diversas técnicas para la identificación de los usuarios o actores e instituciones, que pueden ir desde talleres masivos, reuniones de grupos hasta entrevistas individuales (Dearden et al. 2003; Bryson, 2004; Renard, 2004), de modo de poder obtener información que permita identificarlos y describirlos sobre la base de sus atributos, interrelaciones e intereses en relación a un objetivo definido (Ramírez, 2001). Ante la imposibilidad de realizar sesiones presenciales con los que se sientan afectados por algún proyecto o que tengan relación con el uso de los servicios ecosistémicos, debido al alcance de este proyecto en términos de tiempo y presupuesto, es también válido clasificarlos en base a una revisión bibliográfica. De este modo, la identificación de actores y su relación con los servicios ecosistémicos fue realizada a través de la recopilación de información secundaria, la cual se basa principalmente, en reconocer las relaciones de tipo productiva (e.g. económica de gran escala), normativa, recreativa, educativa o de conocimiento, cultural y de subsistencia, entre otras, que puedan ocurrir en el área de estudio.

Posteriormente, a partir del listado global de usuarios, estos fueron clasificados en claves, primarios y secundarios, de acuerdo a lo señalado por Dearden et al. (2003). Como usuario

o actor clave se entenderá a aquél que puede influenciar significativamente o que es importante para el éxito de la aplicación de la LGPA; como actor primario, a todos aquellos grupos o individuos que son afectados por aplicación de la Ley ya sea como beneficiarios o como desfavorecidos; finalmente, se entenderá como actor secundario, a todos los otros individuos o grupos con un interés o rol intermedio en relación a la LGPA.

No hay duda que los diversos usuarios de los ecosistemas de la región de Aysén, ya sean estos permanentes o visitantes, se benefician de la calidad y cantidad que los servicios ecosistémicos proveen, contribuyendo notablemente al bienestar individual, social y económico de la Región.

IV.1.2.4.2 Caracterización de los usuarios actuales y futuros de los servicios ecosistémicos

La LGPA establece regulaciones relacionadas con la “preservación de los recursos hidrobiológicos, y toda actividad pesquera extractiva, de acuicultura y de investigación, que se realice en aguas terrestres, playa de mar, aguas interiores, mar territorial o zona económica exclusiva de la República...”, además, en su art. 1° B, señala que será objetivo de dicha Ley, “la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, mediante la aplicación del enfoque precautorio, de un enfoque ecosistémico en la regulación pesquera y la salvaguarda de los ecosistemas marinos en que existan esos recursos”. Bajo este marco legal, se considera que los usuarios actuales y futuros de los servicios ecosistémicos, provistos por los ecosistemas, pueden ser agrupados en las siguientes categorías:

- Acuicultura (salmonicultura, piscicultura)
- Pesca (industrial y artesanal)
- Turismo (operadores, turistas nacionales y extranjeros)
- Servicios Públicos (con competencia ambiental y otros)
- Organizaciones No Gubernamentales (presentes en la región y externas)

- Academia (regional y nacional)
- Habitantes permanentes de la región, y que no pertenecen a los grupos antes mencionados

La Tabla 9 presenta el listado global de los usuarios identificados y una breve descripción de cada uno.

Tabla 9. Listado global de usuarios de servicios ecosistémicos

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Nº USUARIOS IDENTIFICADOS	DESCRIPCIÓN
Acuicultura	Salmonicultura (registro de empresas con concesiones de acuicultura para salmónidos vigentes a Mayo 2015 ²⁵)	50	El registro informado considera empresas y personas naturales
	Piscicultura (según el registro de derechos de agua otorgados en la región de Aysén ²⁶)	38	El registro informado considera empresas y personas naturales. Sin embargo, es probable que el número indicado esté subestimado, dado que la base de datos de derechos de agua otorgados no entrega información del uso del agua en todos los registros.
Pesca	Artesanal ²⁷	3.139	Personas agrupadas en 115 organizaciones de pescadores artesanales, compuestos de: 4 asociaciones gremiales, 12 cooperativas, 37 sociedades de responsabilidad limitada y 62 sindicatos. Donde además se consideran 31 Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), actualizadas hasta Septiembre de 2014.
	Industrial ²⁸	5	5 naves industriales, compuestos de 3 buques hieleros y 2 buques factoría.

²⁵ <http://www.subpesca.cl/servicios/603/w3-article-81329.html>

²⁶ http://www.dga.cl/DGADocumentos/Derechos_Concedidos_XI_Region.xls

²⁷ Según Registro Pesquero Artesanal, informado en

https://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=startdown&id=10658

²⁸ https://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=fileinfo&id=10658

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Nº USUARIOS IDENTIFICADOS	DESCRIPCIÓN
Turismo (según registro SERNATUR ²⁹)	Alojamiento	507	
	Restaurantes y similares	78	
	Agencias de viaje y tour operadores	48	
	Transporte de pasajeros por carretera interurbana	15	
	Transporte de pasajeros por vía marítima	6	
	Arriendo de vehículo	15	
	Taxis y buses de turismo	14	
	Servicios culturales	2	(Andes Patagónicos, Emporio Patagonia Gourmet)
	Turismo aventura	160	
	Servicios de esparcimiento (quincho, SPA)	7	
	Artesanía	8	
	Guías de turismo	50	Número de personas
	Turistas ³⁰	371.936	Estimación del total de personas llegadas a la región
Servicios Públicos	Con competencia ambiental	9	SUBPESCA, SERNAPESCA, DGA, SAG, CONAF, DIRECTEMAR, SERNATUR, Seremi Medio Ambiente, DIPLADE
	Otros	5	Gobierno Regional, SISS, INDAP, CONADI, Servicio de Salud, entre otros
Organizaciones No Gubernamentales	Regionales	2	Se considera como número mínimo. CODESA, Coalición Aysén Reserva de Vida
	Nacionales/Internacionales	3	Estimación. Se consideran dentro de esta categoría a OCEANA, Terram, al menos
Academia	Regional	4	e.g. CIEP, UACH, U. de Magallanes, EULA.
	Nacional	6	Número estimado de instituciones académicas localizados en otras regiones pero realizan investigación en la región de Aysén

²⁹ http://www.sernatur.cl/wp-content/uploads/downloads/2015/02/Registro_250315.pdf

³⁰ http://www.observatorioaysen.cl/media/docs/doc_53ac4115c4cad.pdf

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Nº USUARIOS IDENTIFICADOS	DESCRIPCIÓN
Población regional por comuna	Aysén	27.187	Población proyectada al año 2012 ³¹
	Chile Chico	5.334	Población proyectada al año 2012 ³²
	Cisnes	6.166	Población proyectada al año 2012 ³³
	Cochrane	2.759	Población proyectada al año 2012 ³⁴
	Coyhaique	59.221	Población proyectada al año 2012 ³⁵
	Guaitecas	1.862	Población proyectada al año 2012 ³⁶
	Lago Verde	925	Población proyectada al año 2012 ³⁷
	Villa O'Higgins	700	Población proyectada al año 2012 ³⁸
	Río Ibáñez	2.079	Población proyectada al año 2012 ³⁹
Tortel	652	Población proyectada al año 2012 ⁴⁰	

Fuente: Elaboración propia en base a las referencias citadas

A continuación, se presenta los resultados del análisis cualitativo de la demanda, directa e indirecta, que realizan los diversos usuarios de los servicios ecosistémicos asociados a la LGPA (Tabla 10).

Se entiende por demanda directa, al uso directo que realizan los usuarios, ya sea para actividades económicas a gran escala o de subsistencia, además de recreación y otras que tengan que ver con el disfrute de los servicios ecosistémicos relacionados. La relación específica de usuarios y servicios ecosistémicos será detallada para los servicios ecosistémicos priorizados o estratégicos.

³¹ <http://reportescomunales.bcn.cl/2012/index.php/Ais%C3%A9n>

³² http://reportescomunales.bcn.cl/2012/index.php/Chile_Chico

³³ <http://reportescomunales.bcn.cl/2012/index.php/Cisnes>

³⁴ <http://reportescomunales.bcn.cl/2012/index.php/Cochrane>

³⁵ <http://reportescomunales.bcn.cl/2012/index.php/Coihaique>

³⁶ <http://reportescomunales.bcn.cl/2012/index.php/Guaitecas>

³⁷ http://reportescomunales.bcn.cl/2012/index.php/Lago_Verde

³⁸ <http://reportescomunales.bcn.cl/2012/index.php/O%27Higgins>

³⁹ http://reportescomunales.bcn.cl/2012/index.php/R%C3%ADo_Ib%C3%A1%C3%B1ez

⁴⁰ <http://reportescomunales.bcn.cl/2012/index.php/Tortel>

Tabla 10. Análisis cualitativo de la demanda, directa e indirecta, de servicios ecosistémicos asociados a la LGPA, región de Aysén

Usuarios servicios ecosistémicos en relación con la LGPA, región de Aysén		Demanda no relevante	Demanda relevante baja	Demanda relevante	Demanda relevante media	Demanda alta relevante	Demanda relevante muy alta
		0	1	2	3	4	5
Acuicultura	Salmonicultura						Directa
	Piscicultura						Directa
Pesca	Artisanal						Directa
	Industrial						Directa
Turismo	Alojamiento	Indirecta					
	Restaurantes	Indirecta					
	Agencias de viaje y tour operadores				Directa		
	Transporte de pasajeros por carretera interurbana	Indirecta					
	Transporte de pasajeros por vía marítima			Directa			
	Transporte de pasajeros al aeropuerto		Indirecta				
	Arriendo de vehículo	Indirecta					
	Taxis y buses de turismo	Indirecta					
	Servicios culturales	Indirecta					
	Turismo aventura				Directa		
	Servicios de esparcimiento (quincho, SPA)	Indirecta					
	Artesanía	Indirecta					
	Guías de turismo (personas)			Directa			
	Turistas (nacionales y extranjeros)					Directa	
Servicios Públicos	Competencia ambiental						
	Otros						
ONG's	Regionales		Indirecta				
	Otras		Indirecta				

Usuarios servicios ecosistémicos en relación con la LGPA, región de Aysén		Demanda no relevante	Demanda relevante baja	Demanda relevante	Demanda relevante media	Demanda alta relevante	Demanda relevante muy alta
Academia	Regional						
	Nacional						
Población regional por comuna	Aysén						Directa
	Chile Chico				Directa		
	Cisnes						Directa
	Cochrane				Directa		
	Coyhaique				Directa		
	Guaitecas						Directa
	Lago Verde			Directa			
	Villa O'Higgins				Directa		
	Río Ibáñez				Directa		
Tortel						Directa	

Los resultados de la clasificación de usuarios, en las categorías de clave, primario y secundario, se muestran a continuación (Tabla 11). Es importante tener en consideración, que esta clasificación responde directamente a la relación de dichos usuarios con la aplicación de la LGPA, y por lo tanto, con los efectos de protección y regulación que dicha Ley ejerce sobre los ecosistemas y recursos hidrobiológicos que son aprovechados directa e indirectamente por los usuarios de la Región de Aysén.

Tabla 11. Clasificación de usuarios o actores, respecto de su relación con la LGPA en la región de Aysén

CLASIFICACIÓN DE USUARIOS/ACTORES	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA
Claves	Acuicultura	Salmonicultura
		Piscicultura
	Pesca	Artesanal
		Industrial
Primarios	Servicios Públicos	Competencia ambiental
	Turismo	Agencias de viaje y tour operadores
		Transporte de pasajeros por vía marítima
		Turismo aventura
	Turistas (nacionales y extranjeros)	
Secundarios	ONG's	Regionales
		Otras
	Servicios Públicos	Otros
	Academia	Regional
		Nacional
	Población regional	Aysén
		Chile Chico
		Cisnes
		Cochrane
		Coyhaique
		Guaitecas
		Lago Verde
		Villa O'Higgins
Río Ibáñez		
Tortel		

IV.2 Análisis Económico

IV.2.1 Valoración Económica de los Servicios Ecosistémicos

En el marco teórico para la valoración de los servicios ecosistémicos que se presenta a continuación se describe los aspectos conceptuales de dicha valoración económica y las metodologías de mayor uso para el cálculo del valor económico de los bienes servicios ecosistémicos; se concluye con la propuesta de la Matriz del Cálculo del Valor Económico Total (MCVET).

IV.2.1.5. Marco teórico de la valoración de los servicios ecosistémicos

Los ecosistemas producen y generan una enorme cantidad de bienes y servicios que directa o indirectamente satisfacen distintas necesidades de la población. Desde aquellas necesidades más básicas, como aire puro, alimentación, agua para beber o regar cultivos, así como otras necesidades aparentemente más prescindibles, pero también importantes, como son la realización espiritual, la percepción estética del medio ambiente o recreación. Esto significa que ellos constituyen elementos cruciales para la vida humana, ya que proveen de una serie de bienes y servicios ecosistémicos que sustentan el sistema productivo y económico y la calidad de vida de las personas. A pesar del papel crucial de los ecosistemas en el apoyo a la vida humana, hay evidencia que el declive de los mismos es un fenómeno extendido a escala mundial (PNUMA, 2012; MEA, 2005; Novacek y Cleland, 2001). Esta tendencia no deseada, se debe en parte a una valoración insuficiente e inadecuada de la contribución de los ecosistemas al bienestar humano, que provoca la subvaloración de los mismos. El resultado de esto último es la asignación de una prioridad mucho menor a su cuidado y conservación que la que merecen los ecosistemas dada su importancia para el bienestar humano actual y la supervivencia futura (Figuroa y Pastén, 2014). Los beneficios que los ecosistemas proporcionan a la población aún no se han reflejado adecuadamente en las políticas y la gestión de los ecosistemas (MEA 2005).

A pesar de la creciente preocupación por el deterioro medioambiental, en las últimas décadas, los presupuestos destinados a la conservación y gestión de ecosistemas no se han visto incrementados, situación que ha sido especialmente aguda en el mundo en desarrollo (Bruner et al. 2001). El financiamiento público para la gestión de los ecosistemas es necesario, ya que las funciones y servicios ambientales y ecosistémicos son 'bienes públicos' o 'bienes comunes con libre acceso', en un sentido económico, y, por lo tanto, es inviable en la práctica alcanzar su provisión socialmente óptima a través del mercado privado. En este contexto, una mejor estimación de los beneficios de los servicios ecosistémicos puede servir para asignar los recursos públicos limitados de manera más eficiente y, cuando es necesario, para proporcionar argumentos para financiar adecuadamente la conservación (Naidoo y Ricketts, 2006; Figueroa y Pastén, 2014). Recientemente, la literatura de conservación ha destacado la importancia de incorporar tanto los beneficios en la planificación de la conservación para mejorar la eficacia y la eficiencia de los esfuerzos de conservación de ecosistemas (Naidoo y Ricketts, 2006; Calfucura y Figueroa, 2015).

En las últimas décadas se han desarrollado significativos aportes para unificar el lenguaje, visiones y formas de la valoración de los servicios ambientales. Entre los trabajos más relevantes se puede mencionar la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA 2005), Costanza et al. (1997), de Groot et al. (2002 y 2012), Figueroa (2010) y Figueroa y Pastén (2014).

En términos económicos, estos bienes y servicios que proveen los ecosistemas afectan el bienestar humano, y las decisiones que los individuos y la sociedad toman en el contexto de escasez en que se desenvuelven revelan las preferencias y las valoraciones relativas de estos bienes y servicios. Estos valores relativos son posibles de estimar a través de distintas técnicas de estimación que la ciencia económica ha desarrollado en las últimas décadas.

IV.2.1.6. Bienes y servicios ecosistémicos y el bienestar individual y social

Como se señaló anteriormente, los bienes y servicios provistos por los ecosistemas satisfacen distintas necesidades humanas que permiten la subsistencia y que determinan el bienestar de las personas y la sociedad. Dado que en la sociedad actual se vive en un contexto de escasez de recursos, según la ciencia económica, los individuos valoran los distintos bienes y servicios ecosistémicos u otro tipo de bien o servicio, de acuerdo al “bienestar relativo” que estos les proveen al satisfacer sus necesidades; por ejemplo: el valor asignado a un litro de agua por los individuos de la región de Los Lagos es diferente al valor asignado a un litro de agua por los individuos del desierto absoluto de la región de Tarapacá.

Los ecosistemas son una importante fuente de valor para los individuos y la sociedad, ya que los bienes y servicios que estos generan, satisfacen necesidades individuales y/o colectivas, por medio de su uso directo, como es el caso de los llamados servicios de provisión (de Groot et al., 2002, Figueroa, 2010)– como por ejemplo, provisión de alimentos, fibras, agua, materias primas, recursos genéticos, recursos medicinales y recursos ornamentales– o a través de uso indirecto, como en los casos de los llamados servicios de regulación – por ejemplo, regulación de la calidad del aire, regulación climática (global y local), regulación hídrica, tratamiento de desechos, prevención de la erosión, mantención de la fertilidad de suelos o regeneración de nutrientes, polinización, control biológico y regulación de disturbios ambientales.

La sociedad no sólo valora el uso directo o indirecto de un bien o servicio ambiental, sino que también valora la opción (o posibilidad) de usar en el futuro un bien o servicio ambiental. Incluso las personas y la sociedad pueden valorar la mera existencia de algunos bienes y servicios ecosistémicos, sin siquiera tener la intención de usarlos hoy ni nunca, de

manera personal o a través de uso vicario (por terceros, como sus descendientes directos o las generaciones futuras)⁴¹.

A partir del hecho que los bienes y servicios constituyen determinantes del bienestar del hombre y la sociedad, es posible tener una medida del valor que el individuo y/o la sociedad le atribuyen a una unidad de bien o servicio ecosistémico, estimando la disposición a pagar por ella de los mismos. El valor económico de un bien o servicio ecosistémico no es más que una medición de la variación en el bienestar (individual o colectivo), que ocurre en el ineludible contexto de escasez en que se desarrollan las actividades humanas. En efecto, las decisiones humanas frente a la escasez permiten revelar las valoraciones relativas que los individuos, en forma individual o colectiva, le atribuyen a los distintos bienes o servicios. Es decir, las decisiones de las personas y la sociedad frente a la escasez, revelan cuanto ellas valoran efectivamente una unidad de un bien o servicio en términos de unidades de otro bien o servicio, razón que está determinada por la contribución que cada uno de estos bienes o servicios es capaz de hacer, marginalmente, el bienestar individual o colectivo.

Además, bajo ciertas condiciones, el precio de mercado de un bien o servicio es la mejor aproximación del valor que la sociedad le atribuye a ese bien o servicio; es decir, el precio es una buena medida de ese valor. Como el precio de mercado se expresa en unidades monetarias por cada unidad del bien o servicio en cuestión, si se conoce la valoración relativa de cualquier otro bien respecto de un bien o servicio para el cual se conoce su precio de mercado, es posible expresar el valor relativo del primero en términos monetarios, aunque este no tenga mercado y, por lo tanto, no se cuente con un precio para él.

De esta forma, la ciencia económica generalmente es capaz de medir el valor que los individuos y/o la sociedad le atribuyen a los bienes y servicios; es decir, no en términos de sus declaraciones o de

⁴¹A esto es a lo que la ciencia económica llama 'valor de existencia', que corresponde a un valor total y absolutamente desligado de cualquier connotación de uso, directo o indirecto.

sus expresiones de principios, sino que en términos de las decisiones que ellos efectivamente toman en la vida real cuando asignan los recursos de que disponen en el contexto de escasez que necesariamente enfrentan.

Para valorar los ecosistemas y los bienes y servicios de ecosistemas de aguas superficiales continentales y marinas de la región de Aysén se aplica este marco conceptual donde se considera que el bienestar individual está determinado, entre otros elementos, por los bienes y servicios provistos por los ecosistemas. Siguiendo la nomenclatura de la MEA (2005), estos bienes y servicios ecosistémicos determinan el bienestar de una persona a través de influir en uno de sus cinco determinantes: i. Seguridad; ii. bienes materiales; iii. salud, iv. relaciones sociales; y, v. libertad de elección y opciones. Así, es posible postular una función de bienestar individual como:

$$U^i = U^i (\text{seguridad}[\phi], \text{bienes materiales} [\phi], \text{salud} [\phi], \text{razones sociales}[\phi]; \text{libertad de elección y opciones} [\phi]; \rho)$$

(2)

donde U^i es una función idiosincrática para el individuo i ; ϕ es un vector que incluye todos los 'm' bienes y servicios generados por los ecosistemas, clasificados, si se quiere, en las cuatro categorías de servicios ecosistémicos analizadas anteriormente y resumidas en la Tabla 1: "de provisión", "de regulación", y "culturales; y ρ es un vector que incluye todos los demás determinantes del bienestar.

El bienestar social se postula como la suma del bienestar de todos los "i" individuos que componen la sociedad, es decir:

$$W = \sum_{i=1}^I \mu^i U^i$$

(3)

donde, μ^i es un ponderador para el individuo i . Como es usual en los análisis de bienestar, aquí se asume $\mu^i = 1$, lo que equivale a que una unidad de bienestar aporta al bienestar social exactamente lo mismo independientemente de quién sea el individuo que reciba y goce dicha unidad.

En este contexto el valor económico del 'k-ésimo' bien o servicio ecosistémico incluido en el vector m -dimensional ϕ está representado por el cambio en el bienestar social que genera una unidad adicional de este bien o servicio. Este valor está representado por la expresión:

$$v(\phi_k) = \frac{\partial W}{\partial \phi_k} = \frac{\partial W}{\partial U^i} \frac{\partial U^i}{\partial \phi_k} \quad (4)$$

La forma de realizar la evaluación económica de los bienes y servicios ecosistémicos de una región consiste, en la práctica, en identificar y cuantificar el flujo de todos los bienes y servicios que proveen los ecosistemas en la región, para posteriormente calcular el valor económico marginal para cada uno de estos bienes y servicios, utilizando la mejor metodología disponible para lograr una medición empírica de la expresión en (3). La mejor metodología disponible estará definida no sólo por los aspectos conceptuales aquí analizados, sino además, y muy relevantemente, por la información y datos efectivamente disponibles en cada caso.

IV.2.1.7. La valoración de los ecosistemas como un activo económico para la sociedad

El propósito de valorar económicamente la contribución que los ecosistemas hacen a una determinada región o al país es entender y dimensionar el bienestar que las personas obtienen de la existencia y el mantenimiento de dichos ecosistemas. Tener una cuantificación del bienestar aportado por los ecosistemas permite analizar la conveniencia de distintas políticas para su aprovechamiento sustentable y su conservación, de manera

de maximizar el bienestar de todos los habitantes de la región de que se trate y de los chilenos en general.

Los ecosistemas de un país y los servicios ecosistémicos que estos proveen constituyen un “activo económico”. El valor presente del flujo de todos los bienes y servicios que provee dicho activo durante su vida, es decir, el valor del activo mismo, generalmente no es reflejado de manera adecuada ni completa por los indicadores económicos convencionales. Un país podría cortar sus bosques y agotar los recursos pesqueros en un período de tiempo dado, y ver esto reflejado como un aumento en los indicadores usuales de su producto interno bruto (PIB), por ejemplo, a pesar de la pérdida del activo fijo subyacente o base productiva del recurso, lo que podría significar reducciones importantes del bienestar presente o futuro.

Muchos de los bienes y servicios que proveen los ecosistemas no se transan en el mercado y los usuarios los reciben sin pagar por ellos, sin ningún costo explícito. Por esto, su valor muchas veces no es tomado en cuenta. Esto hace que, en la práctica, los bienes y servicios que los ecosistemas proveen sean subevaluados, por ejemplo al evaluar el aporte de la explotación o uso productivo de un recurso natural (bosque, pesquería, praderas, etc.) considerando únicamente el valor de aquellos bienes y servicios que se transan en el mercado (madera, productos de las capturas pesqueras, forraje, etc.) e ignorando otros concomitantes (secuestro de carbono, belleza escénica, hábitat de biodiversidad, mantención de polinizantes, entre otros); al ignorar el aporte de insumos “ecosistémicos” a la producción de bienes económicos (por ejemplo, la purificación de agua como insumo de la acuicultura o de la producción de agua potable); y al evaluar los impactos de políticas que afectan la provisión de bienes y servicios de manera miope, no sólo por al emplear horizontes temporales cortos sino también por la estrecha y superficial consideración del conjunto de bienes y servicios aportados por la naturaleza que son afectados por las políticas en cuestión.

Conceptualmente en términos de la ciencia económica, el valor económico total (VET) de un ecosistema es, como para cualquier otro activo, igual al valor presente del flujo de todos los bienes y servicios que el ecosistema entregará desde el momento actual hasta que posiblemente y en el peor de los casos deje de existir en el futuro (generalmente, en términos técnicos y en un contexto de tiempo continuo, este momento se asume como igual a infinito).

Como se verá más adelante, este valor total está compuesto de las distintas formas de valor que los individuos y la sociedad les asignan a los bienes y servicios provistos por un ecosistema. Por otra parte, algunos de estos bienes y servicios son transados regularmente en el mercado (como los productos extraídos del mar o el agua extraída de un acuífero por una empresa sanitaria) y sus precios de mercado constituyen, bajo ciertas condiciones, expresiones adecuadas del valor que la sociedad otorga a dichos bienes. Sin embargo, otros bienes y servicios no cuentan con mercados explícitos, como la belleza escénica de un valle o un salar; o los servicios de regulación climática y de los ciclos hidrológicos que proporciona la vegetación de los bosques (de tamarugos en el norte o el bosque siempreverde del sur) o los bofedales y las praderas altoandinas o de la patagonia. Para estos bienes es necesario entonces, estimar su valor unitario, para lo que la economía ha desarrollado diferentes técnicas, que se explicarán brevemente más adelante.

Existen al menos tres razones principales por las que es relevante estimar el valor económico de los ecosistemas regionales:

- Facilitar el análisis costo/beneficio de los proyectos que involucren este tipo de recursos, con el fin de establecer políticas que permitan elegir las inversiones que maximicen el bienestar de la sociedad;
- Integrar estos recursos naturales en el sistema de cuentas nacionales (cuentas verdes) y así poder considerar la depreciación de ellos, ya que hoy en día, a

pesar del valor que tienen sus bienes y servicios, los ecosistemas presentes se ven amenazados;

- Asignar su verdadero precio a los recursos biológicos provistos por los ecosistemas regionales y evitar que sean considerados con valor económico cero (Pearce, 2001), porque ello conduce a distorsionar su asignación (uso y conservación) óptima e impide que la sociedad maximice su bienestar.

IV.2.1.8. Componentes del Valor Económico Total

El proceso de valoración económica de los ecosistemas relevantes de una región cualquiera incluye dos pasos fundamentales: la medición del flujo de bienes y servicios ecosistémicos; y la medición del valor económico total (VET) de dicho flujo. Esta última se realiza en unidades monetarias, puesto que es un indicador universal y fácil de comprender por todas las personas. El precio de mercado es la expresión monetaria de la valoración o disposición a pagar que un individuo, o la sociedad, tiene por un bien o un servicio. El concepto de disposición a pagar representa la cantidad de dinero que un individuo (o la sociedad) está dispuesto a entregar, por obtener un bien o servicio ambiental que incrementa su nivel de bienestar, o por impedir la pérdida del mismo bien; o también, la cantidad de dinero que está dispuesto a aceptar por un cambio en la calidad de vida producto del deterioro del medio ambiente (Field, 1995).

La valoración económica del medio ambiente en general, y de los ecosistemas relevantes de una región en particular, es muchas veces criticada, debido a dos aspectos que generalmente se confunden y es importante esclarecer. Primero, se critica que se intente estimar un valor total de los sistemas naturales, biomasa o el medio ambiente global, debido a que al ser el conjunto de ellos el soporte fundamental e insustituible de la vida del hombre en el planeta simplemente tienen un valor infinito. Dado lo anterior, cualquier estimación del valor total del aporte de los sistemas naturales planetarios, como la que hacen, por ejemplo Constanza et. al. (1997), constituye simplemente una “seria

subestimación” (Toman, 1998). Esta es una crítica conceptualmente válida. Sin embargo, ella deja de ser válida cuando se calcula el valor total de un ecosistema en particular o de un grupo de ecosistemas, como es el caso de la valoración de los ecosistemas relevantes de una región, por ejemplo, ya que la pérdida de estos ecosistemas no necesariamente terminaría con la vida sobre el planeta, y por tanto, su valor muy probablemente sea distinto de infinito.

Es importante mencionar aquí que desde el punto de vista de la economía, generalmente interesa más conocer la “valoración marginal” de los bienes, y no su valor total. Esto, porque generalmente el interés radica en mejorar u optimizar la asignación de recursos, de modo de alcanzar el mayor nivel de bienestar posible con los recursos de que se dispone. Para este propósito, lo que interesa conocer es cuánto valora la sociedad tener una unidad más (o menos) de los distintos bienes o servicios provistos por los ecosistemas, de modo de dirigir los esfuerzos productivos y/o de inversión a aquellos bienes que comparativamente le reportan (marginamente) un mayor bienestar a la sociedad.

Cuando un bien tiene mercado, y ese mercado cumple ciertas condiciones de eficiencia (o competencia), ese valor marginal corresponde al precio de mercado del bien, ya que, por una parte, el precio de mercado corresponde al precio único a que se vende y se compra la última unidad transada del bien, es decir, la “unidad marginal”; y, por otra parte, el bienestar que aporta esa unidad marginal a quien la compra equivale conceptualmente al monto en dinero que esa persona debe (y está dispuesta a) pagar por ella, que se traduce en el precio de mercado.

Otro aspecto relacionado con esta misma primera crítica a la valoración económica de los bienes ambientales se refiere a que algunas personas, por ejemplo los llamados ecologistas profundos, consideran que los ecosistemas o las especies silvestres, tiene un valor intrínseco, anterior y más allá de la experiencia o la existencia humana. Es decir, aunque no hubiese un solo ser humano sobre la tierra, estas entidades naturales tendrían un valor

propio. Esto quiere decir que la valoración antropocéntrica que realiza la ciencia económica no sería válida. En realidad, desde el punto de vista de la ciencia económica, hay dos casos de interés a considerar: i). si el mencionado valor intrínseco de los bienes naturales tiene implicaciones para el comportamiento humano; y, ii). si, por el contrario, no las tiene. Si no las tiene, y el comportamiento humano es el mismo cualquiera sea este valor intrínseco de los bienes y servicios ecosistémicos, entonces el mismo no tiene relevancia. Por el contrario, si las tiene, y este valor intrínseco determina o modifica el comportamiento humano, entonces la economía plantea que, en general, a partir de las decisiones que los individuos toman al asignar sus recursos escasos, es posible “revelar” cuál es el valor relativo que ellos le asignan a ese valor intrínseco respecto de todos los demás bienes y servicios, principios y valores determinantes de su bienestar. Dado esto, es posible entonces obtener una expresión “humanizada” o personal de un valor que es independiente del hombre en su origen.

La segunda crítica a la valoración económica que amerita un análisis, es la de que existen valores, como el valor intrínseco antes mencionado, que no pueden expresarse en dinero (monetariamente). Esta es una crítica muy efectiva entre la gente, porque peyorativiza la valoración económica como “materialista” o “únicamente centrada en el dinero” pero que, sin embargo, no tiene consistencia. La valoración económica se hace en realidad a partir de los valores relativos entre bienes, los que se “revelan”, obtienen o estiman a partir del comportamiento de las personas y los mercados. De esta manera la valoración económica puede hacerse completamente en términos de unidades de cualquier bien que se escoja como numerario para expresar las valoraciones relativas que las personas le otorgan a los distintos bienes, sin necesidad de utilizar el dinero como unidad de medida. De esta forma, si el valor económico se expresa generalmente en términos monetarios es únicamente porque el dinero, como unidad de medida, es universalmente conocido y comprendido por todo el mundo.

El VET de los ecosistemas de una región se determina estimando los distintos tipos de valor que las personas y la sociedad atribuyen a las distintas formas en que los bienes y servicios generados por los ecosistemas afectan su bienestar. Así, el valor económico total se divide en dos tipos de valor: 1. valor de uso (VU), el que a su vez está compuesto por el valor de uso directo (VUD), el valor de uso indirecto (VUI), el valor de uso opcional (VUO), que es valor de contar con la opción de usar el bien o servicio en el futuro y el valor de herencia (VH), que es el valor de poder contar con que el bien o servicio pueda ser usado de manera vicaria (a través de terceros); y, 2 valor de no uso (VNU), que comprende al valor asignado a la simple existencia (VE) del bien o servicio. Esto se resume en la siguiente ecuación:

$$VET = VU + VNU = (VUD + VUI + VUO + VH) + VE \quad (5)$$

A continuación, se explica con más detalle las distintas categorías de valor incorporadas en el VET.

IV.2.1.8.1 Valor de uso

Es el valor que la persona le asigna al uso de un bien ambiental, sea este uso directo, indirecto, opcional o de herencia (pero siempre con una connotación de uso, sea este personal o vicario, efectivo u opcional y presente o futuro). El valor de uso directo corresponde al valor otorgado al ecosistema por la utilización directa de sus productos y servicios. Existen los usos directos extractivos que implican la extracción de un bien material; ejemplos de este tipo de uso son la recolección y consumo de madera, de alimentos y de fibras. Existen también los usos directos no extractivos, como la recreación u observación de flora y fauna, el ecoturismo y la investigación. El valor directo de uso extractivo es relativamente fácil de calcular, ya que se asocia a algún bien privado (en términos económicos) que tiene mercado (maderas, frutos, entre otros). Por el contrario, en el caso del uso directo no extractivo los beneficios obtenidos no son tan fáciles de valorar (como por ejemplo, los provistos por la belleza escénica, la observación de la biodiversidad *in situ*, etc.). El valor de uso opcional, o valor de opción, corresponde al valor

otorgado por las personas o la sociedad a la posibilidad (u opción) de contar con un bien o servicio en el futuro para satisfacer una posible demanda por el mismo. Es el valor otorgado por las personas que, aunque no utilicen el bien en el presente, están dispuestas a pagar por mantener abierta la opción de eventualmente utilizarlo en el futuro, ya sea de forma directa o indirecta. Para ellas, por tanto, la desaparición o deterioro de un ecosistema supone una pérdida de bienestar, mientras que la preservación del mismo o su mejora, aumenta el bienestar (Azqueta, 1994). Así mismo, se considera como valor de uso al llamado 'valor de herencia', el cual corresponde al valor que las personas o la sociedad le atribuyen a preservar un ecosistema para que sus descendientes (hijos, nietos, etc.) o las generaciones futuras puedan gozar de sus beneficios. Algunas clasificaciones incluyen el valor de herencia como parte de los valores de no uso. Sin embargo, aquí se sigue la lógica que clasifica al valor de herencia como un valor de uso, ya que el uso de un bien o servicio por parte de los herederos puede considerarse como un uso de tipo vicario, es decir, realizado a través de terceras personas.

El valor de uso indirecto, por su parte, corresponde al valor otorgado a las funciones ecológicas reguladoras que cumplen los ecosistemas. Este tipo de uso es de suma importancia puesto que corresponde al de muchas funciones ambientales fundamentales para el soporte de la vida, como por ejemplo la regulación climática (global o local), la regulación de los ciclos hidrológicos, la reposición de nutrientes, entre otros.

IV.2.1.8.2 Valor de no uso

El valor de no uso se asocia con el beneficio que reciben las personas por el simple hecho de saber que un ecosistema existe (Pearce y Turner, 1990). De esta forma, el valor de existencia es, en la clasificación adoptada aquí, el único valor de no uso, y corresponde al valor otorgado a un determinado ecosistema o alguno de sus componente (como una especie determinada, por ejemplo) por el simple hecho que este espacio natural o este componente del mismo exista, independientemente de toda connotación de uso de cualquier tipo.

IV.2.2 Características Económicas de los Servicios Ecosistémicos Hídricos

Los recursos hídricos no son sólo un bien económico indispensable para la supervivencia del ser humano y la biodiversidad, sino que también son fundamentales para la producción de los diferentes sectores económicos (pesca, industria, energía, agricultura, acuicultura, bosques, turismo, etc.), brindando además valor estético y permitiendo actividades de recreación y deporte. En adición, los recursos hídricos tienen la capacidad de diluir y absorber contaminantes, y proveer valores sociales, culturales y religiosos. Finalmente, los recursos hídricos representan un componente irremplazable del hábitat de la vida silvestre.

Los recursos hídricos son fundamentales para el funcionamiento de la economía, volviéndose cada vez más escasos y degradados producto de un incremento sostenido de su demanda para permitir actividades productivas como agricultura, industria, generación hidroeléctrica y minería, las que por otro lado, pueden contribuir a la contaminación y deterioro de la calidad del agua. Como reconocimiento y respuesta al deterioro de la cantidad y calidad del recurso agua, se ha generado diferentes iniciativas a nivel nacional e internacional con el objeto de tender a un manejo sostenible y la conservación del recurso. Estas iniciativas combinan una serie de instrumentos para la protección del recurso; como por ejemplo, límites de emisiones, estándares de calidad más estrictos (normas secundarias de la calidad de agua), precios y derechos de agua más eficiente, entre otros.

Desde el punto de vista económico, los recursos hídricos son sobreexplotados y asignados ineficientemente a causa de la inexistencia de un mercado y la falta o ambigüedad de derechos de propiedad, que redundan en un mal manejo y administración de los recursos hídricos a nivel local, nacional e internacional. Una correcta gestión de los recursos hídricos requiere una evaluación comprehensiva de todos los costos y beneficios, privados y sociales, de las acciones que afectan tanto la cantidad como la calidad de los recursos hídricos. El análisis costo y beneficio permite evaluar cambios en bienestar social de programas de gestión de estos recursos (Pearce y Turner, 1990). Lamentablemente esta

correcta gestión se ve afectada porque el valor de los recursos y servicios ambientales hídricos es ignorado en las políticas públicas.

El análisis costo-beneficio es una herramienta analítica de la Teoría del Bienestar, que consiste en agregar los costos y beneficios totales de un proyecto tanto en la perspectiva del tiempo como del espacio (Hanley y Spash, 1995), donde un proyecto representa una mejora en el bienestar sólo si los beneficios netos de los costos son positivos. La eficiencia económica se obtiene en el punto en donde el beneficio social neto (beneficios menos costos) de una actividad económica se maximiza, lo que ocurre cuando el beneficio marginal es igual al costo marginal.

El análisis costo-beneficio de un proyecto que considere impactos ambientales es complicado porque muchos recursos ambientales (incluyendo los recursos de agua) son bienes públicos en un sentido económico. Un bien público se caracteriza por no tener ni rivalidad en el consumo, ni exclusión. La no rivalidad en el consumo significa que cuando un individuo hace uso del bien, el bien no deja de estar disponible para que otra persona lo use; como ocurre, por ejemplo, con los recursos hídricos usados para generar hidroelectricidad pero que luego vuelven a su cauce, pudiendo ser usados para agricultura o recreación y turismo. La característica de no exclusión significa que la exclusión física o económica (mediante el cobro de un precio) del uso del bien o recurso es costosa, lo que puede ocurrir para algunos servicios ambientales de recursos hídricos y donde el recurso está en permanente movimiento, fluye por su cauce y es difícil poder excluir a un determinado usuario.

Los bienes públicos puros no pueden ser asignados eficientemente a través de un mecanismo de precios debido a que el productor no puede cobrar un precio y no existe forma de medir la cantidad consumida por cada individuo, lo que dificulta la posibilidad de establecer un precio de mercado. La carencia de un precio para los bienes públicos y su imposibilidad de ser transados en el mercado inducen su uso ineficiente, por sub-provisión

o sobreexplotación, generando una falla de mercado. Tanto las aguas superficiales como subterráneas tiene características de bien público ya que las personas que las extraen y usan no pagan el precio de escasez relativa del recurso hídrico.

El adecuado establecimiento de derechos de propiedad sobre los recursos hídricos es una condición relevante para su eficiente uso. Si hay derechos de propiedad bien establecidos podría ocurrir que un usuario que contamine aguas arriba en una cuenca se vea obligado a compensar a los usuarios con derechos de propiedad aguas abajo por el daño generado por la contaminación del recurso, esto permitiría una tasa socialmente óptima de contaminación. Si los derechos de propiedad no se encuentran adecuadamente definidos, el usuario aguas arriba puede afectar mediante la contaminación las actividades de los usuarios aguas abajo, generando una externalidad negativa sobre estos últimos.⁴² Cuando una externalidad está presente en un mercado y genera una falla de mercado existe la necesidad de regulaciones correctivas para subsanarlas y hacer posible la asignación eficiente del recurso. En el caso de Chile, ha existido una amplia intervención del gobierno central en la definición y asignación de los derechos de agua, como también en la constante revisión de las normas de calidad de agua. Sin embargo, lo anterior no garantiza que los recursos hídricos sean eficientemente asignados en el país, ya que nada impide que existan, además, fallas de regulación.

En economía ambiental se ha realizado esfuerzos por parte de los economistas ambientales para asignar valor a los bienes con mercados inexistentes, con especial énfasis en los bienes y servicios ambientales con el objeto de obtener VET de los servicios y recursos ambientales.

⁴²Las externalidades son definidas como el beneficio o los costos generados por una actividad que afecta a otros agentes económicos mejorando o empeorando su bienestar sin que estos paguen por el beneficio o sean compensados por el daño. Una externalidad puede ser local o global, como también puede ser negativa o positiva.

IV.2.2.9. Características físicas de los servicios ecosistémicos de los recursos hídricos

Los recursos hídricos presentan una serie de características que hacen compleja la estimación del valor de los servicios ecosistémicos asociados a ellos. Estos recursos son por lo general móviles, lo que hace que el agua sea un recurso con alto costo de exclusión, por lo que imponer la exclusión del uso del recurso a la que facultan los derechos de propiedad, que es el soporte del sistema de mercado y la economía de intercambio, es relativamente difícil y costoso para los titulares de dichos derechos.

Los recursos hídricos son de suministro muy variable, ya que el abastecimiento de agua está en general fuera del control del hombre y varía de manera impredecible a lo largo del tiempo, en espacio y en calidad.

El agua es un solvente casi universal, pues cuando se encuentra en cantidades abundantes proporciona (desde una perspectiva privada) una capacidad poco costosa de absorber desechos y contaminantes, así como para diluirlos y transportarlos hacia otros lugares. Además, su utilización provoca una fuerte interdependencia entre los usuarios ya que después de utilizada un gran porcentaje de ella vuelve a los cauces de los ríos (en agricultura se estima que 50% del agua regresa), causando externalidades negativas.

El recurso hídrico muestra especificidad local pues las variaciones en su abastecimiento y su demanda local, así como otros problemas relacionados con el recurso están típicamente localizados, por lo que las políticas y estrategias para resolverlos a menudo deben adaptarse a las condiciones locales.

Debido a que los diversos usos del agua requieren diferentes enfoques de manejo, ellos se pueden agrupar de acuerdo al tipo de beneficio que generan a los usuarios:

- Beneficios como mercancía (bien o servicio).
- Beneficios por asimilar desperdicios.
- Valores estéticos, recreación, pesca, vida silvestre (públicos y privados).
- Preservación de la biodiversidad y ecosistemas.
- Valores sociales y culturales.

Al incrementarse su escasez y los problemas relacionados con su distribución entre los diferentes usos, se incrementa su valor económico.

Los beneficios del agua como bien incluyen el consumo humano, los usos sanitarios, así como los productivos en la industria, agricultura, comercio y turismo. Este tipo de beneficios se distinguen por ser rivales en su uso, de ahí que tiendan a ser bienes privados. El valor del agua por asimilar desperdicios es distinto de su valor derivado de los usos anteriores ya que significa que los cuerpos de agua transportan los desechos y los diluyen. Este valor está más cerca de ser público que privado, debido a la dificultad de excluir a los contaminadores para evitar que sigan haciendo descargas. Los valores estéticos, recreación, pesquería y vida silvestre se consideraban inicialmente como bienes suntuarios, pero actualmente esto ha cambiado. De la misma forma, la asimilación de desechos, la recreación y los valores estéticos están más cerca de ser bienes públicos porque son de libre acceso. Los beneficios de no uso son aquellos por los que el individuo está dispuesto a pagar sin que haga uso directo o indirecto del bien. Un ejemplo de la disposición a pagar por obtener estos beneficios son las contribuciones voluntarias para preservar especies de peces (a pesar de que aún existe cierta controversia al respecto, muchos economistas están de acuerdo en que los valores de no uso deben incluirse junto con los de uso para obtener un valor económico) (Carson et al. 1999; Freeman, 2003).

Debido a que el agua es esencial para la vida y la salud, como bien enfrenta, más que otros bienes, conflictos entre los valores sociales y culturales y el valor económico. De hecho

muchos rechazan las asignaciones basadas en los mercados y se inclinan por enfoques de regulación.

El agua tiene valores culturales, religiosos, y sociales, y muchas personas prefieren que no se trate al agua como una mercancía. De hecho, hay quienes rechazan ponerle precio a algo que es necesario para la vida. Aunque este enfoque resalta la indispensabilidad del agua, tiende a ocultar el hecho de que en la mayoría de las sociedades solamente una cantidad minúscula de agua se usa directamente para beber y preservar la vida del hombre. La mayor parte se usa para brindar comodidad, confort y placer estético.

En resumen, las características únicas del agua hacen que ella sea un recurso poco usual, debido a numerosas razones físicas, económicas, sociales y políticas, lo que produce numerosos retos para valorarla y medir sus costos y beneficios, así como para establecer arreglos institucionales apropiados.

IV.2.3 Técnicas de Valoración Económica de Bienes y Servicios Ecosistémicos

Los diferentes métodos para valorar económicamente los bienes y servicios ambientales a partir de los cambios en el bienestar de las personas que ha desarrollado la economía ambiental en las últimas décadas, varían de acuerdo a su validez y aceptación teórica, en sus requerimientos de información y en su facilidad de uso (Bishop, 1999).

IV.2.3.1. Valoración utilizando precios de mercado

Es el método más directo y sencillo para asignar valor a muchos bienes provistos por los ecosistemas; en él se utiliza los precios de un mercado ya existente. En un mercado competitivo los precios son definidos por la interacción entre productores y consumidores a través de la oferta y la demanda. Para valorar correctamente este tipo de bienes debe elegirse el mercado apropiado, que en general deberá ser eficiente (competitivo) y no mostrar distorsiones evidentes.

IV.2.3.2. Valoración a través de preferencias reveladas

El valor de uso de muchos bienes y servicios ambientales provistos por las áreas protegidas y que no tienen mercado puede ser calculado de forma indirecta, a través de la demanda por bienes relacionados con ellos pero que sí son transados en el mercado. Entre estos métodos de valoración se cuentan: el método de costo de viaje, el de precios hedónicos y de mercados sustitutos.

IV.2.3.2.1 El método de costo de viaje

El método del costo de viaje (MCV) es empleado para estimar los valores de uso asociados a los ecosistemas o de los sitios (como bosques, humedales, parques y playas) utilizados para recreación en caza, pesca, senderismo, u observación de la vida silvestre. La premisa básica de este método es que los gastos en tiempo y costos de viaje que las personas incurren cuando visitan un sitio representan el "precio" de acceso al sitio. Por lo tanto, la disposición a pagar por visitar un sitio puede ser estimada a partir del número de viajes que se hacen y los diferentes gastos de viaje en que se incurre. Este método abarca una variedad de modelos, que van desde modelos sencillos de costos de viaje a modelos regionales y generales que incorporan índices de calidad y representan los sitios de sustitución.

El método puede ser utilizado para estimar los beneficios o costos resultantes de cambios en los costos económicos de acceso a un sitio recreativo, la eliminación de un sitio recreativo existente, la adición de un nuevo sitio recreativo, y los cambios en la calidad ambiental para un sitio recreativo. Sin embargo, existen varias limitaciones de este método. La definición y medición del costo de oportunidad del tiempo es complicada, ya que no existe consenso respecto a qué medida es la más adecuada. La existencia de sitios sustitutos sólo es tomada en cuenta en el enfoque de utilidad aleatoria para MCV, el cual utiliza la información en todos los sitios posibles que un visitante puede seleccionar, sus características de calidad, y los gastos de viaje a cada sitio. Por otro lado, el MCV sólo

puede utilizarse para el valor de bienes consumidos in situ, y tampoco captura los valores de no uso de los recursos ambientales.

Este método ha sido aplicado en la valoración de servicios ecosistémicos de recursos hídricos:

- Medición de efectos de bienestar a los cambios en la calidad del agua de los sitios recreativos (Caulkins et al, 1986; Smith y Desvousges, 1986; Bockstael et al, 1987).
- Estimación de la demanda recreativa de los turistas por playas de agua salada en Florida, USA (Bell y Leeworthy, 1990).
- Estimación del valor de reservas de vidas silvestre por cazadores de aves acuáticas en California, USA (Cooper y Loomis, 1991).
- Estimación de la valoración de una comunidad local de la mejora de la calidad del agua en los ríos y aguas marinas en Filipinas (Choe et al., 1996).
- Estimación del valor de rafting guiados en aguas claras de ríos del sur de USA (Bowker et al., 1996).
- Estimación del valor de uso para recreación de la eliminación hipotética de represas y la restauración del flujo libre en el río Lower Snake en Washington, USA (Loomis, 2002).

IV.2.3.2.2 El método de precios hedónicos

Este método establece que un bien puede describirse por el conjunto de características o atributos que este posee, y su precio es una función de los niveles de cada atributo que son disfrutados por el consumidor. Este método se ha aplicado comúnmente a la estimación

del precio de viviendas o terrenos, en donde el precio de la vivienda refleja la valoración que existe de sus atributos específicos (número de habitaciones, número de cuartos de baño, tamaño, entre otros) así como de los atributos del barrio donde está localizada (escuela, nivel de delincuencia, cantidad de áreas verdes, entre otros.) dentro de los cuales también se incluye atributos ambientales tales como la calidad del aire, niveles de ruido, puntos de vista estéticos, y la disponibilidad y calidad de recursos hídricos.

El método permite estimar el precio implícito para cada una de las características del bien analizado y la disposición a pagar por ellas, que representa la valoración de un individuo de la unidad incremental del atributo ambiental. Una limitación es que sólo mide los valores de uso directo de los recursos hídricos, es decir que es percibida directamente por el consumidor y donde existen precios. Además, en el caso particular de recursos hídricos, la aplicación de precios hedónicos es de difícil aplicación a ciertos servicios ecosistémicos tales como el control de inundaciones, mejora de la calidad del agua, provisión de hábitat para las especies y recarga de aguas subterráneas, ya que estos pueden proporcionar beneficios a individuos que no son los consumidores directos del bien o atributos, los cuales no pueden ser capturados por este método de valoración (Boyer y Polasky, 2004).

Aplicaciones del método de precio hedónico en valoración de servicios ecosistémicos de recursos hídricos incluyen:

- Valoración del agua de riego por Milliman (1959); Hartman y Anderson (1962).
- Valor de provisión de aguas subterráneas (tanto en términos de cantidad y calidad) por Miranowski y Hammes (1984), Gardner y Barrows (1985), Ervin y Mill (1985) y Torell et al. (1990).
- Valoración de humedales donde se estudia el efecto de la proximidad a los humedales en el valor de las propiedades (Mahan et al. 2000; Doss y Taff 1996).

IV.2.3.2.3 El método de mercados sustitutos

Esta metodología consiste en otorgar a un bien que no tiene mercado el valor de otro bien de características y funciones similares, que por consiguiente puede ser considerado su sustituto cercano, pero que sí tiene mercado. La precisión en la estimación del valor del bien ambiental depende del grado de similitud que tenga con el bien sustituto elegido. Por ejemplo, la reserva de agua en bofedales se puede valorar de acuerdo al costo de construir un embalse de la capacidad equivalente a la cantidad de agua preservada en ese ecosistema.

IV.2.3.3. Valoración basada en la función de producción

Conocido también bajo el nombre método de insumo-producto o dosis-respuesta, ya que permite estimar el valor de uso indirecto de un bien o servicio ambiental a través de su contribución a las actividades de mercado, estimando el impacto de tales servicios ambientales en la producción económica. Se basa en la teoría de la función de producción donde el capital natural es un insumo dentro del proceso de producción, por lo cual este método sólo sirve para estimar los servicios ambientales que el medio natural proporciona a una actividad económica existente. Este método es válido para análisis de productores pequeños y que no hayan tomado ningún tipo de medida defensiva frente al problema ambiental que les aqueja.

Este enfoque puede ser utilizado para valorar los bienes y servicios no transados en mercados y que sirven como insumos para la producción de bienes transados en mercados. El enfoque relaciona la producción de bienes y servicios transados en el mercado (por ejemplo, la producción agrícola, maderera, pesca) a los insumos necesarios para producir dicha producción. Estos insumos incluyen aquellos transados en el mercado, tales como el trabajo, el capital y la tierra, así como también bienes y servicios que no son transados en el mercado tales como estabilidad del suelo, calidad del aire, o la calidad y cantidad de agua. De esta manera, el valor implícito del agua se puede calcular mediante la medición de la contribución que el agua hace a las utilidades o ganancias en los casos donde el agua es un componente importante del proceso productivo y la estructura de costos de producción es

conocida. Si el suministro de agua no está restringido, un productor seguirá utilizando unidades de agua hasta el punto en que el aporte a la utilidad de la última unidad es igual al costo para el productor asociado al uso del agua (esto también debe incluir gastos de extracción y transporte). Si el suministro de agua está restringido (por ejemplo, por la existencia de derechos de agua), el productor puede dejar de utilizar el agua antes que esta igualdad se cumpla. El nivel de uso del agua asociada a diferentes costos de producción define una demanda "derivada", ya que la demanda de agua se deriva de la demanda del bien producido por el productor (por ejemplo, productos agrícolas).

Acharya y Barbier (2002) utilizan el enfoque de la función de producción para estimar el valor de la recarga de las aguas subterráneas en Nigeria. Núñez et al. (2006), Figueroa y Pastén (2008) y Figueroa (2010) muestran ejemplos que utilizan funciones de producción para los servicios de regulación y provisión de agua por los bosques.

IV.2.3.4. Valoración basada en preferencias declaradas

Este método construye un mercado hipotético y mediante las respuestas de las personas a preguntas directas realizadas a través de un cuestionario especialmente elaborado se estima cómo afecta al bienestar de las personas el aumento o disminución de la cantidad o calidad de un bien o servicio ambiental. El método más utilizado es la valoración contingente, no obstante, existe también un método de mayor precisión que es la elección contingente. La gran ventaja de ambos métodos es que permiten la estimación del valor de no uso. Dado que muchos de los servicios ecosistémicos asociados a los recursos hídricos no son transados, estos métodos de valoración pueden ser utilizados para determinar el valor de beneficios económicos de servicios no transados en el mercado.

IV.2.3.4.1 El método de valoración contingente

Este método crea un mercado hipotético del bien o servicio estudiado y elabora un cuestionario estructurado para entrevistar a las personas y a partir de sus respuestas,

estimar sus disponibilidades a pagar por el bien o servicio en cuestión. El objetivo de este método es estimar las preferencias de los individuos, en términos monetarios, asociadas a cambios en la cantidad o calidad de los bienes o servicios ambientales. La valoración es dependiente o 'contingente' en una situación hipotética o escenario en el que se entrevista a una muestra representativa de la población y se pide a los individuos que expresen su máxima disposición a pagar (o mínima disposición a aceptar (DAA) en caso de una compensación) por un aumento o disminución en el nivel de la cantidad o la calidad ambiental. La disposición a pagar por un bien refleja las preferencias de los individuos por dicho bien y por consiguiente la valoración que ellos le otorgan. Si un bien es de interés para el individuo, éste estará dispuesto a sacrificar su consumo de otros bienes que le sean menos prioritarios (Estay y Lira, 2000).

Este método requiere una atención especial al diseño e implementación de la encuesta de disposición a pagar. La implementación de focus-groups, consultas con experto, y pruebas preliminares de la encuesta son importantes prerrequisitos para obtener una correcta estimación de valor. Las decisiones que deben tomarse en la implementación de este método se refieren a: (i) cómo llevar a cabo las entrevistas (en persona, por correo, o a través de encuestas telefónicas); (ii) qué vehículo de pago hipotético es más apropiado proponer a los entrevistados (por ejemplo, un aumento en los impuestos anuales, un pago único, una contribución a un fondo de conservación, un cargo agregado a la cuenta de electricidad, entre otros); (iii) el formato para obtener (revelar) la DAP; y (iv) la manera como las DAP medias obtenidas de la muestra poblacional pueden ser extrapoladas a toda la población para obtener la DAP agregada.

Con respecto a las aplicaciones de los recursos hídricos, el MVC es útil para examinar los valores de uso directo como el valor de la pesca y la caza recreativa, y los valores de uso indirecto, como la mejora de la calidad del agua. A diferencia de los métodos de preferencias reveladas, el MVC también es capaz de medir los valores de opción de agua asociada con la biodiversidad, así como los valores de no uso. A pesar de la fortaleza del

MVC respecto a su capacidad para estimar valores de no uso y evaluar cambios irreversibles, este método ha sido criticado por su falta de validez y fiabilidad (Kahneman y Knetsch, 1992; Diamond y Hausman, 1994). Entre los problemas principales del MVC se ha señalado: el sesgo de información, el sesgo de diseño (a partir del punto de trabajo y el sesgo de vehículo), el sesgo hipotético, el sesgo estratégico, el efecto incrustación, entre otros. Para hacer frente a estos cuestionamientos, el National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) de USA recurrió a la opinión de economista expertos (Arrow et al., 1993), quienes realizaron una serie de recomendaciones para mejorar el diseño y ejecución de estudios de valoración contingente.

El MVC se ha aplicado a la valoración de diferentes servicios ecosistémicos:

- Estimación del excedente del consumidor para la caza de la fauna silvestre en los humedales de la ruta migratoria del Pacífico Oeste de USA (Hammack y Brown, 1974).
- Estimación de las ofertas de precios de opciones de mejora para recreación producto de una mayor calidad del agua en el río Monongahela, USA (Desvousges et al. 1987).
- Estimación de la disposición a pagar para los cambios en el flujo de agua para el rafting en el Gran Cañón (Boyle et al., 1993).
- Evaluación de beneficios de calidad del agua para la Ley de Agua Limpia mediante la estimación de la disposición a pagar por mejoras en la calidad del agua de todos los ríos en USA (Carson y Mitchell, 1993).
- Evaluación del suministro de agua potable en Brasil (Briscoe, 1990)

- Beneficios asociados con tres esquemas anidados para mejorar la calidad del agua en un lago en Norwich, Reino Unido. Cooper et al. (2004).
- Estimaciones de valores de uso y no uso para un programa de mejoras de humedales en California (Pate y Loomis, 1997), y para mejoras en calidad de las aguas en el lago Kerkini, Grecia (Oglethorp y Miliadou, 2000).

IV.2.3.4.2 Los métodos de experimentos de elección o elección contingente

Este método es muy similar al método de la valoración contingente, sólo que más afinado y preciso, ya que permite realizar valoraciones de los diferentes atributos presentes en los bienes y servicios, o de combinaciones de dichos atributos. (Figueroa et al. 2002). Este método combina la teoría de valoración de atributos de Lancaster (1966) con los modelos de utilidad aleatoria (McFadden, 1974). Los modelos de utilidad aleatoria son modelos econométricos de elección discreta que suponen que el consumidor tiene una capacidad de discriminación perfecta, mientras que el analista tiene información incompleta y por lo tanto, este último debe tener en cuenta la incertidumbre que genera la restricción de información en experimento (Manski, 1977). En un experimento de elección, el bien ambiental se define en términos de sus atributos y los niveles que estos atributos tomarían bajo diferentes escenarios de gestión ambiental, por ejemplo, un atributo que puede ser utilizado para describir la calidad de las aguas costeras es la calidad del agua para baño. Los niveles de este atributo puede ser alta, media y baja. En general se definen diferentes perfiles que combinan niveles de atributos los cuales se construyen utilizando la teoría del diseño experimental: un diseño estadístico que combina el nivel de atributos en diferentes escenarios que se presentará a los encuestados. Posteriormente, se elige un número limitado de perfiles alternativos que son presentados a los encuestados, en el cual se les pregunta por el perfil preferido (Hanley et al., 1998; Bateman et al., 2003).

Este método puede estimar valores económicos para cualquier bien ambiental, y se puede utilizar para estimar valores de uso y no-uso. A diferencia del método de valoración contingente, el método de experimentos de elección permite la estimación no sólo del valor del bien ambiental como un todo, sino también del valor implícito de sus atributos y el valor de cambio de más de un atributo a la vez (Hanley et al., 1998; Bateman et al., 2003). Otra ventaja sobre valoración contingente es que los encuestados están más familiarizados con el concepto de elección que con el concepto de pago. El método de experimentos de elección también soluciona algunos de los sesgos presentes en estudios de valoración contingente; el sesgo estratégico es minimizado ya que los precios ya están definidos en los conjuntos de elección. Además, el sesgo de *warm glow effect* también se elimina debido a que en los experimentos de elección no se permite al encuestado que entregue un valor para el recurso, incluso si no lo valora. Por último, se reduce el efecto incrustación, ya que los conjuntos de elección ofrecidas a los encuestados están completos y cuidadosamente diseñado (Bateman et al., 2003).

El método de experimentos de elección ha sido aplicado en diferentes contextos de valoración de servicios ecosistémicos de recursos hídricos:

- Estimaciones de valores de no uso de atributos ambientales, sociales y económicos del humedal Macquarie Marshes en Australia (Morrison et al. ,1999).
- Estimaciones del valor de los atributos del humedal Matang en Malasia con el objeto de desarrollar estrategias optimas del gestión de manglares (Othman et al. 2004).
- Investigación sobre el trade-off de preferencias entre un incremento de la seguridad de provisión de agua y los potenciales impactos en biodiversidad en cuerpos de aguas y humedales Sussex, UK (Willis et al., 2002).

- Estimación de los efectos sobre el bienestar de las personas por mejoras en la salud producto del aumento de la calidad del agua en El Cairo, Egipto (Abou-Ali y Carlsson, 2004).
- Estimación de la disposición a pagar de consumidores en Australia por evitar interrupciones en el servicio de provisión de agua, y desbordamientos de aguas residuales (Hensher et al. 2005).

IV.2.3.5. Valoración basada en costos

Se basa en estimar los costos incurridos (o en los que se incurriría) para mantener, proveer o restaurar un bien o servicio ambiental provisto por los ecosistemas. Ejemplos de este tipo de métodos son los costos de reemplazo, los gastos preventivos y el costo de oportunidad. Estas técnicas deben ser utilizadas con mucho cuidado puesto que, generalmente, no reflejan la disposición a pagar de las personas por un bien o servicio ambiental (Bishop, 1999), la que representa la métrica de bienestar perseguida para valorar correctamente.

IV.2.3.6. Valoración basada en costos de reemplazo

Es una alternativa para valorar la pérdida de una actividad económica basada en servicios ambientales cuando se impone reemplazarla por otra. Es una técnica que mide los beneficios que brinda el servicio mediante la estimación de los costos de reproducir los niveles originales del beneficio, si éstos se perdieran. Este método supone que el daño es medible y que el valor del activo del bien ambiental no es mayor que el costo de reemplazo. También se supone que no hay beneficios secundarios derivados de los gastos por reemplazo del servicio ecosistémico. Este método ha sido aplicado a estimación de beneficios de normas de calidad del agua (Markandya et al., 2002).

IV.2.3.7. Valoración basada en gastos preventivos

Este método estima los costos de prevención o de defensa frente a la degradación de los servicios ambientales (que podría generar una significativa pérdida en el bienestar de los individuos). Es el pago por mantener intacta las condiciones ambientales ofrecidas o bien, expresado de otra manera, es un indicador de la pérdida en que se incurre por la degradación de un recurso natural.

Este método se basa en la teoría del comportamiento del consumidor y la función de producción de los hogares. El hogar produce bienes de consumo utilizando diversos insumos, algunos de los cuales están sujetos a contaminación. Por ejemplo, en el contexto de los recursos hídricos, los hogares pueden responder a la degradación de la calidad del agua con actividades o gastos defensivos para evitar los efectos adversos de la contaminación hídrica. Esto incluye la compra de bienes sustitutos (por ejemplo, agua embotellada), gastos para reducir la acidificación del agua, o el cambio de comportamiento para evitar la exposición al contaminante hídrico (por ejemplo, hervir el agua para cocinar y beber o reducir la frecuencia o longitud de las duchas si la contaminación se debe a químicos orgánicos volátiles estuvieran presentes).

Existen, sin embargo, limitaciones importantes para este método. Los individuos pueden tener más de una manera de prevenir en respuesta cambios de calidad ambiental de las aguas, pero estos gastos preventivos pueden tener otros efectos beneficiosos que no se consideran de forma explícita (por ejemplo, la compra de agua embotellada para evitar el riesgo de consumo de los suministros contaminados también pueden proporcionar beneficios adicionales en términos de gusto). Además, las decisiones preventivas frecuentemente no son decisiones continuas sino que pueden ser discretas, por ejemplo, un filtro de agua puede ser comprado o no. Generalmente, gastos preventivos no mide todos los costos de la contaminación afectando la utilidad de los hogares y, por tanto, sólo son capaces de proporcionar una estimación límite inferior del verdadero costo del

aumento de la contaminación. Ejemplos de aplicación de este método para estimación de servicios ecosistémicos de recursos hídricos se encuentran en:

- Medición de costos a nivel de hogares asociados con la contaminación del agua subterránea (Abdalla, 1994).
- Estimación de los beneficios de mejoras no marginales en la calidad del agua España, Brasil y Corea del Sur, usando insumos defensivos (McConnell y Rosado, 2000; Um et al. 2002).

IV.2.3.8. Valoración basada en costos de oportunidad

Este método se utiliza para valorar los usos alternativos de un bien, por ejemplo comparar, en un bosque, los beneficios obtenidos por la venta de bonos de carbono y los beneficios obtenidos de su explotación maderera.

IV.2.3.9. Transferencia de beneficios

El método de transferencia de beneficios se emplea para estimar los valores de los servicios ecosistémicos transfiriendo la información disponible de estudios realizados anteriormente en otra localización y/o contexto. El propósito básico de la transferencia de beneficios es estimar los beneficios para un determinado contexto a través de adaptar alguna estimación de beneficios desde otro contexto.

Por ejemplo, el valor de la belleza escénica de un lago en una determinada región puede ser estimado empleando las medidas de valor de la belleza escénica obtenidas de un estudio realizado para un lago similar de otra región; o los valores para la pesca de recreación en una zona costera de Chile pueden estimarse utilizando las mediciones del valor de la pesca de recreación obtenidas en un estudio realizado para una zona costera similar en Chile mismo, o en Perú.

La transferencia de beneficios se ha impuesto universalmente en los últimos años y consiste entonces en utilizar para la valoración económica de un bien o servicio ecosistémico el valor que ha sido calculado antes para el mismo bien o servicio en algún otro lugar, momento o contexto, utilizando una o más de las metodologías de valoración antes descritas. El desafío esencial para la utilización de la transferencia de beneficios es, por lo tanto, determinar correctamente si las condiciones que prevalecían en el lugar, momento y contexto en los que se determinó el valor del bien o servicio ecosistémico por el estudio desde el que se transfiere el valor, son suficientemente similares a las condiciones que existen en el lugar, momento y contexto que caracterizan al bien o servicio que se quiere valorar ahora, de modo que sea efectivamente justificable asumir que el valor que se obtuvo en el primer caso, puede ser aplicado en la valoración que actualmente se realiza.

La transferencia de beneficios es a menudo empleada cuando es demasiado caro o no se dispone del tiempo suficiente para realizar un estudio primario de evaluación.

Este método es más confiable cuando el sitio original y el sitio al que se quiere transferir el beneficio desde el anterior son muy similares en calidad, localización y características de la población; cuando los cambios ambientales son similares para ambos sitios; y cuando el estudio de valoración original se realizó cuidadosamente y utilizó metodologías de valoración apropiadas (Figueroa y Pastén, 2011). En este sentido, debe tenerse presente que la máxima exactitud y confiabilidad que puede alcanzar la transferencia de beneficios son las propias del estudio original.

El tipo de más simple de transferencia de beneficios es la transferencia directa del valor del beneficio calculado. Un enfoque más riguroso transfiere la función de beneficio desde el estudio original y la reestima con los datos propios del estudio a aplicar. La función de beneficio relaciona estadísticamente la disposición a pagar (DAP) de la gente con las

características del ecosistema y de las personas cuyos valores fueron estimados. Cuando se transfiere una función de beneficios, se pueden realizar ajustes por las diferencias en estas características, permitiendo entonces una mayor precisión en la transferencia de los beneficios estimados entre contextos distintos (Figueroa y Pastén, 2011).

IV.2.4 Ventajas y Desventajas de los Diferentes Métodos de Valoración Económica

La aplicación de algunos métodos de valoración a menudo se limita a determinados tipos de servicios ecosistémicos. Por ejemplo, el método del costo de viaje se utiliza principalmente para los valores ambientales que mejoran el disfrute de la recreación y el turismo de los individuos. Modelos de gastos preventivos se aplican mejor a los efectos sobre la salud derivados de la contaminación ambiental, y los modelos hedónicos se utilizan principalmente para la evaluación de los riesgos ambientales relacionados con el trabajo y los impactos ambientales sobre los valores de propiedad, respectivamente.

Por el contrario, los métodos de preferencias declaradas, que incluyen métodos de valoración contingente, método de análisis conjunto y experimentos de elección, tienen el potencial de ser utilizados ampliamente en la valoración de los bienes y servicios de los ecosistemas. Estos métodos de valoración comparten el enfoque común de entrevistar a los individuos que se benefician de un o una gama de servicios ecosistémicos, con el deseo que el análisis de estas entrevistas proporcione una medida exacta de la DAP de los individuos por el servicio o los servicios ecosistémicos. Además, los métodos de preferencia declarada pueden ir más allá de la estimación del valor de uno o múltiples beneficios de los ecosistemas y, en algunos casos estimar valores de no-uso, tales como el valor de existencia y el valor de herencia que los individuos asocian a asegurar que un ecosistema sea conservado y funcione para el disfrute de las generaciones futuras. Por ejemplo, un estudio de las comunidades costeras dependientes de manglares en Micronesia utiliza valoración contingente y muestra que las comunidades consideran que el valor de existencia y de funcionamiento de estos ecosistemas de manglares puede estar por encima

del valor de los productos de manglares comercializados en el mercado (Naylor y Drew, 1998). Del mismo modo, los experimentos de elección y el análisis conjunto, que piden a los encuestados que elijan entre varios escenarios de resultados ambientales, tienen el potencial de obtener los valores relativos que los consumidores asignan a diferentes servicios ecosistémicos (Carlsson et al. 2003).

Sin embargo, como subraya Heal et al. (2005), la implementación de métodos de preferencia declarada requiere el cumplimiento de dos condiciones claves: (1) la información debe estar disponible para describir el cambio en un ecosistema natural en términos del servicio que las personas valoran, con el fin de colocar un valor para estos servicios; y (2) el cambio en el ecosistema natural debe ser explicado en la encuesta de una manera que las personas puedan entender y no rechazar el escenario hipotético de valoración. Para muchos de los servicios ecosistémicos específicos que surgen de las funciones de regulación ecológica o provisión de hábitat, una o ambas de estas condiciones no se cumplen. Por ejemplo, se ha demostrado ser muy difícil describir con precisión en escenarios hipotéticos de encuestas de preferencia declarada cómo cambios en procesos y componentes ecosistémicos afectan a las funciones de regulación y provisión de hábitat, y por lo tanto, que los individuos entiendan los beneficios específicos que surgen de estas funciones que hay que valorar. Si hay considerable incertidumbre científica asociada a estos vínculos, entonces no sólo es difícil construir este tipo de escenarios hipotéticos, sino que también cualquieras respuestas obtenidas a partir de encuestas de preferencias declaradas serán posiblemente medidas inexactas de la disposición a pagar por los servicios ecosistémicos.

En contraste con los métodos de preferencia declarada, la ventaja del método de la función de producción (FP) es que depende sólo de la primera condición, y no de ambas. Es decir, para aquellas funciones de regulación y de hábitat donde hay conocimiento científico suficiente de cómo vincular estas funciones a los servicios ecosistémicos específicos que soportan o protegen actividades económicas, entonces puede ser posible emplear el

enfoque FP para valorar estos servicios. El enfoque básico de modelación que subyace en el método de FP es similar a determinar el valor adicional de un cambio en la oferta de cualquier insumo de producción (Barbier, 1994 y 2000; Freeman, 2003). Si los cambios en las funciones de regulación y de hábitat de los ecosistemas afectan las actividades de producción que son transadas en una economía, entonces los efectos de estos cambios se transmiten a las personas a través del sistema de precios mediante cambios en los costos y precios de los bienes y servicios finales. Esto significa que mejoras en la base de recursos naturales o la calidad del medio ambiente que resultan como consecuencia de la mejora de servicios ecosistémicos disminuye costos y precios, y aumentan las cantidades de productos transados en el mercado, lo cual conduce a aumentos en excedentes de consumidores y posiblemente excedentes de productores, aumentando el bienestar (Freeman, 2003).

Se requiere una adaptación de la metodología de la FP en el caso en que las funciones de regulación y de hábitat ecológicos tienen un valor de protección, a través de diversos servicios ecosistémicos tales como protección contra tormentas, mitigación de inundaciones, prevención de erosión y sedimentación, control de la contaminación y el mantenimiento de especies benéficas. En tales casos, el medio ambiente puede ser pensado como productor de un servicio no transado en el mercado, como "protección" de actividad económica, de propiedad e incluso de vidas humanas, que beneficia a los individuos a través de la minimización del daño. La aplicación del enfoque de FP requiere modelar la función de producción de este servicio de protección y estimar su valor como insumo ambiental en términos de los daños esperados evitados por los individuos (Barbier, 2006).

Sin embargo, los métodos de FP tienen sus propios problemas de medición y limitaciones. Por ejemplo, la aplicación del método FP plantea preguntas acerca de cómo se debe medir los cambios en el servicio ecológico, si las distorsiones de mercado en el mercado de bienes finales son importantes, y si los cambios actuales en servicios ecosistémicos pueden afectar

la productividad futura a través de efectos stock o de acumulación biológicos. Un enfoque común en la literatura es suponer que una estimación del área de ecosistema puede ser incluido en la "función de producción" de la producción transada en el mercado como un proxy para el insumo de servicio ecosistémico. Por ejemplo, éste es el enfoque estándar adoptado en modelos FP para hábitat costeros pesqueros, así como el área de un humedal se asume como un determinante de la captura de peces y por ello como una proxy de algún elemento de la contribución de la productividad de esta importante función del hábitat (Barbier, 2000; Freeman, 2003). Además, como señala Freeman (2003), las condiciones del mercado y de las políticas de regulación para la producción transada en un mercado influirán en los valores imputados al insumo ambiental. Así, en el ejemplo anterior de los humedales costeros que proveen una función de soporte de la pesca en alta mar, la pesquería puede estar sujeta a condiciones de libre acceso. Bajo estas condiciones, los beneficios de la pesca se disipan, y el precio se equipara al costo medio, no los costos marginales. Como consecuencia, los valores de productor se aproximan a cero, y sólo los valores de consumo determinan el valor de incrementar la superficie de humedales. Por último, un tema adicional relacionado con la medición de valor en el método de FP surge cuando el servicio ecosistémico es soporte de un sistema de recursos naturales, tales como pesquerías, silvicultura, o una población de la fauna, las cuales pueden ser explotadas a través de la actividad económica. En tales casos, la cuestión clave es saber si los efectos de cambios en el servicio ecosistémico sobre el *stock*, ya sea de población de los recursos naturales, o de población biológica, son o no, lo suficientemente relevantes para que estos efectos stock necesiten ser modelados de manera explícita. En la literatura de valoración de FP, enfoques que ignoran los efectos *stock* se denominan "modelos estáticos" de cambios ambientales sobre un sistema de producción de recursos naturales, mientras que enfoques que tienen en cuenta los efectos *stock* intertemporales de cambios ambientales son denominados modelos dinámicos (Barbier, 2000; Freeman, 2003).

En circunstancias en que un servicio ecológico es único para un ecosistema específico y es difícil de valorar, los economistas han recurrido en ocasiones a utilizar el costo de

reemplazar el servicio o el tratamiento de los daños derivados de la pérdida del servicio como un enfoque de valoración. Los economistas consideran que el enfoque de costo de reposición se debe utilizar con precaución. Por ejemplo, los pocos estudios que han intentado valorar servicios de prevención de tormentas y mitigación de inundaciones de la función de barrera natural de tormenta de sistemas de manglares han empleado el método de costo de reemplazo mediante la estimación simple de los costos de sustituir los manglares por la construcción de barreras físicas que realicen los mismos servicios ecosistémicos (Chong, 2005). Shabman y Batie (1978) sugieren que este método puede proporcionar una estimación fiable de valoración para un servicio ecosistémico sólo si se cumplen las siguientes condiciones: (1) la alternativa considerada ofrece los mismos servicios; (2) la alternativa utilizada debe ser la alternativa de menor costo; y (3) no debe haber evidencia sustancial de que el servicio sería demandado por la sociedad si estos fueron proporcionados por esa alternativa de menor costo. Desafortunadamente, muy pocos estudios de costos de reposición satisfacen estas tres condiciones.

En la ausencia de encuestas de preferencia declarada confiables que obtengan la disposición a pagar de los individuos por servicios ecosistémicos, para algunos beneficios es posible implementar de manera alternativa el método de la función de daño frente a los métodos de costo de reposición o de costos de tratamiento. El método de función de daño es nominalmente sencillo; se supone que el valor de un activo que produce un beneficio en términos de reducción de probabilidad y gravedad de daños económicos se mide por la reducción en el daño esperado. El paso esencial para la aplicación de este enfoque, que consiste en estimar cómo los cambios en el activo afecta a la probabilidad que el evento dañino se produzca, se ha utilizado de forma rutinaria en análisis de riesgos y economía de la salud, por ejemplo, como en el caso de funcionamiento de la seguridad aérea, muertes en carreteras, y estudios sobre la incidencia de enfermedades y tasas de accidentes (Cameron y Trivedi, 1998; Winkelmann, 2003). Barbier (2006) muestra que el método de la función de daño se puede aplicar, en determinadas circunstancias, a valorar los servicios

ecosistémicos que también reducen la probabilidad y severidad de los daños económicos, tales como el servicio de protección contra tormentas de los manglares.

IV.2.5 Metodología del Cálculo del VET en la Práctica

Para valorar económicamente los servicios ecosistémicos de una región es necesario calcular los distintos componentes del VET de dichos servicios aportados por cada uno de los ecosistemas existentes en la región. La economía ha desarrollado las metodologías, técnicas y herramientas a aplicar para valorar cuantitativamente los distintos componentes del VET.

Para sistematizar y operativizar el tratamiento y la presentación, de los bienes y servicios ecosistémicos asociados a los recursos hídricos de la región de Aysén aquí se utiliza el marco conceptual desarrollado en el estudio de Figueroa (2009), y posteriormente perfeccionado y descrito en Figueroa (2010) y Figueroa y Pastén (2014). Dicho marco conceptual extendió y amplió trabajos preliminares de Constanza et al. (1997) y Pagiola et al. (2004) que valoraron algunos bienes y servicios ecosistémicos específicos.

Para calcular el VET de los ecosistemas de una región, la metodología a utilizar identifica y cuantifica todos los valores de uso y no uso que se derivan de los bienes y servicios aportados por los ecosistemas de la región. Para esto se emplea los siguientes cinco pasos:

1. identificar los bienes y servicios ecosistémicos provistos por los ecosistemas de la región;
2. calcular el flujo de cada bien o servicio que los ecosistemas de la región proveen en un período de tiempo (generalmente un año);
3. estimar el valor unitario de cada bien o servicio identificado;
4. calcular el valor económico del flujo anual de cada bien o servicio; y,
5. sumar el valor de los flujos de todos los bienes y servicios que proveen los ecosistemas de la región.

Teniendo el total de los valores de uso y no uso de los bienes y servicios otorgados por los ecosistemas de la región, la suma de estos valores entregará el VET estimado para la región. Para esto se utiliza el modelo de Matriz de Cálculo del VET presentado en la Tabla 12. Respecto a servicios ecosistémicos hidrológicos específicamente, como los que este estudio valoriza, Wang et al. (2010) implementan métodos de estimación para los recursos hídricos relacionados a los efectos de centrales hidroeléctricas. De manera más amplia, Birol et al. (2006) señalan los métodos teóricamente más adecuados según el tipo de servicio ecosistémico.

Tabla 13. Métodos de valoración aplicados a estimación de servicios ecosistémicos afectados por desarrollos hidroeléctricos en cuencas (Wang et al. 2006)

Servicios hidrológicos	Beneficio generado	Metodología	Modelo de evaluación	Ecuación del modelo	Variables de la ecuación
Servicios de provisión					
Oferta de Agua	Abastecimiento de agua potable	Precios sombra	Incremento del valor del agua valorada con la reducción de costos de extracción de agua	$V_w = P_w \times Q_w$	V_w es el beneficio del abastecimiento de agua; P_w es la reducción de costos por la extracción de agua; y Q_w es la cantidad anual de agua consumida.
	Beneficios del riego	Precios sombra	El precio sombra es el valor del incremento de la producción generado por la seguridad de riego para la agricultura	$V_i = \alpha \times P_s \times S_r$	V_i es el beneficio por el riego; P_s es el valor promedio por unidad agrícola; S_r es el áreas asegurada de riego; α es el coeficiente de intercambio
Producción agrícola	Oferta de productos alimenticios	Valor de mercado	El valor promedio de la unidad agrícola versus la pérdida en la oferta de productos alimenticios producido por la unidad agrícola inundada	$V_p = P_s \times S_p$	V_p es la pérdida en la oferta de productos alimenticios; P_s es el valor promedio por unidad agrícola; y S_p es el unidad agrícola inundada
	Acuicultura	Valor de mercado	Aumento de ingresos por el cultivo producto de un proyecto hidroeléctrico que beneficia el cultivo en el embalse	$V_{peces} = \sum P_i \times Q_i$	V_{peces} es el ingreso por el cultivo de peces; P_i es el precio de mercado; y Q_i es la variación en la cantidad del cultivo de peces
	Producción forestal	Valor de mercado	El valor promedio de la unidad de bosques y las áreas de bosque inundada producen pérdida en la producción forestal	$V_{madera} = \sum P_i \times Q_i$	V_{madera} es la perdida en la producción maderera; Q_i es la variación en la cantidad de madera producida; y P_i es el precio de mercado
Transporte	Beneficios de transporte	Valor de mercado	La mejora en las distancias de las vías de transporte multiplicado por la reducción del costo de transporte es igual al incremento de los beneficios de transporte	$V_{trans} = \beta \times P_c \times L \times Q_c$	V_{trans} es el beneficio de transporte; P_c es la reducción de los costos de transporte; L es la mejora en las distancias de las vías de transporte; Q_c es el volumen anual de carga; y β es el coeficiente de intercambio
Energía hidroeléctrica	Generación de energía hidroeléctrica	Valor de mercado	El beneficio de la generación de energía hidroeléctrica, es el producto	$V_e = P_e \times Q_e$	V_e es el beneficio de la generación hidroeléctrica; P_e es la tarifa eléctrica; y Q_e es el promedio anual de la energía eléctrica

			multiplicador de la tarifa eléctrica y su cantidad promedio anual de la energía hidroeléctrica		generada.
Servicios de regulación					
Regulación del cauce	Beneficio de regulación de cauce fluvial	Precios sombra	El valor final de la protección a la agricultura se puede considerar como el beneficio del servicio de regulación del cauce fluvial	$V_{rio} = \gamma \times P_s \times S_f \times C_a$	V_{rio} es el beneficio agrícola producto de la regulación del cauce fluvial de los proyectos hidroeléctricos; γ es el coeficiente de intercambio; P_s es el valor promedio de la unidad agrícola; S_f es el área agrícola asegurada por unidad de embalse; y C_a es tamaño del embalse
Regulación hidrológica	Flujo de agua	Costo de oportunidad	El valor de oportunidad industrial creado por el agua, refleja la pérdida en el flujo de agua	$V_k = P_k \times L_k$	V_k es la pérdida del flujo de agua; P_k es el valor potencial de la industria creado por cada unidad de agua; y L_k es la reducción acumulada del volumen de abastecimiento de agua en época seca
Transporte pluvial	Sedimentación de embalses	Costo de restauración	El daño por la sedimentación de embalses es evaluado y el costo de extracción de los sedimentos	$V_r = P_r \times S_r \times Q_r$	V_r es la pérdida por la sedimentación de embalse; P_r es el costo de la extracción de sedimentos; S_r es la concentración de los sedimentos; y Q_r es la cantidad de sedimentos
	Formación de suelos por sedimentación	Costo de oportunidad	El valor de oportunidad perdido por las tierras de estuario refleja la formación de suelos perdida por la sedimentación	$V_g = P_g \times S_g$	V_g es la pérdida de valor de las tierras de estuario o la erosión de la línea de costa; P_g es el costo de oportunidad por unidad de tierra de estuario p de la línea de costera; y S_g es el área de los suelos de estuario erodidos o la línea costera
Conservación de suelos	Erosión de suelos	Costo de restauración	Los costos de restauración de suelos de suelos puede ser considerado como la función del valor del daño de la erosión de suelos	$V_h = P_h \times S_h$	V_h es la pérdida por la erosión de suelos; P_h es el costo unitario de restauración; y S_h es el aumento del área de suelos erosionados
	Riesgos geológicos	Costo de restauración	Costo de control de riesgos geológicos	$V_h = P_h \times S_h$	V_h es la pérdida generada por riesgos geológicos; P_h es el costo unitario de restauración; S_h es el incremento del área de

					riesgo geológico
Descontaminación ambiental	Calidad de las aguas de ríos	Precio sombra	El aire acondicionado puede reemplazar los servicios de la regulación del clima local. El consumo de energía del aire acondicionado puede considerarse como el valor de la regulación climática local	$V_c = P_c \times Q_c$	V_c es el beneficio de la regulación micro climática local; P_c es el precio del suministro eléctrico; y Q_c es el consumo eléctrico del aire acondicionado
Servicios culturales					
Valor estético del turismo	Recreación y entretenimiento	Costo de viaje	El costo de viaje al lugar turístico cercanos a una planta hidroeléctrica refleja el valor estético	$V_t = P_t \times Q_t$	V_t es el aumento de la utilidad de la recreación y el entretenimiento; P_t es el costo promedio de visitas por cada visitante; y Q_t es el aumento de visitantes
Educación e investigación científica	Educación e investigación científica	Precio sombra	La inversión en instalaciones de educación y el financiamiento a la investigación científica define el valor de la educación e investigación científica	$V_{ei} = \sum F_i$	V_{ei} es el valor de la educación e investigación científica; F_i es el promedio anual de inversión o financiamiento de programas de educación e investigación científica en el área

IV.2.6 Problemas Previstos para el Cálculo del VET en la Práctica

Las dificultades prácticas que se enfrenta empíricamente cuando se valora económicamente un ecosistema son considerables. Esto, no sólo por las complejidades propias de las metodologías a aplicar, sino que también, y principalmente, por las enormes limitaciones y carencias de información, estadísticas y datos indispensables para implementar estas metodologías. La verdad es que la información no existe en la mayoría de los casos y, cuando existe, es precaria y poco confiable.

IV.2.6.1. Interrelaciones entre los Bienes y Servicios Ecosistémicos

Una dificultad no menor para la valoración de los bienes y servicios ecosistémicos tiene que ver con que ellas incluyen ecosistemas cuyos componentes se encuentran interrelacionados, lo que es agravado por la falta de conocimientos sobre los componentes mismos. En efecto, como lo plantea Daily (1997), los beneficios provistos por los ecosistemas son ampliamente reconocidos pero escasamente entendidos. Esto hace que la observación y medición de los beneficios sea un tema no trivial. El desconocimiento de las relaciones entre diversos servicios ambientales de los ecosistemas es quizás uno de los problemas más difíciles para la aplicación de las metodologías de valoración económica, ya que implica desinformación respecto de cómo cambios en componentes del ecosistema se afectan entre sí.

El escaso conocimiento que existe de la compleja red de interrelaciones y causalidades entre los distintos bienes y servicios provistos por los diferentes ecosistemas puede generar entones vacíos en la valoración de los mismos y, con ello, dificultades para la correcta evaluación de políticas que afectan la provisión de los servicios ecosistémicos. Pueden entonces generarse efectos indeseados, derivados de acciones evaluadas sin un adecuado entendimiento de sus consecuencias o sus verdaderos costos y beneficios.

IV.2.6.2. El problema de la escala

La valoración económica puede presentar problemas crecientes a medida que aumenta la escala de análisis. Cuando el análisis involucra escalas reducidas, las cantidades a estimar y su valoración son más fáciles de identificar y calcular. A medida que la escala aumenta, las variaciones discretas de disponibilidad u oferta del recurso analizado pueden alterar su precio, con lo que el análisis se hace más complejo.

En general, la metodología de análisis será más aceptable mientras la valoración del bien o servicio en cuestión sea asimilable a cambios marginales que no involucren cambios discretos en los mercados. El análisis de variaciones marginales de la oferta de este bien o servicio, es decir, de variaciones que involucren cambios en cualquier dirección de la oferta pero que no produzcan alteraciones significativas del precio de equilibrio, no será problemático en general. Sin embargo, si el análisis implica variaciones discretas de la oferta hacia la izquierda de modo que esta tienda a cero, entonces el precio de mercado tenderá a infinito, con lo que la valoración del cambio estimado también tenderá a infinito.

Un aspecto relacionado con la escala del análisis tiene que ver con el alcance de los beneficios cuyo valor se estima. Algunos bienes y servicios provistos por los ecosistemas pueden tener efectos a grandes distancias de donde las áreas están localizadas. El alcance del beneficio se refiere entonces a su extensión espacial, y puede ser desde local, cuando los beneficios son recibidos por la población adyacente, hasta global, cuando los beneficios son recibidos por todos los habitantes del planeta

IV.2.6.3. Limitaciones del análisis de servicios ecosistémicos

El estado del arte para este enfoque del análisis de los servicios ecosistémicos, es uno que todavía se enfoca en servicios ecosistémicos que sean factibles de ser analizados en un ecosistema particular, debido a restricciones de datos, y no producto de la falta de consideración de los ecosistemas. Lamentablemente, las ciencias de la ecología y economía

no han desarrollado aún metodologías para evaluar sinergias, a lo que además se añade que en la práctica existe información para realizar dicho tipo de evaluación. Considerando la heterogeneidad presente dentro de los ecosistemas, la tarea se dificulta más para una correcta consideración de dichos efectos sinérgicos.

En este estudio se identifican los principales servicios ecosistémicos relacionados a la LGPA en la región de Aysén, para luego priorizarlos y proceder a estimar el flujo y valor económico de los servicios ecosistémicos priorizados. De esta manera, se considera la evaluación de los principales servicios ecosistémicos, y no del conjunto de servicios ecosistémicos asociados a la LGPA en Aysén. En este sentido, no es un análisis que considere todas las sinergias y *trade-off* posibles dentro de los ecosistemas hídricos de la región de Aysén. Ello es una limitación, dado que los servicios ecosistémicos pueden interactuar, de manera positiva o negativa, por lo que es necesario tomar en consideración las sinergias y *trade-off* entre servicios ecosistémicos.

Según Outeiro y Villasante (2013a y b) existen sinergias entre servicios ecosistémicos, las cuales se producen cuando los servicios interaccionan con otros servicios ecosistémicos y aumentan o disminuyen simultáneamente, mientras que también existen *trade-off* que ocurren cuando el aumento de un servicio ecosistémico provoca el descenso de otro diferente. Lamentablemente, estas sinergias y *trade-off* son complejas, las cuales pueden darse uni o bidireccionalmente, y la literatura de servicios ecosistémicos reconocer que es difícil determinar las causas de la relación y llegarlas a estimar.

El principal servicio ecosistémico que genera *trade-off* pareciera ser la acuicultura. Múltiples estudios muestran los impactos y costos ambientales que genera la acuicultura, salmonicultura en particular, a medio plazo en otras regiones de Chile, situaciones que pueden trasladarse a la región de Aysén. Buschmann et al., (2009) documenta el impacto de la salmónidos en los sistemas marinos de la región de Los Lagos, poniendo de manifiesto lo siguiente: a) incrementos de los depósitos de materia orgánica en el fondo marino, b)

aumento significativo de amonio y fosfato intersticial, c) el cobre en los sedimentos aumenta significativamente en sitios usados por la salmonicultura, d) la presencia de aves omnívoras, buceadoras y carroñeras aumenta significativamente en sitios con actividades de acuicultura. La dimensión biofísica de la acuicultura actividades es capaz de impactar los servicios de regulación (regulación biológica) y ambas tienen capacidad de ejercer presión en los recursos de provisión de especies hidrobiológicas nativas.

En adición, los salmónidos son especies exóticas en estas aguas interaccionen en la cadena trófica con las especies nativas. Asencio et al. (2008) afirman que las epidemias de la pulga del salmón han afectado las poblaciones de especies nativas tales como el róbalo patagónico. De los salmones escapados, algunos mueren, pero los otros comienzan a depredar el ambiente local, por ejemplo comiéndose las larvas y otras especies más pequeñas. Estas fugas no sólo perjudican a la fauna silvestre pues también indirectamente afecta de manera negativa al servicio de provisión natural de animales (peces, moluscos y crustáceos) para la pesca artesanal. Siefeld (2014) y Vianna et al. (2011) señalan que la expansión de la actividad acuícolas sobre ecosistemas de nutrias chilenas (huillín y chungungo) reduce la disponibilidad de alimentos para estas especies producto de la competencia alimenticia con salmones escapados. De la misma manera, se ha documentado que la “colonización” del hábitat de las nutrias chilenas por parte de la población humana ha presionado a la casi desaparición de estas especies en la zona centro-sur de Chile, cuestión que también comienza a repetirse en la Patagonia (Siefeld y Castilla, 1989; Medina, 1996). Esto último no es sólo exclusivo de la acuicultura sino que también ocurre con el servicio ecosistémico de provisión de recursos hidrobiológicos de pesca extractiva.

Todo lo anterior indica que la expansión del servicio ecosistémico de provisión de recursos hidrobiológicos para la acuicultura, y en menor medida de pesca extractiva, genera *trade-off* relevantes (efecto negativo) sobre el servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción.

En relación a los servicios ecosistémicos culturales, en la región de Los Lagos, Outiero y Villasante (2013b) encuentran evidencia de la existencia de conflictos entre empresas salmoneras y operarios de turismo producto de: matanza de lobos marinos, contaminación y presencia de basura en las áreas costeras y playas, contaminación paisajística y la presencia de salmones escapados de sus centros de cultivo en el medio acuático, lo que afecta sobre todo pesca recreativa. Los mismos autores señalan que el turismo se corresponde con el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos de regulación, biodiversidad y soporte, por tanto no se correspondería con usos extractivos, tales como la provisión de recursos hidrobiológicos tanto para la pesca extractiva como la salmonicultura.

Lo anterior destaca que sinergias positivas pueden encontrarse entre servicios ecosistémicos de regulación, provisión y culturales. De esta manera, el servicio ecosistémico de regulación de nutrientes y sedimentos permite la mantención de una calidad de los cuerpos superficiales de aguas continentales que garantiza la piscicultura y pesca recreativa, actividades asociadas a los servicios ecosistémicos de provisión y cultural, respectivamente. En adición, el servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción permiten la existencia de bancos naturales y zonas de reproducción de especies marinas que forman parte del sustento del servicio ecosistémico de provisión de recursos hidrobiológicos para la pesca extractiva. Asimismo, los hábitat y zonas de reproducción son elementos esenciales para el servicio ecosistémico cultural de turismo de uso experiencial del paisaje. Este último es una de las actividades que quiere potenciarse a nivel regional.

Como se ha señalado, el análisis propuesto, y su metodología en particular, no incorporan los *trade-off* y sinergias entre los servicios ecosistémicos estudiados. Ello sin duda podría generar sesgos en las estimaciones del valor del beneficio de estos servicios ecosistémicos. Sin embargo, esta limitación de la metodología es también aplicable a cualquier otra, en la medida que la información científica disponible para analizar *trade-off* y sinergias entre

servicios ecosistémicos no existe o no se encuentra disponible. Por ejemplo el impacto de un aumento de la provisión de recursos biológicos para la acuicultura en ecosistemas marino-costeros que impactan sobre el servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción para las especies chungungos y huillin sólo podría evaluarse con (i) mediante estudios de campo, evaluar físicamente el hábitat y densidad de estas especies antes de la expansión de la actividad acuícola sobre dichos hábitats; (ii) estudios de seguimiento para analizar el impacto sobre la población de nutrias nativas. Ninguna de esta información científica existe en la actualidad, dado que la mayor parte de los estudios de población de nutrias nativas datan de la década de los 80s y 90s, antes que el sector acuícola se expandiera en la región de Aysén. Por ello, sin disponer de funciones que midan el impacto de la expansión de un servicio ecosistémico en áreas geográficas de influencia sobre otros servicios, resulta una quimera pretender tener estimaciones físicas, y con ello económicas, de *trade-off* y sinergias.

Por otro lado, es evidente que los *trade-off* y sinergias generan cambios en los valores físicos y económicos (beneficios monetarios) asociados a los servicios ecosistémicos, pero identificar cualitativamente los sesgos muy posiblemente no provea direcciones confiables.

Regulación de nutrientes y sedimentos (Sinergia): una disminución del servicio ecosistémico de regulación de nutrientes y sedimentos afectaría negativamente los servicios ecosistémicos de provisión de recursos hidrobiológicos para la acuicultura y turismo con uso de recursos hídricos, tanto física como económicamente. Una mayor carga de nutrientes y sedimentos empeora la calidad de los cuerpos de aguas superficiales continentales, y con ello impacta negativamente sobre la piscicultura, insumo de la acuicultura, y la disponibilidad de peces para pesca recreativa, con la consiguiente caída en la curva de oferta económica de servicios. Dada una demanda completamente elástica de la acuicultura (producto del libre comercio internacional) y el turismo de pesca recreativa, ello se traduciría en una disminución de valor económico de ambos servicios ecosistémicos. Con una reducción del servicio ecosistémicos de regulación de nutrientes y sedimentos,

habría un sesgo positivo (sobre-estimación) en los valores de beneficios de los servicios ecosistémicos de provisión de recursos hidrobiológicos para la acuicultura y turismo con uso de recursos hídricos.

Provisión de recursos hidrobiológicos para la acuicultura (*trade-off*): un aumento de la provisión de recursos hidrobiológicos para la acuicultura, mediante la expansión de la actividad acuícola, afectaría negativamente los servicios ecosistémicos de provisión de recursos hidrobiológicos para la pesca, turismo con uso de recursos hídricos y mantención de hábitat y reproducción. En los dos primeros casos se podría observar una reducción del flujo físico y valor económico (beneficio) del servicio ecosistémico, pero en el último caso el efecto puede ser ambiguo en términos económicos. Por ejemplo, una reducción de hábitat de especies protegidas, con su consecuente disminución, situaría a la especie en una situación de mayor precariedad, con lo cual el valor de sanción para dichas especies aumentaría. La disminución de la cantidad física de especies en protección y el aumento de su valor social tendrían un efecto ambiguo sobre el valor económico (beneficio) del servicio ecosistémico de mantención de hábitat y protección.

IV.3 Valoración Económica de los Servicios Ecosistémicos Seleccionados

IV.3.1 Provisión de Recursos Hidrobiológicos de Pesca Artesanal e Industrial

IV.3.1.4. Metodología y técnica de valoración

El servicio de provisión de recursos hidrobiológicos por pesca artesanal e industrial *in situ* aporta importantes beneficios económicos a la región. Esta actividad incluye la pesca industrial, artesanal y en tercer orden la actividad extractiva para el autoconsumo.

La pesca industrial se caracteriza por estar compuestas por embarcaciones de más de 50 toneladas y la pesca artesanal está compuesta por embarcaciones pequeñas y medianas no mayores de 50 toneladas y con un límite de distancia de pesca de 5 millas.

Los beneficios que este servicio aporta a la sociedad son los ingresos percibidos por la comercialización de los productos pesqueros y pueden ser valorados con la disposición a pagar de la sociedad por los productos comercializados y consumidos, es decir el precio de mercado, este incluye el valor del recurso y todos los costos incurridos en su captura o extracción y refleja la interacción de la oferta y la demanda.

Existen diferentes metodologías para valorar este servicio de provisión, una de ellas es determinar la función de producción tanto de la pesca industrial como artesanal, que es difícil por el número de actores que involucra (sólo la pesca industrial en el año 2009 se componía de 223 embarcaciones). La participación de muchos actores en el mercado, complica la colección de datos y estadísticas para la confección de las funciones de producción de cada actor, las que posteriormente se deben agregar para obtener la producción total y poder calcular el beneficio total del servicio.

Por esta razón, la forma más directa de realizar el cálculo es a través del uso del precio de mercado de los productos comercializados (precio de exportación y precio al consumidor). Además, es necesario también contar con las estadísticas de los desembarques efectuados por especies.

El total de pesca anual es la suma de los desembarques de la pesca industrial y artesanal, por cada una de las especies obtenidas, lo que se puede expresarse sintéticamente de la siguiente forma:

$$CF_{Tot} = \sum_{i=1}^n \sum_{e=1}^k CFI_i E_e + \sum_{j=1}^m \sum_{e=1}^k CFA_j E_e$$

En donde:

CF_{Tot} = Pesca total;

CFI_i = Pesca Total del pesquero industrial i , $i= 1, \dots, n$

CFA_j = Pesca del pescador artesanal j , $j=1, \dots, m$

E_e = tipo de especie pescada, donde $e= 1, \dots, k$

El precio de mercado de cada especie (P_e), multiplicada por la pesca total de cada especie realizada por cada uno de los actores, da como resultado el beneficio total (BF_{Tot}) obtenido por este servicio de provisión de pesca, es decir:

$$BF_{Tot} = \sum_{i=1}^n \sum_{e=1}^k CFI_i E_e p_e + \sum_{j=1}^m \sum_{e=1}^k CFA_j E_e p_e$$

La información fue obtenida mediante una solicitud vía Sistema Integrado de Atención Ciudadana (SIAC) al Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) de la región de Aysén, los datos solicitados se indican en la Tabla 15. Los precios de mercado de los productos a valorar son los disponibles en el Terminal Pesquero de Santiago entre la última semana de noviembre del 2015 y la segunda semana de diciembre del mismo año.

Tabla 15. Datos solicitados a SERNAPESCA

INFORMACIÓN SOLICITADA	FECHA DE ENTREGA	RESOLUCIÓN
Áreas de manejo de recursos bentónicos (AMERB) activas al año 2015.	19/11/2015	ORD./XI/Nº 10776
Precios Primera Transacción (o precios playa), de especies desembarcadas en la Región de Aysén.	19/11/2015	ORD./XI/Nº 10779
Desembarque de la pesca artesanal, desagregados por especie y localidad.	19/11/2015	ORD./XI/Nº 10780
Extracción pesquera industrial en Aysén, desagregados por especie, comuna y puerto de desembarque (dentro y fuera de la región).	20/11/2015	ORD./XI/Nº 10846

Fuente: Elaboración propia

IV.3.1.5. Estimación del flujo y valor económico del servicio de provisión de recursos hidrobiológicos de pesca artesanal e industrial

Como se señaló en la sección de metodologías de valoración económica, se ha valorado el servicio ecosistémico de provisión de recursos hidrobiológicos de pesca artesanal e industrial utilizando precios de mercado. Los precios de mercado de los productos a valorar son los disponibles en el Terminal Pesquero de Santiago entre la última semana de noviembre del 2015 y la segunda semana de diciembre del mismo año. Como es posible ver, no se dispone de una base de precios anual, lo cual podría implicar algún sesgo por el uso de precios promedio de los últimos 2 meses del año 2015. Sin dicha información, se ha analizado la información disponible del Anuario de Pesca para precios playa mensual y anual para los años 2012 y 2013. Una comparación de los promedios de noviembre-diciembre con el promedio anual puede proporcionar alguna indicación del eventual sesgo provocado por usar el promedio de estos meses (asumiendo que la variación en precios playa se ve trasladada a variaciones en precios finales al consumidor). Para los 10 recursos con mayor extracción y valor del servicio ecosistémico (almeja; centolla; congrio dorado; erizo; jaiba marmolada; lapa reina; merluza austral; luga negra; luga roja; y sardina austral) se observa un comportamiento muy similar de los precios playa para el promedio

noviembre-diciembre respecto al promedio anual en el año 2013; mientras que en año 2012 esa similitud se mantiene para la mayor parte de los recursos a excepción de la jaiba marmolada y luga negra y roja (donde el valor noviembre-diciembre es casi el doble que el promedio anual). Esto último puede haberse debido a un *shock* de corto plazo para dichos recursos (mayor escasez), por lo que podría esperarse que no hubiera un sesgo importante resultado de usar el valor promedio noviembre-diciembre de precios para los recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal e industrial.

Para la valoración unitaria del servicio se ha utilizado el precio al consumidor final, debido a que de acuerdo a la metodología acordada con la contraparte técnica del mandante el valor del servicio ecosistémico debe reflejar todo el aporte que el servicio entrega a Chile, pasando por toda la cadena productiva hasta que llega al consumidor y el producto es consumido. El precio playa subestima el valor económico total, porque no incluye los excedentes económicos generados en los eslabones finales de la cadena de comercialización y distribución⁴³. Los precios al consumidor de los distintos productos incluidos en la valoración económica realizada se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16. Precios de Productos Marinos

ESPECIE	PRECIO PLAYA	PRECIO CONSUMIDOR	PRECIO MAYORISTA	VALOR DE SANCIÓN
	(\$ pesos/ kg)			
Almeja	400	1.000	625	993
Blanquillo		2.000		
Cabrilla común				1.240
Caracol palo palo		2.500		796
Caracol tegula				796
Centolla	2.400	20.000		3.098
Cholga	140	1.000	500	386
Chorito	140	1.000	400	170

⁴³ El precio playa constituye una alternativa metodológica posible de emplear, pero que no es recomendable utilizar debido a las mayores dificultades conceptuales y técnicas de interpretación que presenta frente al método usual de valor económico social estimado con precios al consumidor final. Este es uno de los argumentos por lo que en conjunto con la Contraparte Técnica del Estudio se acordó desechar esta alternativa metodológica.

ESPECIE	PRECIO PLAYA	PRECIO CONSUMIDOR	PRECIO MAYORISTA	VALOR DE SANCIÓN
Choro	140	1.500		170
Congrio colorado	1.200	5.500	3.500	
Congrio dorado	1.200	5.000	3.800	
Corvina		5.500		
Culengue	250	625		600
Erizo	280	700	450 c/u	579
Jaiba marmola	270	675		579
Jaiba mora		675	600 c/u	579
Jaiba remadora		675		579
Lapa negra				1.888
Lapa reina				1.888
Lenguado		9.000		
Luche				332
Luga cuchara o corta				418
Luga negra o crespá	160			418
Luga-roja	250			418
Merluza de cola		1.500		
Merluza de tres aletas		1.400		
Merluza del sur o austral	1.100	3.000	1.800	1.600
Pejerrey de mar		2.000	1.500	773
Pelillo	60			76
Picoroco		2.000		
Piure		4.000	20.00	
Pulpo del sur	1.100	4.500	3.200	
Puye	8.500		6.300	11.755
Raya volantín	1000	3.500		
Reineta	700	2.200	1.500	
Robalo	700	1.500	1.700	
Rollizo		2.500	2.000	
Salmón del atlántico		4.500	3.500	
Salmón plateado o coho		4.500	3.500	
Sardina austral	50	150		
Sierra		1.800	800	
Trucha arcoíris		4.500		

Fuente: Elaboración propia en base a información del Terminal Pesquero de Santiago.

La información de capturas de especies corresponde a la proporcionada por SERNAPESCA. Se divide en tres fuentes: pesca artesanal, pesca industrial y captura de peces en la región de Aysén que es desembarcada en puertos fuera de la Región.

En el caso de la pesca artesanal, la información se divide en 3 comunas que actúan como puertos receptores. En las Tablas 17, 18 y 19 entrega la información de desembarques junto con el valor económico, a precios de consumidor, de dichos desembarques.

Tabla 17. Comuna de Aysén: desembarques por especie; 2014

ESPECIE	TIPO	DESEMBARQUES	VALOR PRODUCCIÓN
		(ton)	(millones de \$ pesos)
Almeja	Bentónico	59,64	89,45
Blanquillo	Pelágico	0,03	0,06
Cabrilla común	Demersal	0,02	0,02
Cabrilla española	Demersal	0,03	0,04
Caracol locate	Bentónico	0	0
Caracol palo palo	Bentónico	0,08	0,19
Centolla	Bentónico	43,32	866,38
Cholga	Bentónico	31,84	31,84
Chorito	Bentónico	9,81	9,81
Choro	Bentónico	23,62	35,43
Congrio colorado	Demersal	2,04	11,22
Congrio dorado	Demersal	52,85	264,27
Congrio negro	Demersal	0	0
Corvina	Demersal	0	0
Culengue	Bentónico	103,17	64,48125
Erizo	Bentónico	369,41	258,59
Jaiba marmola	Bentónico	1.372,43	926,39
Jaiba mora	Bentónico	0	0
Jaiba panchote	Bentónico	0,05	0,03
Jaiba remadora	Bentónico	0	0
Lapa negra	Bentónico	0	0
Lapa reina	Bentónico	175,83	331,97
Merluza austral	Demersal	151,19	453,56
Lenguado	Bentónico	0	0
Luche	Alga	0	0

ESPECIE	TIPO	DESEMBARQUES	VALOR PRODUCCIÓN
		(ton)	(millones de \$ pesos)
Luga cuchara	Alga	0	0
Luga negra	Alga	0	0
Luga-roja	Alga	0	0
Pejerrey de mar	Pelágico	16,69	33,38
Picoroco	Bentónico	0	0
Pulpo del sur	Bentónico	0	0
Puye	Pelágico	0	0
Raya volantín	Bentónico	1,07	3,73
Reineta	Pelágico	0,32	0,7
Robalo	Demersal	44,37	66,55
Rollizo	Demersal	0,52	1,3
Sardina austral	Pelágico	4.278,05	641,71
Sardina común	Pelágico	0,12	0,02
Sierra	Pelágico	0,35	0,64
Total		6736,85	4091,76

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Comuna de Cisnes: desembarques por especie; 2014

ESPECIE	TIPO	DESEMBARQUES	VALOR PRODUCCIÓN
		(ton)	(millones de \$ pesos)
Almeja	Bentónico	0	0
Blanquillo	Pelágico	0	0
Cabrilla común	Demersal	0,03	0,03
Cabrilla espanola	Demersal	0	0
Caracol locate	Bentónico	0	0
Caracol palo palo	Bentónico	0	0
Centolla	Bentónico	0,03	0,6
Cholga	Bentónico	0	0
Chorito	Bentónico	0	0
Choro	Bentónico	0	0
Congrio colorado	Demersal	0,3	1,65
Congrio dorado	Demersal	34,26	171,3
Congrio negro	Demersal	0	0
Corvina	Demersal	0,02	0,08
Culengue	Bentónico	5,46	0
Erizo	Bentónico	0,1	0,07

ESPECIE	TIPO	DESEMBARQUES	VALOR PRODUCCIÓN
		(ton)	(millones de \$ pesos)
Jaiba marmola	Bentónico	8,42	5,69
Jaiba mora	Bentónico	0	0
Jaiba panchote	Bentónico	0	0
Jaiba remadora	Bentónico	0,66	0,45
Lapa negra	Bentónico	0	0
Lapa reina	Bentónico	0	0
Merluza austral	Demersal	890,01	2.670,03
Lenguado	Bentónico	0,05	0,41
Luche	Alga	0	0
Luga cuchara	Alga	0	0
Luga negra	Alga	0	0
Luga-roja	Alga	0	0
Pejerrey de mar	Pelágico	7,07	14,13
Picoroco	Bentónico	0	0
Pulpo del sur	Bentónico	0	0
Puye	Pelágico	1,09	12,86
Raya volantín	Bentónico	3,76	13,15
Reineta	Pelágico	0,16	0,35
Robalo	Demersal	8,47	12,7
Rollizo	Demersal	0,03	0,08
Sardina austral	Pelágico	2,5	0,38
Sardina común	Pelágico	0	0
Sierra	Pelágico	0	0
Total		962,42	2903,96

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Comuna de Guaitecas: desembarques por especie; 2014

Especie	Tipo	Desembarques	Valor producción
		(ton)	(Millones de \$ pesos)
Almeja	Bentónico	132,02	198,03
Blanquillo	Pelágico	0	0
Cabrilla común	Demersal	0,02	0,03
Cabrilla española	Demersal	0	0
Caracol locate	Bentónico	0,19	0,48
Caracol palo palo	Bentónico	0,47	1,16
Centolla	Bentónico	13,09	261,8

Especie	Tipo	Desembarques	Valor producción
		(ton)	(Millones de \$ pesos)
Cholga	Bentónico	0,82	0,82
Chorito	Bentónico	0	0
Choro	Bentónico	0,23	0,35
Congrio colorado	Demersal	0,03	0,17
Congrio dorado	Demersal	0	0
Congrio negro	Demersal	0,01	0,03
Corvina	Demersal	0	0
Culengue	Bentónico	5,49	3,43
Erizo	Bentónico	8.044,28	5.630,99
Jaiba marmola	Bentónico	5,03	3,39
Jaiba mora	Bentónico	18,56	12,53
Jaiba panchote	Bentónico	0	0
Jaiba remadora	Bentónico	0	0
Lapa negra	Bentónico	3,49	6,58
Lapa reina	Bentónico	12,31	23,24
Merluza austral	Demersal	0	0
Lenguado	Bentónico	0,02	0,18
Luche	Alga	0,02	0,01
Luga cuchara	Alga	1,2	0,5
Luga negra	Alga	886,32	370,48
Luga-roja	Alga	2.479,51	1.036,43
Pejerrey de mar	Pelágico	0,05	0,1
Picoroco	Bentónico	0,02	0,04
Pulpo del sur	Bentónico	3,71	16,68
Puye	Pelágico	0,06	0,71
Raya volantín	Bentónico	0	0
Reineta	Pelágico	0	0
Robalo	Demersal	1,46	2,18
Rollizo	Demersal	0	0,01
Sardina austral	Pelágico	0	0
Sardina común	Pelágico	0	0
Sierra	Pelágico	0,47	0,84
Total		11608,88	7571,19

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 20 se presenta una síntesis de los resultados de la valoración económica realizada por tipo de especie y por comuna, además de los totales regionales, para el servicio ecosistémico de provisión de recursos hidrobiológicos de pesca artesanal.

Tabla 20. Región de Aysén: valor económico del servicio ecosistémico de provisión recursos hidrobiológicos para la pesca del sector artesanal; 2014

RECURSO	COMUNA			Total
	Guaitecas	Cisnes	Aysén	
	(Millones de \$)			
Alga	1.407,42	0	0,00	1.407,42
Bentónico	6.159,70	20,37	2618,29	8.798,36
Demersal	2,42	2855,87	796,96	3.655,25
Pelágico	1,65	27,72	676,51	705,88
TOTAL	7.571,19	2.903,96	4.091,76	14.566,91

Fuente: Elaboración propia

El valor económico del servicio ecosistémico de provisión de recursos hidrobiológicos para la pesca artesanal en la región de Aysén alcanza a \$ 14.567 millones. Es posible observar que la comuna de Guaitecas concentra la mayor proporción (52,0%) de este valor, seguida por la comuna de Aysén (28,1%). En términos del tipo de recurso hidrobiológico, las especies bentónicas son las principales contribuyentes (60,4%), concentradas en la comuna de Guaitecas (42,3% del total del valor del servicio ecosistémico). Por otro lado, el aporte de las especies demersales alcanza al 25,1% y se concentra casi en su totalidad en la comuna de Cisnes, la cual tiene el 70% de dicho porcentaje. Las algas contribuyen con el 9,7% del valor del servicio ecosistémico para este sector y se localiza en su totalidad en la comuna de Guaitecas. Finalmente, las especies pelágicas son las que en menor medida contribuyen al servicio ecosistémico de provisión de recursos hidrobiológicos (4,9%) del total, concentrado principalmente en la comuna de Aysén.

Respecto al sector industrial, la Tabla 21 muestra los resultados para el valor económico del servicio ecosistémico de provisión recursos hidrobiológicos de pesca para este sector.

Tabla 21. Región de Aysén: valor económico del servicio ecosistémico de provisión recursos hidrobiológicos para la pesca del sector industrial; 2014

ESPECIE	Desembarque	Valor Económico
	(ton)	(Millones de \$)
Cojinoba Moteada	581,79	2.035,9
Merluza de Cola	11.838,91	17.758,4
Merluza del Sur	2.859,95	8.579,9
Reineta	12,46	27,4
Otros	2.869,83	0,0 ^a
TOTAL	1.237,87	28.401,6

(a) No valorado.

Fuente: Elaboración propia.

El valor ecosistémico de provisión de recursos hidrobiológicos para la pesca industrial en la región de Aysén alcanza al menos \$ 28.402 millones de pesos. Esto representa un piso, como no ha sido posible valorizar, debido al problema de desagregación, 2.869 toneladas de otras especies capturadas por la pesca industrial. Del total valorizado, es posible observar que la merluza de cola es la especie que aporta la mayor proporción (62,5%) al valor económico del servicio ecosistémico de provisión de recursos hidrobiológicos para la pesca industrial, seguida por la merluza del sur (30,2%). La contribución de la especie reineta es marginal.

Finalmente, existen algunas embarcaciones que realizan pesca en la región de Aysén, pero que realizan desembarques fuera de la Región de Aysén. Estos recursos también deben ser considerados como parte del beneficio ecosistémico de provisión de recursos hidrobiológicos de la Región. Los resultados son presentados en la Tabla 22.

Tabla 22. Región de Aysén: valor económico del servicio ecosistémico de provisión de recursos hidrobiológicos para la pesca del sector industrial desembarcados fuera de la Región; 2014

PUERTO DE DESEMBARQUE	ESPECIE	DESEMBARQUE	VALOR ECONÓMICO
		(ton)	(Millones de \$)
Talcahuano	Merluza del Sur o Austral	20,10	60,31
Talcahuano	Merluza de Cola	119,00	178,50
Talcahuano	Reineta	0,36	0,79
TOTAL		139,46	239,60

Fuente: Elaboración propia.

Comparado con el valor económico del servicio ecosistémico de provisión de recursos hidrobiológicos para la pesca artesanal y la pesca industrial de la región de Aysén desembarcados en la misma Región, las capturas realizadas en la Región pero cuyo desembarque se realiza en el puerto de Talcahuano aportan una proporción menor al valor económico total del servicio ecosistémico, concentrándose además en la especie merluza de cola.

En síntesis, el valor servicio ecosistémico de provisión recursos hidrobiológicos se resumen en la Tabla 23.

Tabla 23. Región de Aysén: valor económico del servicio ecosistémico de provisión recursos hidrobiológicos para la pesca de los sectores artesanal e industrial desembarcados dentro y fuera de la Región; 2014

RECURSO	SECTOR			TOTAL
	ARTESANAL	INDUSTRIAL		
	Regional	Regional	Extraregional	
	(millones de \$)			
Alga	1.407,4	0,0	0,0	1.407,4
Bentónico	8.798,4	0,0	0,0	8.798,4
Demersal	3.655,3	28.374,2	238,8	32.268,3
Pelágico	705,9	27,4	0,8	734,1
TOTAL	14.566,9	28.401,5	239,6	43.208,0

Fuente: Elaboración propia

De este modo, el valor total de este servicio ecosistémico alcanza los \$43.208 millones en el año 2014. De ellos, el 65,7% se concentra en el sector industrial, el 33,7% en el sector artesanal y el resto en pesca extraregional. Las especies demersales representan el 74,7% del total, seguidas por las especies bentónicas con un 20,4%.

IV.3.2 Provisión de Recursos Hidrobiológicos de Acuicultura

IV.3.2.1. Metodología y técnica de valoración

Al igual que el beneficio ecosistémico de provisión de recursos hidrobiológicos de pesca artesanal e industrial, para el caso de la provisión de recursos hidrobiológicos de acuicultura se ha utilizado la valoración a precios de mercado. En este caso particular, las especies cosechadas corresponden principalmente a salmón y trucha arco iris, las cuales son mayormente exportadas y cuyos precios en el mercado nacional se encuentran en paridad con los precios internacionales de exportación (FOB). El precio FOB utilizado corresponde al promedio ponderado del precio de exportación, año 2015, que considera salmón fileteado fresco o refrigerado, filete de salmón congelado, los demás salmones refrigerados, los demás salmones congelados, y salmón ahumado. Lo mismo se aplicó para la trucha.

De esta manera, el beneficio total (BF_{Tot}) obtenido por este servicio de provisión de la acuicultura es el valor de producción de la cantidad cosechada, es decir:

$$BF_{Tot} = \sum_{i=1}^n \sum_{e=1}^k CFI_i E_e p_e$$

En donde:

CFI_i = Cosecha Total del Productor Acuícola i , $i = 1, \dots, n$

E_e = tipo de especie pescada, donde $e = 1, \dots, k$

Esta información se obtuvo por dos vías:

- i. Solicitud de datos de cosecha de Salmones por las empresas de la Región de Aysén el año 2015, solicitado vía SIAC a SERNAPESA. La información fue transferida el día 02/11/2015 mediante ORD./XI/Nº 10939; y,
- ii. Información sobre la producción empresas piscícolas, obtenida a partir de las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA), presentadas por estas empresas al Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (SEA), donde se especifica la producción máxima anual de las pisciculturas. La información se extrajo de los informes disponibles en línea en www.sea.gob.cl.

IV.3.2.2. Estimación del flujo y valor económico del servicio de provisión de recursos hidrobiológicos de la acuicultura

El valor del servicio ecosistémico de provisión de recursos hidrobiológicos para la acuicultura es valorado económicamente a precio del mercado internacional, particularmente para las especies salmón y trucha, donde se utiliza el precio F.O.B dado que éste refleja el valor del recurso antes de salir del país, y recibido por el último ente en la cadena productiva, el productor nacional.

El precio utilizado es un promedio ponderado del valor de cada tonelada cosechada por especie (salmon y trucha) basado en los precios F.O.B del año 2015 para exportaciones de los productos fresco enfriado, congelado y ahumado en base a la información de los Indicadores de Comercio Exterior Enero 2016 del Banco Central de Chile. Para cada especie, se calculó la cosecha y producción asociada a cada producto en las regiones X y XI en base a información del Anuario de SERNAPESCA (último año disponible 2014). Cabe señalar que la mayor parte de las plantas elaboradoras de productos de la acuicultura se ubican en la X región, de ahí la relevancia de considerarla en este análisis. Luego, el precio promedio ponderado considera las participaciones de cada tipo de producto en su

producción respecto de la producción total (agregado para regiones X y XI) y los precios de exportación de cada tipo de producto. Para transformarlos a precios de cosecha se considera un factor de ajuste (toneladas de cosecha/toneladas de producción) el cual divide el precio de producción para obtener el precio de cosecha. No se esperaría un sesgo resultante de valorar a precio promedio ponderado F.O.B toda la cosecha de la acuicultura, en la medida que los precios de consumo para el mercado doméstico no sean muy diferentes a dicho precio F.O.B. Tal como muestra la Tabla 24, el precio por kg F.O.B varía entre \$3.690 y \$4.481, los cuales son precios no sustancialmente diferentes de los observados en el terminal pesquero de Santiago, por ejemplo.

De este modo, contando con la producción de cosecha de salmón y trucha arcoíris, se puede estimar el valor de este servicio ecosistémico, cuyos resultados son mostrados en la Tabla 24.

Tabla 24. Región de Aysén: valor económico del servicio ecosistémico de provisión recursos hidrobiológicos para acuicultura; 2014 (valorada a precios del 2015)

ESPECIES	PRODUCCIÓN	PRECIO	VALOR PRODUCCION
	(ton/Año)	(\$/ton)	(Millones de \$)
Salmón del atlántico	341.594	\$ 3.692.959	1.261.493
Salmón plateado o coho	32.071	\$ 3.800.248	121.878
Trucha arcoíris	73.858	\$ 4.481.270	330.978
Total	447.523		1.714.348

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 24 es posible observar que la mayor parte del valor del servicio de provisión de recursos hidrobiológicos para la acuicultura proviene de la cosecha del salmón del atlántico, que con \$ 1,261 billones de pesos concentra el 73,5% del total del valor económico de ese servicio ecosistémico.

IV.3.3 Regulación de nutrientes y sedimentos provenientes de las cuencas hacia los cursos y cuerpos de agua

IV.3.3.1. Metodología y técnica de valoración

La región de Aysén se caracteriza por poseer masas de agua muy prístinas debido a sus bajísimas concentraciones de nitrógeno, fosforo y sedimentos (excepto por el río Baker para el caso de sedimentos). Esto hace que sean de gran valor para industrias como la piscicultura (principalmente de salmones) y las actividades turísticas no-consuntivas tales como la pesca recreativa, puesto que los peces suelen preferir aguas de este tipo. El medio natural de Aysén presta un servicio ecosistémico al proveer aguas con bajas concentraciones de nutrientes, lo que se debe principalmente a la capacidad de los bosques de la cuenca de absorber nutrientes. La concentración de nutrientes tendría que ser muy alta para ser arrastrada por dilución a los cursos y cuerpos de agua, y así afectar la vida acuática. En comparación, la remoción en masa de suelo, puede arrastrar grandes cantidades de sedimento y nutrientes contenidos en el suelo, y de esta forma afectar la calidad del agua de forma más significativa. Este fenómeno, puede ser más significativo en la zona debido a la topografía abrupta que presenta. De este modo, el análisis realizado se ha enfocado en el beneficio ecosistémico de regulación de nutrientes y sedimentos, específicamente en la retención de sedimentos por parte de la zona boscosa contigua a los cauces.

En el análisis de la Norma Secundaria de Calidad de Aguas Superficiales para la cuenca del río Aysén se señala que la mantención de la calidad de las aguas de la cuenca del río Aysén se debe principalmente a la existencia de una cubierta vegetal (bosque nativo) y biota del suelo que cumple la función de retener el suelo previniendo la erosión y la sedimentación (Oyarzun et al. 2005). La biota del suelo, además, cumple la función de inmovilizar y ciclar nutrientes, evitando así que escurran hacia los cuerpos de agua.

Debido a que no hay mediciones en Chile sobre la capacidad de los ecosistemas de una cuenca para mantener la estructura de los primeros horizontes de suelo, es necesario utilizar modelos geográficos que permiten estimar estos flujos en función de datos secundarios, se considera que la pérdida de suelo por acción erosiva hídrica es relevante de analizar pues genera la remoción de partículas de suelo superficial que es donde se presenta la principal reserva y disponibilidad de nutrientes de los suelos (Izaurre et al, 2006).

La pérdida de suelo por erosión hídrica genera una serie de efectos en cadena que afectan tanto la calidad del suelo como del agua. El agua al escurrir por la cuenca, arrastra partículas de suelo y nutrientes que por gravedad transporta a las zonas bajas de las cuencas, llegando en muchos casos a ríos y arroyos, el material arrastrado se sedimenta y rellena cauces generando en este proceso: turbidez en el agua, aumento de la concentración de nutrientes y aumento de la probabilidad de embancamiento de los cursos de agua. Estos efectos pueden impactar tanto la calidad como la cantidad de los servicios ecosistémicos que proveen los cursos de agua. La turbidez afecta la dureza del agua y la disponibilidad de luz en el cauce, entre otros procesos que degradan el hábitat de los organismos que allí habitan. Además, el aumento en la concentración de nutrientes puede generar desequilibrios bioquímicos pues propicia el florecimiento de algas que pueden, en casos extremos, eutrofizar cuerpos de agua. Por otra parte la sedimentación de las partículas de sedimento en el lecho disminuye la profundidad del río aumentando los riesgos de inundación y en casos extremos, imposibilita la navegación como ya ocurrió a principios del siglo 20 en algunos cursos de agua de la región de Aysén (Yarrow y Torres-Gómez, 2008).

Para la cuantificación de la pérdida de suelo en la región se utilizó al Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (RUSLE, por sus siglas en inglés), la cual permite estimar las toneladas de suelo por hectárea que se pierden por acción erosiva de la lluvia. Esta ecuación es uno de los métodos más utilizados a nivel mundial para estimar pérdidas de

suelo, debido a sus buenos resultados en sistemas de montaña y la facilidad de su aplicación en sistemas de información geográfica, permitiendo la obtención de los resultados de forma espacialmente explícita (Rodríguez y Suárez, 2009).

Esta estimación se basa en 5 factores que se integran en la siguiente ecuación:

$$A = K * R * LS * C * P$$

Donde,

A, es la pérdida de suelo promedio anual [t/ha*año].

R, es el factor erosividad por lluvias [MJ/ha*mm/hr]. Se refiere a un factor pluviosidad-escorrentía, que se mide en base a la intensidad de las precipitaciones en la zona de estudio.

K, es el Factor erodabilidad o susceptibilidad del suelo a la pérdida de suelo [t/ha.MJ*ha/mm*hr]. Su valor depende de la textura superficial, la estructura, la permeabilidad y del contenido de materia orgánica del suelo.

LS, es el factor topográfico, representa el flujo acumulado de agua en base a la pendiente y la distancia entre el punto donde inicia el escurrimiento de agua cuando llueve hasta donde se encuentra con un curso definido.

C, es el factor que representa el tipo de uso o cobertura del suelo.

P, es el factor de prácticas de conservación tendientes a disminuir la pérdida de suelo.

La informa para el cálculo de estos factores se obtuvieron de diferentes fuentes de información pública:

- i. La cartografía de Erosividad (R) y Erodabilidad (K), se descargó directamente del sistema de Infraestructura de Datos Geoespaciales del Ministerio del Medio Ambiente⁴⁴.
- ii. La cartografía de uso de suelo para el cálculo del factor C, se obtuvo del mapa de usos de suelo de la Región de Aysén (actualización 2011), disponible en el sistema de Infraestructura de Datos Geoespaciales del Gobierno regional de Aysén⁴⁵.
- iii. El mapa topográfico para el cálculo del factor LS, fue entregado por DIPLADE-Aysén, vía oficio.

El cálculo de este factor ha permitido tener una estimación bajo dos escenarios diferentes, uno con la cobertura de vegetación actual y un segundo escenario en el caso hipotético que disminuyera la cobertura vegetal en la región, con el fin de representar la relevancia de la gestión de los ecosistemas de las cuencas para mantener los servicios ecosistémicos que prestan los cursos y cuerpos de agua continentales.

Para valorizar la pérdida de suelos entre los escenarios 1 y 2 se considera la utilización de humedales construidos. En la revisión de literatura se ha encontrado que la actividad silvoagropecuaria es uno de los principales sectores que contribuyen a la contaminación por sedimentos y nutrientes en las aguas dulces, sobre todo en forma de contaminación difusa (Ulen et al., 2007). Esta contaminación de fuentes no puntuales es difícil de medir y mitigar debido a que se distribuye ampliamente a lo largo de una cuenca. La construcción de humedales es una opción para reducir la pérdida de sedimentos y nutrientes de las cuencas, además de proporcionar otros servicios de los ecosistemas, razón por la cual se usan para la mitigación de la contaminación difusa (por ejemplo Braskerud, 2002; Braskerud et al, 2005; Millhollon et al, 2009).

⁴⁴ <http://www.ide.mma.gob.cl>

⁴⁵ <http://www.ide.cl/ayesen/>

Aunque Millhollon et al. (2009) recomendaron que los humedales deben ocupar en torno al 2% de la zona de captación, Braskerud (2002) mostró que los humedales más pequeños, que ocupan sólo 0.03% a 0.4% de la cuenca, podrían ser eficaces si se ubican estratégicamente en la cuenca. Ockenden et al. (2012) estudian la efectividad y costos del uso de pequeños humedales y de humedales intensivamente cultivados en el paisaje hídrico del Reino Unido. Se evalúa la cuantificación de los sedimentos y nutrientes que se acumularon dentro este tipo de humedales. Estos autores reportan resultados iniciales relacionados con dos años de acumulación de sedimentos en los humedales de los ensayos. Humedales que funcionan como trampas de sedimento fueron utilizados en los períodos 2010/11 y 2011/12. En agosto de 2011 y agosto de 2012, estas trampas de sedimentos fueron sacadas y se secaron para determinar la masa de sedimentos atrapados. La mayor masa de sedimento acumulado ocurrió en Whinton Hill (suelo arenoso), con un total combinado de aproximadamente 70 toneladas de sedimentos en los tres humedales en este sitio durante 3 años. Los resultados para este sitio son presentados en la Tabla 25.

Tabla 25. Resultados del estudio de campo “aplicación de humedales para captación de sedimentos en UK”

Sitio	Nombre	Sedimento atrapado 2009/2010 (ton/año)	Sedimento atrapado 2010/2011 (ton/año)	Área de contribución (has)	Tasa atrape 2009/2010 (ton/ha/año)	Tasa atrape 2010/2011 (ton/ha/año)	Costo Inversión (Libras)	Costo Operacional (Libras)
Whinton Hill	Shelduck	23	3	30	0.8	0.5	3100	
		3	11				3860	
	Yellowhammer	No existe	16	20	–	0.8	500	
	Gully Trap	No existe	5	1.5	–	6	280	180
		4					350	220

Fuente: Ockenden et al. (2012)

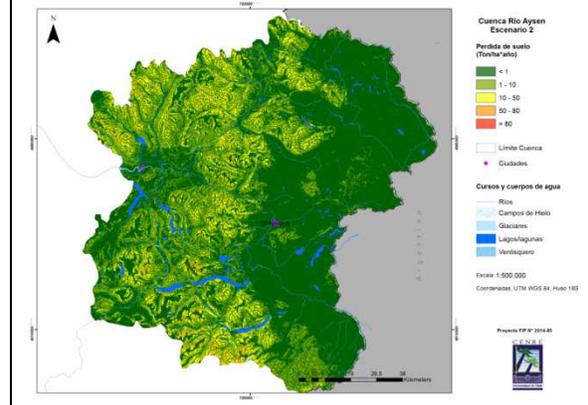
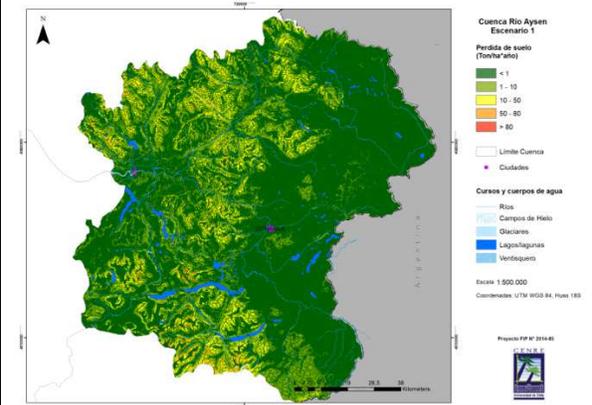
Se utilizaron los datos del estudio de Ockenden et al. (2012) como referencia para calcular el costo medio de secuestro/acumulación de sedimentos de los humedales en \$ pesos/ton. Para ello, se ha promediado el costo anualizado de los cinco campos de prueba respecto a la captación promedio anual (promedio de los 2 años de muestra). La anualización ha sido realizada utilizando una tasa de descuento del 8% y un periodo de vida útil del humedal de 10 años. El costo medio es 45 libras/ton/año que es equivalente a \$ 46,615 pesos/ton/año.

IV.3.3.2. Estimación del flujo y valor económico del servicio de regulación de sedimentos y nutrientes

Los mapas de la Figura 6 muestran dos escenarios diferentes que simulan las consecuencias de la pérdida de cobertura vegetal, y que se construyeron usando la metodología detallada en la sección de valoración.

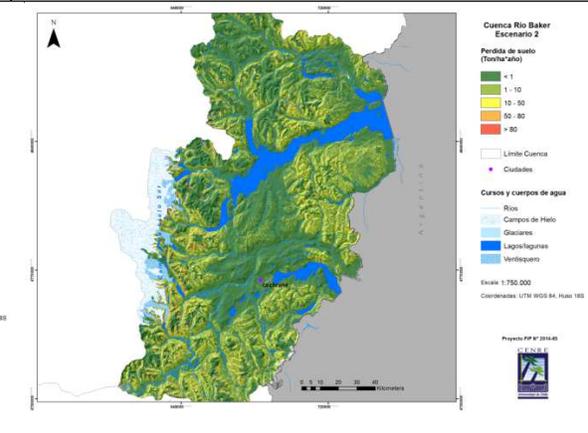
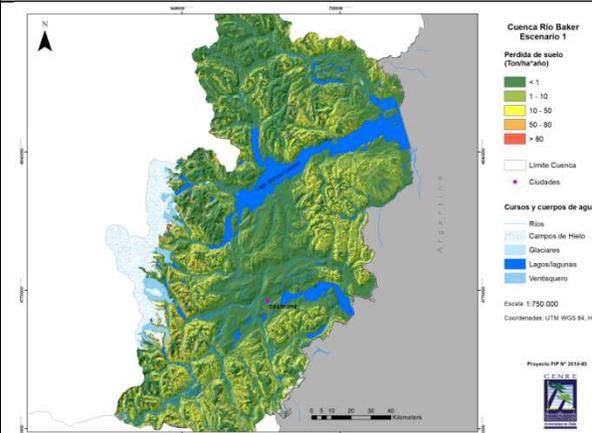
Mapas de pérdida de suelo: Escenario 1 con la cobertura vegetal actual (al año 2011)

Perdida de suelo escenario 2: Se usa como supuesto que todos los bosques pierden densidad de una magnitud menor, es decir de bosques densos pasan a semidensos y de semidensos a abiertos, etc, siguiendo las categorías de las capas de uso de suelo.



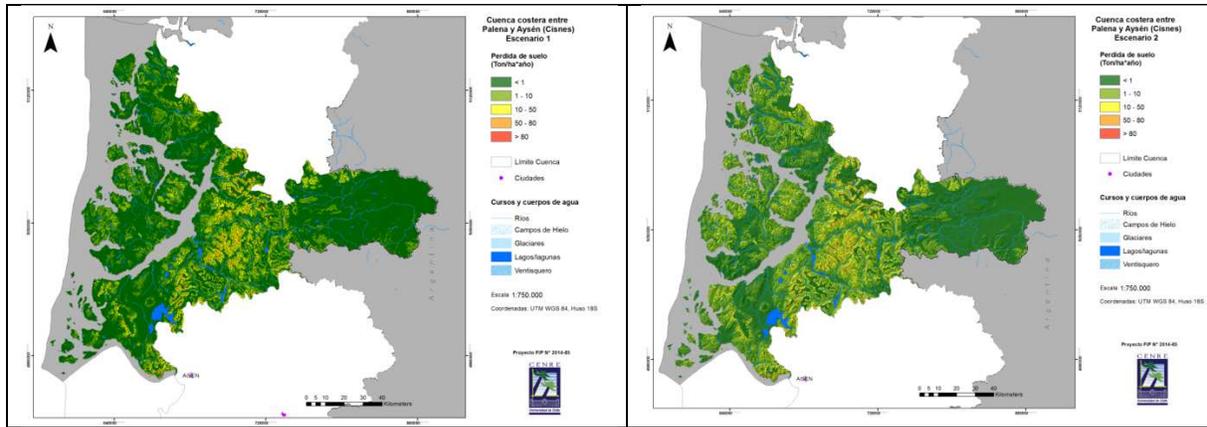
Mapas de pérdida de suelo: Escenario 1 Cuenca Baker

Perdida de suelo escenario 2: Cuenca Baker



Mapas de pérdida de suelo escenario 1: Cuenca Palena

Perdida de suelo escenario 2: Cuenca Palena



Mapas de pérdida de suelo escenario 1: Cuenca Pascua
 Perdida de suelo escenario 2: Cuenca Pascua

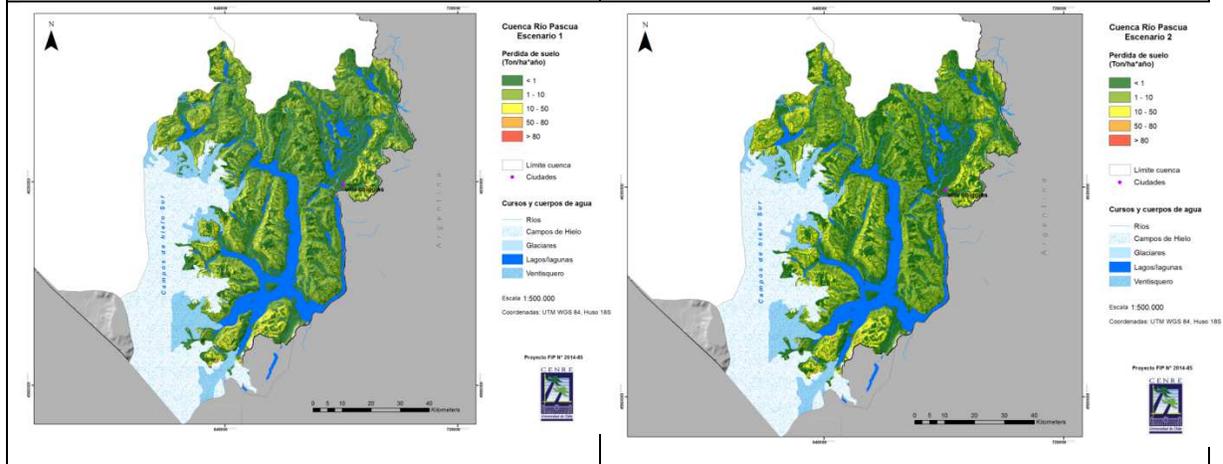


Figura 6. Pérdida de suelo en las cuencas evaluadas con 2 escenarios de cobertura vegetal para simular las consecuencias de la pérdida de cobertura.
 Fuente: Elaboración propia.

Para evaluar la pérdida de suelos (por remoción de cubierta vegetal) y el servicio ecosistémico de filtración, secuestro y acumulación de contaminantes, se compara la situación del escenario actual (Escenario 1) con la de un escenario simulado con pérdida de cubierta vegetal (Escenario 2). En este último escenario se utiliza como supuesto que todos los bosques pierden densidad disminuyendo desde su densidad actual a una densidad de un grado menor, siguiendo las categorías de las capas de uso de suelo. Es decir, de bosques densos pasan a semi-densos y de bosques semi-densos pasan a bosques abiertos.

Bajo el supuesto de pérdida de densidad de los bosques en las cuencas analizadas de la región de Aysén, la pérdida de sedimentos puede aumentar considerablemente. Este modelo justifica la necesidad de gestionar adecuadamente la cobertura de vegetación de las cuencas para así evitar remociones en masa de cubierta vegetal y suelos que pueden ser altamente perjudiciales para la calidad del agua en la región. Si no se contara con esta cobertura vegetal y debido a las fuertes pendientes que se pueden encontrar en la región, sería necesario invertir para evitar los daños ocasionados. Los resultados del análisis de la pérdida de suelos ocasionada por pasar desde el Escenario 1 (actual) al Escenario 2 simulado se presentan en la Tabla 26.

Tabla 26. Región de Aysén: Resultados de la simulación de pérdida de suelos por la disminución de la cobertura vegetal en un grado desde su actual situación (cambio desde el Escenario 1 [actual] al Escenario 2 [simulado])

CUENCA	RANGO PÉRDIDA DE SUELO	ESCENARIO 1 Área	ESCENARIO 2 Área	PÉRDIDA MEDIA DE SUELO	PÉRDIDA DE SUELO
	(ton/h/año)	(ha)		(ton/ha/año)	(ton/año)
Río Cisnes	<1	999.282	819.575	0,5	-89.854
	1 a 10	152.444	292.683	5,5	771.312
	10 a 50	71.904	110.039	30,0	1.144.043
	50 a 80	12.418	13.388	65,0	63.024
	>80	4.136	4.348	80,0	16.919
Río Aysén	<1	877.831	783.950	0,5	-46.941
	1 a 10	169.285	232.961	5,5	350.218
	10 a 50	80.498	110.089	30,0	887.756
	50 a 80	7.373	7.868	65,0	32.212
	>80	1.742	1.859	80,0	9.428
Río Baker	<1	1.484.931	1.392.855	0,5	-46.038
	1 a 10	315.994	373.916	5,5	318.569
	10 a 50	246.894	279.120	30,0	966.779
	50 a 80	23.426	24.936	65,0	98.158
	>80	8.641	9.056	80,0	33.191
Río Pascua	<1	519.408	497.778	0,5	-10.815
	1 a 10	152.433	168.504	5,5	88.391
	10 a 50	5.1290	56.635	30,0	160.356
	50 a 80	1.416	1.596	65,0	11.694
	>80	341	371	80,0	2.399

Fuente: Elaboración propia.

Se calcula la pérdida de suelos en términos de sedimentos generados para todos los rangos de pérdida de suelo, asumiendo un valor de pérdida media para los 5 primeros rangos: 0,5 ton/ha/año para el rango < 1; 5,5 ton/ha/año para el rango entre 1 y 10 ton/ha/año; 30 ton/ha/año para el rango entre 10 y 50; 65 ton/ha/año para el rango entre 50 y 80 ; y finalmente, el límite inferior 80 ton/ha/año para el rango > 80. Lo anterior se realiza dada la imposibilidad de contener la distribución continua de todos los rangos de pérdida de suelo; y en el caso del último rango, estableciendo una cota mínima para el valor de la pérdida de suelo.

El valor del servicio ecosistémico regulación de nutrientes y sedimentos provenientes de las cuencas hacia los cursos y cuerpos de agua corresponde al costo evitado por el uso de humedales como medida de mitigación para la retener sedimentos producto de la pérdida de suelo en las cuencas. Los resultados por cuenca se muestran en la Tabla 27.

Tabla 27. Región de Aysén: valor económico estimado del servicio ecosistémico de regulación de nutrientes y sedimentos

CUENCA	PÉRDIDA ANUAL DE SUELO	COSTO ACTUALIZADO	VALOR ECONÓMICO
	(ton/año)	(\$/ton)	(Millones de \$)
Río Cisnes	1.905.445	46.615	88.822
Río Aysén	1.232.674	46.615	57.461
Río Baker	1.370.659	46.615	63.893
Río Pascua	252.025	46.615	11.748
TOTAL	4.760.803		221.925

Fuente: Elaboración propia

El valor total del servicio ecosistémico de regulación de nutrientes y sedimentos provenientes de las cuencas hacia los cursos y cuerpos de agua alcanza a \$ 221.925 millones. Este valor se encuentra distribuido de la siguiente manera: un 40,0% en la cuenca del río Cisnes; un 25,9% en la cuenca del río Aysén; un 28,8% en la cuenca del río Baker; y finalmente un 5,3% en la cuenca del río Pascua. La pérdida anual de suelos que se

generaría a partir de pasar del Escenario 1 al Escenario 2 alcanzaría 4.760.803 toneladas/año. Este valor puede considerarse una cota superior del servicio ecosistémico, en la medida que hubiese economías de escala en el costo de mitigación por la instalación de humedales como medida de mitigación. Sin embargo, no se dispone de estudios o publicaciones que den soporte empírico a dicha hipótesis y, con ello .corregir si es que hubiera algún eventual sesgo.

IV.3.4 Uso físico del Paisaje (turismo) en Ecosistemas Hídricos

IV.3.4.3. Metodología y técnica de valoración

Para valorar este servicio ecosistémico se ha recurrido a una versión simplificada del método del costo de viaje para estimar el valor de uso de la observación de la vida silvestre. Ello dada las restricciones de tiempo y recursos que imposibilitan una aproximación más amplia de este método.

En este caso, los gastos en tiempo y costos de viaje que las personas incurren cuando visitan un sitio representan el "precio" de acceso al sitio, por lo tanto, la disposición a pagar por visitar un sitio puede ser estimada a partir del número de viajes que se hacen y los diferentes gastos de viaje en que se incurre. Hemos aplicado entrevistas a los operadores de los paquetes de turismo buscando obtener información promedio del número de visitantes, procedencia, valores de paquetes turísticos, entre otros, y con ello realizar una estimación indirecta del costo de viaje.

Un primer paso es conocer el flujo de turismo experiencial en cuerpos de aguas superficiales de la región de Aysén. El flujo de turismo para las actividades de pesca recreativa, canotaje y descenso en balsa fueron estimado a través de información primaria mediante una encuesta, la cual fue implementada electrónicamente en el sitio *web* por medio del *software Qualtrics*. La encuesta se presenta en el Anexo V.

Se diferenci6 entre 2 tipos de operadores, en particular para el caso de pesca recreativa: operadores masivos (aquellos que realizan servicios diarios o a precios de paquete bajos) y operadores denominados *Premium* que b6sicamente operan con paquetes (7 noches, 6 d6as usualmente) de pesca recreativa a un precio mayor.

Se dispone de informaci6n parcial de 35 operadores masivos y 7 operadores Premium. De los operadores masivos que proveen informaci6n de n6mero de turistas nacionales y extranjeros por mes, duraci6n del servicio y precios; 18 prestan servicios de pesca recreativa; 19 prestan servicios de canotaje; y 11 prestan servicios de rafting o descenso en balsa; en comparaci6n todos los operadores Premium entregan la informaci6n solicitada. Los operadores masivos que prestan servicios de pesca recreativa y entregan informaci6n por comuna son 4 en Chile Chico, 3 en Puerto Cisnes, 3 en Cochrane, 3 en Coyhaique, 1 en Puerto Ays6n, 2 en R6o Iba6ez y 1 en Villa O'Higgins. Por otro lado, los operadores masivos que prestan servicios de canotaje y entregan informaci6n por comuna son 1 en Chile Chico, 2 en Puerto Cisnes, 1 en Cochrane, 9 en Coyhaique, 1 en Guaitecas, 2 en Puerto Ays6n y 3 en R6o Iba6ez. Finalmente, los operadores masivos que prestan servicios de canotaje y entregan informaci6n por comuna son 3 en Chile Chico, 1 en Puerto Cisnes, 1 en Cochrane y 6 en Coyhaique.

A pesar del envi6 de la encuesta y el contacto con operadores, una parte de ellos no contest6 la encuesta o lo hizo de manera parcial. Para proyectar esta informaci6n faltante, se realiza el m6todo de imputaci6n, esto es, se calcula el valor promedio de la variable de inter6s (n6mero de turistas) a partir de la informaci6n de los operadores para los cuales se tiene informaci6n segmentando seg6n tipo de operador (masivo y *premium*) y comuna; y luego el valor promedio es imputado para los operadores sobre los cuales no se tiene informaci6n. Se ha optado por seguir este m6todo dado que existe heterogeneidad a nivel comunal respecto al tipo de turista que arriba; la tasa de arribo; el nivel de competencia y los precios cobrados.

Conociendo el flujo de turismo, un segundo paso corresponde a la valoración económica de este servicio ecosistémico. Como se discutió anteriormente, hemos propuesto una versión simplificada de la metodología de costo viaje, la cual ya ha sido aplicada a estudios previos de valoración de servicios ecosistémicos en Chile (Figueroa 2009). Según este método, la valoración que un individuo tiene por una actividad recreativa puede ser estimada por el costo monetario y en tiempo que un individuo está dispuesto a gastar en dicha actividad. Estos gastos corresponderían a los siguientes:

- Gastos de viaje
- Gastos en estadía
- Gastos de adquisición de la actividad experiencial

La encuesta entrega información de la procedencia de los turistas experienciales, del tiempo gastado en la actividad experiencial, y el costo directo (pago por servicios) de la actividad experiencial.

- i. Gastos de viaje: en la encuesta se pregunta a cada operador que proporción de los turistas que recibe son nacionales y que proporción extranjeros. Para estos últimos se les pregunta el lugar de procedencia, en particular USA, Europa, América Latina y Asia-Oceanía. En el caso de turistas nacionales, información de procedencia de turistas a la región de Aysén puede ser obtenida del Anuario de Turismo de SERNATUR.

El valor de los pasajes internacionales desde cada punto de procedencia se obtuvo desde cotizaciones en Internet, considerando para los turistas extranjeros el valor del ticket aéreo intermedio entre la tarifa económica-*premium* y la tarifa business. Se considera como ciudades de referencia Nueva York en Estados Unidos de Norteamérica (tarifa media US\$ 1500/ticket); Frankfurt, Londres y Paris en Europa (tarifa media US\$ 2507/ticket); Sao Paulo y Buenos Aires en América Latina (tarifa media US\$ 900/ticket); y Melbourne en Asia-Oceanía (tarifa media US\$ 6200). Se

asume también que todos los turistas extranjeros arriban a la región de Aysén desde Santiago⁴⁶.

Para el caso de turistas nacionales, las principales ciudades de origen son Santiago, Concepción, Temuco y Puerto Montt. Las tarifas para vuelos ida-vuelta de ciudades de origen corresponden a \$120.000; \$160.000; \$185.000; y \$ 90.000; respectivamente. No se ha asignado el total del valor de los costos de transporte al valor del servicio de turismo de pesca recreativa, canotaje o descenso en balsa debido a que, en particular para los usuarios de pesca recreativa con operadores masivos, canotaje y rafting; la actividad dura en promedio 1 día. Considerando que en traslado y operación existe 1 día más de tiempo gastado, se estima en 2 días el tiempo destinado a la actividad para las actividades antes mencionadas.

Para los turistas de este tipo (masivo) se estima un tiempo de estadía en la región de Aysén de 10 días sobre la base de la información proveniente del Anuario de Turismo (2013) y Nuñez y Niklitschek (2010), quienes realizan entrevistas a turistas de pesca recreativa en el Aeropuerto de Balmaceda. De este modo, se asigna la razón 2/10 (20%) de los costos de transporte a las actividades de pesca recreativa; canotaje y rafting para operadores masivos. En el caso de los visitantes que exclusivamente realizan pesca recreativa con operadores *Premium*.

- ii. Gastos de estadía: se utilizó la información de la encuesta, en adición con los antecedentes del estudio de Nuñez y Niklitschek (2010) para considerar un gasto por día de \$ 100.000 pesos para turista nacional; y \$ 150.000 pesos para turista extranjero, en el caso de las actividades desarrolladas por operadores de turismo masivo. En el caso de la pesca recreativa desarrollada por operadores Premium, los costos de

⁴⁶ Si bien en la encuesta se pregunta el modo de arribo de los turistas, la mayor parte señala el aeropuerto de Balmaceda, seguidos por vuelos propios y otros medios. Dada la imposibilidad de valorizar el arribo de vuelos propios y otros modos, se ha optado por asumir que todos arriban desde Santiago mediante vuelos nacionales, lo que representa la cota inferior para el valor.

estadía están incorporados en el valor del paquete turístico que incluye estadía y servicio de guía de pesca recreativa.

- iii. Gastos de adquisición de la actividad de uso físico: la encuesta permitió obtener una distribución de precios para las 3 actividades experienciales. Para los operadores donde no se cuenta con información, se utiliza el mismo método de imputación aplicado para calcular el flujo de turista, pero en este caso sobre los ingresos por pago de servicio de la actividad de turismo (pesca recreativa, canotaje y descenso en balsa), que para el caso del visitante es el gasto de adquisición de la actividad.

La información sobre turismo se obtuvo por dos vías

- i. Encuesta a operadores turísticos: Se realizó una encuesta a los operadores turísticos de la zona que realizaran actividades turísticas de pesca recreativa/deportiva, el canotaje o kayak y descenso de ríos o rafting.
- ii. Base de datos de operadores turísticos: Se construyó una base de datos de 78 los operadores turísticos (OOTT) de la Región utilizando el registro de operadores del Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), información entregada por las cámaras, asociaciones gremiales de turismo y municipalidades e información extraída de internet (Tabla 28).

La base de datos registra al menos un operador turístico por comuna, tiene representación de pequeños, medianos y grandes OOTT, y las tres actividades de turismo experiencial a nivel provincial.

Tabla 28. OOTT que realizan actividades de pesca deportiva, kayak y rafting en región de Aysén

PROVINCIA	COMUNA	OPERADORES EN LISTA
Provincia de Aysén	Aysén	7
	Cisnes	18
	Guaitecas	1
Provincia de Capitán Prat	Cochrane	8
	O'Higgins	4
	Tortel	1
Provincia de Coihaique	Coihaique	26
	Lago Verde	2
Provincia de General Carrera	Chile Chico	8
	Río Ibáñez	2
Sin registro	Sin registro	1
Total		78

Fuente: Elaboración propia

La información respecto a los sitios de desarrollo de turismo, costo de los servicios y origen de los turistas se obtuvo mediante una encuesta dirigida a todos los operadores turísticos que figuraban en los registros públicos de SERNATUR, Municipalidades de la Región o eran parte de alguna de las cámaras de comercio y turismo de la región. Los contactos de las cámaras de turismo y el listado de operadores turísticos registrados en SERNATUR fueron entregados por la misma institución⁴⁷.

La información de los operadores turísticos registrados en las municipalidades se solicitó directamente a cada municipio. Para la estimación del flujo del servicio ecosistémico ligado al uso turístico experiencial de los sistemas fluviales de la región de Aysén, se realizó una encuesta a los operadores turísticos de la zona que realizaran actividades turísticas de pesca recreativa/deportiva, el canotaje o kayak y descenso de ríos o rafting.

⁴⁷ Solicitada vía ley de transparencia (solicitud de información AH008T0000117).

La encuesta se diseñó, considerando que el objetivo principal es obtener información para estimar el gasto que realizan los turistas en actividades experienciales en aguas continentales (ríos, lagos, lagunas, fiordos y canales). La encuesta consta de 22 preguntas agrupadas en tres secciones (ver Anexo VI):

- i. Antecedentes de la empresa o persona natural: nombre, dirección, contacto, afiliación a asociaciones gremiales.
- ii. Información general de la(s) actividad(es): procedencia y medio de arribo de pasajeros y turistas, actividades, temporalidad de cada actividad y destinos regionales por actividad.
- iii. Flujo de turistas y gasto por actividad: número de visitantes, estadía o duración de la(s) actividad(es), gastos promedio diario por actividad y por temporada.

La encuesta fue realizada vía correo electrónico, telefónicamente y de forma presencial. En primera instancia fue distribuida vía correo electrónico el día 4 de noviembre de 2015, utilizando el *software* de encuestas online *Qualtrics*, a 66 OOTT, que corresponden a aquellos con registro de correo electrónico en la base de datos. Al cabo de 3 días de su distribución, fueron contactados telefónicamente para verificar la recepción de la encuesta, responder consultas y brindar la alternativa de responder telefónicamente. Paralelamente fueron contactados telefónicamente los OOTT sin correo electrónico.

Entre los días 1 y 10 de noviembre de 2015 se realizó una campaña en terreno para la aplicación de la encuesta de modo presencial. El objetivo de esta campaña fue cubrir aquellas zonas con baja tasa de respuesta online y telefónica, y contactar a OOTT que no se encuentren registrados en SERNATUR ni asociados a cámaras de turismo locales.

El registro de las encuestas *online* es automáticamente registrado por el *software Qualtrics*. Las respuestas de la aplicación telefónica y presencial fueron ingresadas al mismo software para posteriormente ser procesadas utilizando el programa estadístico SPSS.

Además de las encuestas se solicitó información complementaria para la valoración de este servicio ecosistémicos:

- i. Guías de Pesca: La información respecto a los guías de pesca que trabajan de forma independiente se obtuvo mediante una entrevista a Diego Guerrero Frugone, presidente de la Asociación Gremial de Guías de Pesca de la Patagonia.
- ii. Licencias de Pesca Recreativa: La información sobre las Licencias de Pesca Recreativa fueron solicitadas mediante el Sistema Integrado de Atención Ciudadana (SIAC) al Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) de la región, información que fue transferida por ORD./XI/Nº 10775 de fecha 19.11.2015.

IV.3.4.4. Estimación del flujo y valor económico del servicio cultural del turismo en ecosistemas hídricos

En la Tabla 29 se muestra los resultados obtenidos de las estimaciones realizadas de los ingresos anuales generados por los operadores turísticos masivos en la región de Aysén, en el año 2014, por actividades de turismo de uso físico del recurso hídrico asociado a pesca recreativa.

Tabla 29. Región de Aysén: Estimación de los ingresos anuales generados por los operados turísticos masivos, por comuna y por actividad turística; 2014

COMUNA	PESCA RECREATIVA	CANOTAJE	RAFTING	TOTAL
	(millones de \$)			
Chile Chico	586,5	83,8	39,8	710,1
Cisnes	768,5	65,5	15,0	849,0
Cochrane	517,5	7,6	7,4	532,5
Coyhaique	195,5	284,4	164,3	644,2
Guaitecas	0,0	18,2	0,0	18,2
Puerto Aysén	9,0	1.336,4	0,0	1.345,4
Río Ibáñez	11,8	23,8	0,0	35,6
O'higgins	535,9	0,0	0,0	535,9
Tortel	0,0	7,6	0,0	7,6
TOTAL	2.624,8	1.827,1	226,5	4.678,4

Fuente: Elaboración propia

Se observa que, en el segmento de operadores turísticos masivos, las actividades de pesca deportiva (56%) y canotaje (39%) concentran la mayor parte de los ingresos para operadores masivos. Las 3 comunas que reciben mayores ingresos para este tipo de operadores corresponden a las localidades de Puerto Aysén, Cisnes y Chile Chico. En pesca recreativa, los ingresos se distribuyen preferentemente entre las comunas de Chile Chico, Puerto Cisnes, Cochrane y O'Higgins; mientras que los ingresos por canotaje se concentran en la comuna de Puerto Aysén. Finalmente, los ingresos por las actividades turísticas de rafting se obtienen preferentemente en la comuna de Coyhaique.

A diferencia de los operadores turísticos masivos que distribuyen sus actividades entre las incluidas en la Tabla 29, los operadores turísticos *premium* están concentrados en la pesca recreativa, actividad primordial de este segmento del turismo regional. La estimación de los ingresos de estos operadores *premium* en la región para el año 2014, se muestra en la Tabla 30, desagregándolos por comuna.

Tabla 30. Región de Aysén: estimación de los ingresos anuales generados por los operadores turísticos *premium*, por comuna; 2014

COMUNA	PESCA RECREATIVA
	(millones de \$)
Chile Chico	1.353,24
Cochrane	329,28
Coyhaique	564,93
Lago Verde	147,00
Puerto Cisnes	441,00
TOTAL	2.835,45

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la mayor parte de los ingresos de los operadores *premium* se genera en actividades desarrolladas en la comuna de Chile Chico.

En relación al número de turistas, tanto nacionales como extranjeros, que realizan actividades de turismo utilizando los recursos aportados por el paisaje hídrico de la región de Aysén, la Tabla 31 muestra las estimaciones por origen, para el año 2014. La cantidad total alcanza a casi 40 mil individuos (39.557), un 63.6% de los cuales son turistas nacionales (25.172) y el resto turistas extranjeros (14.385).

Tabla 31. Región de Aysén: número de turistas nacionales y extranjeros que participan de actividades de pesca recreativa, canotaje y rafting, por origen; 2014

COMUNA	EXTRANJEROS						NACIONALES	TOTAL
	TOTAL	AMÉRICA DEL NORTE	EUROPA	AMÉRICA LATINA	ASIA Y OCEANÍA	OTROS		
	(número de turistas)							
Chile Chico	1.696	270	561	647	90	762	2.864	4.559
Cisnes	2.909	33	1.661	1.036	65	180	1.264	4.172
Cochrane	1.126	0	602	292	0	232	2.485	3.611
Coyhaique	6.086	1.064	1.367	2.121	1.423	172	11.293	17.379
Guaitecas	13	4	9	0	0	0	50	63
Puerto Aysén	336	71	98	95	0	71	4.867	5.203
Río Ibáñez	501	116	331	37	0	17	858	1.359
O'higgins	1.367	466	745	155	0	0	1.493	2.859
Tortel	302	103	165	34	0	0	0	302
Lago Verde	49	11	0	0	0	60	0	49
TOTAL	14.385	2.139	5.538	4.417	1.579	1.494	25.172	39.557

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se presenta el valor económico del servicio ecosistémico cultural que usa el paisaje físico, a través del turismo en la región de Aysén, el cual considera tanto los gastos de viaje, como los gastos de estadía y los gastos de las actividades recreativas (Tabla 32). Los operadores *premium* ofrecen paquetes que generalmente consideran 7 días-todo incluido, mientras que los operadores masivos ofrecen servicios que mayormente consideran 1 día de actividad (pesca, canotaje o rafting) y se asume una dedicación de 2 días por actividad (considerando el viaje, descanso y actividad) sobre un periodo de 10 días de visita a la región (basado en Núñez et al. (2010). Los turistas que utilizan a los operadores masivos deben realizar los gastos adicionales de estadía, los cuales ya están incorporados en la tarifa que los operadores *premium* cobran a los turistas.

Tabla 32. Región de Aysén: valor económico estimado del servicio ecosistémico cultural de turismo

COMUNA	TURISMO		TOTAL
	MASIVO	PREMIUM	
	(Millones de \$)		
Chile Chico	1976,05	1.595,32	3.571,36
Puerto Cisnes	3.536,36	488,31	4.024,66
Cochrane	1.634,69	352,69	1.987,38
Coyhaique	6.270,04	612,82	6.882,86
Melinka	37,44	0,00	37,44
Puerto Aysén	2.622,79	0,00	2.622,79
Rio Ibáñez	531,52	0,00	531,52
O'Higgins	1.620,39	0,00	1.620,39
Tortel	266,67	0,00	266,67
Lago Verde	0,00	162,77	162,77
TOTAL	18.495,95	3.211,90	21.707,85

Fuente: Elaboración propia

La mayor parte del valor de servicio ecosistémico cultural de uso físico del paisaje se relaciona a turistas que realizan actividades en las comunas de Coyhaique (31,7%), Cisnes (18,5%) y Chile Chico (16,4%). El valor total de beneficios para este servicio ecosistémico alcanza los \$ 21.708 millones.

IV.3.5 Mantención de Hábitat y Reproducción de Especies

IV.3.5.5. Metodología y técnicas de valoración

El servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción de especies se valora aquí para dos tipos de especies marinas: especies nativas (como chungungos, huillines, delfines, ballenas, entre otras) y especies productivas (como merluzas, sardinas, erizos, lapas, etc.).

Para valorar monetariamente este servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción de especies se utilizó la metodología propuesta en el estudio "Evaluación

económica de los activos ambientales presentes en la red de reservas marinas decretadas en el país bajo la Ley General de Pesca y Acuicultura”, proyecto FIP 2008-56, el cual realiza una valoración económica del *stock* de biomasa de recursos hidrobiológicos para la red de reservas marinas existentes en el país: La Rinconada en Antofagasta, la Isla de Chañaral en la región de Atacama, las Islas de Choros y Damas en la región de Coquimbo, Pullinque y Putemún en la isla de Chiloé.

Para el caso tanto de especies nativas como especies productivas en este estudio se planteó estimar el beneficio de la reserva marina a través del valor de cada especie utilizando para ello el valor de sanción de cada especie y estimando el valor económico del *stock* de biomasa de cada.

IV.3.5.6. Estimación del flujo y valor económico del servicio de regulación de hábitat de especies marinas

IV.3.5.6.1 Especies nativas

Siefeld (2014) entrega una visión general sobre la presencia y la distribución del huillín y el chungungo⁴⁸ en la zona austral de Chile. Hasta la década de 1980s el huillín era considerado habitante exclusivo de las aguas continentales, siendo reportado por primera vez como especie marina de los senos y canales australes por Sielfeld (1983).

Estimar la abundancia de nutrias nativas en la región de Aysén requiere realizar una revisión de la literatura, la cual da cuenta que la dificultad de observación de las nutrias en sus ambientes naturales ha sido un obstáculo para estimar su abundancia. En especial, la cuantificación de chungungos presenta dificultades derivadas de su hábitat, presentando

⁴⁸ Al huillín (*Lontra provocax*) se le conoce con los nombres comunes de gato de río, gato huillín o nutria de agua dulce. Es una especie de nutria que habita Chile y Argentina, y aunque se la llama de "agua dulce", se halla tanto en el ambiente fluvial como marino, siendo la única marina de su género (*Lontra*) (ver https://es.wikipedia.org/wiki/Lontra_provocax). El chungungo (*Lontra felina*), por su parte, es conocido vulgarmente como gato de mar, o chinchimén, y también es una nutria, la más pequeña de su género (*Lontra*) y habita en las costas pacíficas de Sudamérica (ver https://es.wikipedia.org/wiki/Lontra_felina).

densidades bajas e irregulares producto de la perturbación, explotación y contaminación por acción humana.

Seilfeld (1992) se señala que la abundancia relativa del huillín en la zona de Isla Mornigton y Pérez era de 0.73 individuos/km, mientras que esta se ubicaba en el rango de 0.86 – 1.08 individuos/km para la Isla de Tierra del Fuego. En Universidad de Concepción (2007) se señala que ha habido avistamiento ocasional de huillines en la zona de Tortel lo que se atribuye a incursiones ocasionales río arriba en busca de nuevas áreas de alimentación, lo que implicaría la presencia ocasional de huillines en los ríos y lagos del sector del Baker y Pascua. Los sectores marinos contiguos a los ríos estudiados, fundamentalmente senos y sistemas de canales asociados al canal Messier, se caracterizan por la presencia de una población aparentemente estable de huillines, con una densidad preliminar estimada en alrededor de 0,75 individuos/Km de costa (Sielfeld, 1992). Se ha registrado el huillín en el archipiélago de los Chonos, en torno a Melinka, y en el sector continental del fiordo Puyuhuapi, por lo que es una especie que habita los ambientes marinos desde las islas e islotes del Golfo de Corcovado hasta el archipiélago del Cabo de Hornos. De acuerdo a una revisión realizada por el Ministerio del Medio Ambiente, en la región de Magallanes se estimaría una abundancia relativa de 0,73 –1,08 ind/km de costa, para una región con una extensión de costas protegidas de 24.000 km. Ello implicaría una población regional de 17.500 a 20.000 ejemplares de huillín aproximadamente (Sielfeld 1992).

En el caso del chungungo, Sielfeld (1992) encuentra una abundancia relativa en un rango de 1.2 – 2.0 individuos/km de costa para la zona de Magallanes. En los sistemas de canales y fiordos patagónicos es posible suponer que la densidad de 0,75 individuos/km de costa representa la capacidad de carga de esos sistemas, por cuanto no ha existido caza clandestina significativa, existe poca interferencia pesquera en los ambientes litorales y no existe contaminación significativa. En la región de Magallanes se ha estimado una extensión de costa apta para el chungungo (4.718 km) y una densidad promedio de 1,6 ind/km proveniente de Sielfeld (1992) lo que entregaría una población cercana a los 7.549

ejemplares. En la misma región, considerando la densidad de madrigueras (2,2 a 3 madrigueras/km de costa) informada por Sielfed (1992), la estimación sería de 12.266 individuos, considerando un individuo por madriguera. Sielfed y Castilla (1999) señalan que para el litoral Pacífico del sector austral de Chile se han informado de densidades entre 1-2 individuos/ km de costa.

Dado que los peces son una de las presas principales de las nutrias se podría esperar un efecto importante de la salmonicultura y de la presencia de salmones silvestres sobre la disponibilidad de alimento para huillines y chungungos.

Los antecedentes entregados arriba dan cuenta de una gran variabilidad en las estimaciones de densidad y el concepto de kilómetro de costa utilizado (total, lineal, bajo protección, apto). Como se ha señalado, para la región de Aysén existen algunos datos que entregan una densidad de 0,75 ind/km costa en la zona de canal Messier en el caso del Huillín; mientras que para el caso del chungungo (Siefeld y Castilla, 1999) proponen un rango de 1 - 2 ind./km de costa. La extensión total de costa de la región de Aysén alcanza a 23.504 km, de los cuales 6.817 km corresponden a la zona de costa continental y 16.687 km son parte de la zona de islas. De acuerdo a la zonificación del borde costero realizado para esta Región; aproximadamente un 50% de su borde costero corresponde a zonas de preservación y conservación, localizadas básicamente en la mitad sur de las Región. La mitad norte de la Región ha sido asignada para actividades de pesca artesanal, manejo de recursos bentónico, y principalmente acuicultura.

Para estimar la población de chungungos y huillines, se asume de manera conservadora que su presencia se encuentra en los kilómetros de costa bajo zonas de protección según la zonificación del borde costero. Esto es, una extensión de costa de 11.752 km de costa. Hemos también asumido que las densidades de nutrias nativas corresponden a los límites inferiores de la distribución, en el caso del huillín este valor corresponde a 0,73 ind/km de

costa, mientras que para el Chungungo este valor se sitúa en 1 ind./km costa (Siefeld y Castilla, 1999). Los resultados de la estimación realizada se presentan en la Tabla 33.

Tabla 33. Región de Aysén: estimación de la Población de nutrias nativas; 2015

ZONA	EXTENSIÓN DE COSTA	DENSIDAD		POBLACIÓN	
		CHUNGUNGO	HUILLÍN	CHUNGUNGO	HUILLÍN
Protegida	(km)	(individuos/km)		(individuos)	
TOTAL	11.574	1	0,73	11.574	8.449

Fuente: Elaboración propia

Como se ha planteado más arriba, la valoración del servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción asocia el valor del hábitat al valor social de la especie, donde este último se estima reflejado en el valor de sanción. De este modo, el beneficio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción puede ser estimado a partir de la valoración del *stock* de biomasa (en toneladas) de nutrias nativas (chungungos y huillines), utilizando los valores de sanción para estas especies. Este último, de acuerdo al Decreto Exento N° 958 de 2015 que fija el Valor de Sanción de especies hidrobiológicas para el período 2015-2016 en \$ 1.798.200 por Kg. Considerando los pesos promedio de cada especie según la literatura: chungungo 4 Kg y huillín 5 kg. La Tabla 34 muestra los resultados del valor del beneficio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción para las nutrias nativas en la región de Aysén.

Tabla 34. Región de Aysén: estimación del valor económico del servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción de nutrias nativas

ZONA	VALOR ECONÓMICO		
	CHUNGUNGO	HUILLÍN	TOTAL
	(Millones de \$)		
TOTAL	83.249	75.965	159.214

Fuente: Elaboración propia

El valor económico total estimado del servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción de las dos especies de nutrias nativas (*Lontra provocax* y *Lontra felina*) alcanza a \$ 159.214 millones para la región de Aysén, que se reparten casi en mitades respecto a cada una de las especies, chungungo (\$ 83.249 millones) y huillín (\$ 75.965 millones).

Respecto a los posibles sesgos asociados a la estimación, cabe señalar que como se ha observado, los estudios más importantes para nutrias nativas en el extremo sur de Chile han sido realizados en la zona sur de la región de los Lagos y la región de Magallanes. Si bien se ha tomado valores de densidad en las cotas media a inferior, a más de 2 décadas de la realización de dichos estudios, la irrupción de la actividad humana en Aysén puede haber reducido el hábitat y la población de nutrias nativas en el tiempo. Dado lo anterior, en un análisis preliminar, podría considerarse las estimaciones realizadas como un valor máximo.

También se ha procedido a estimar el valor del servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción para el caso de cetáceos marinos. Para ello, se realizó una revisión de literatura encontrándose diferentes estudios que analizaban avistamiento de cetáceos en la región de Aysén. De entre ellos, se seleccionó el estudio de Viddi et al. (2010) que estudió la diversidad y distribución de los cetáceos en fiordos de la Patagonia norte. A través de una campaña realizada entre diciembre de 2000 y noviembre de 2001, se registraron nueve especies avistadas: ballena azul, ballena jorobada, ballena minke, delfín austral, delfín chileno, ballena asesina, falsa orca, delfín mular y la ballena picuda de Cuvier. El patrón de distribución de cetáceos muestra diferencias estacionales significativas, con la mayoría de las ballenas barbadas (mysticetes) observada a finales de verano y otoño, y los cetáceos dentados (odontocetos) sobre todo durante la primavera. Los resultados de los reportes de avistamiento de cetáceos marinos son presentados en la Tabla 35.

Tabla 35. Región de Aysén: número de avistamientos de cetáceos marinos
(Zona norte de Aysén y Golfo de Penas)

ESPECIE	N° INDIVIDUOS
Delfín chileno	182
Delfín nariz de botella	109
Ballena asesina	273
Falsa ballena asesina	8
Ballena azul	10
Ballena jorobada	14
Ballena minke	17
Ballenato de Cuvier	7
Otros mysticetos	1
Otros odontocetos	13

Fuente: Viddi et al. (2010)

Para estimar monetariamente los beneficios por el servicio de mantención de hábitat y reproducción se procedió a valorar la biomasa de cada especie utilizando los valores de sanción. Según el Decreto Exento N° 958 de 2015, el valor de sanción para diferentes tipo de ballenas alcanza los \$ 17.982 pesos por kg; en el caso delfines, esta especie es considerada otro tipo de mamífero, el valor de sanción es de \$ 13.486 pesos por Kg. La masa total por tipo de especie fue estimada utilizando valores de pesos promedio de la literatura.

La Tabla 36 presenta los resultados del valor del ecosistema de mamíferos marinos en la zona del límite norte de Aysén (Golfo de Corcovado) y Golfo de Penas:

Tabla 36. Región de Aysén: valor económico del servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción de cetáceos

ESPECIE	VALOR ECONÓMICO
	(Millones de \$)
Delfín de Peale	1,6
Delfín Chileno	0,8
Delfín nariz de botella	3,4
Ballena asesina	89,9
Falsa Ballena asesina	68,3
Ballena azul	1.978,0
Ballena jorobada	539,5
Ballena Minke	86,3
Ballenato de Cuvier	45,0
Otros mysticetos	539,5
Otros odontocetos	1,6

Fuente: Elaboración propia

Como es posible observar, las categoría de mysticetos (ballenas) es la que presenta un mayor valor del servicio ecosistémico, debido principalmente al volumen de biomasa (en toneladas) de mysticetos (2.554 ton), que supera ampliamente a la de los odontocetos (100 ton). El valor del servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción para cetáceos en Aysén alcanza \$ 3.353,7 millones.

Cabe señalar que en el caso de los cetáceos podría estar incurriéndose en una subestimación en el número de ejemplares, existe cada vez más información respecto a la relevancia de la costa norte de Aysén y el Golfo de Penas como zona de hábitat de cetáceos.

IV.3.5.6.2 Especies productivas

En relación a las especies productivas, se ha considerado inicialmente la valoración del servicio de mantención de hábitat y reproducción para las especies que posean

información geográfica y de stock de biomasa que permita una identificación geográfica (a nivel comunal) del valor social de la zona de hábitat.

Las especies consideradas en esta etapa corresponden a la Merluza de Cola y la Merluza del Sur o Austral, el Erizo, la Sardina Austral, y la Lupa Negra.

De las especies productivas analizadas, existen dos que tienen regulaciones de talla mínima establecidas por el Servicio Nacional de Pesca. La talla mínima es el tamaño mínimo que debe tener un recurso para ser extraído, el cual se basa en el tamaño de una especie cuando alcanza su madurez reproductiva. En la región de Aysén se han establecido tallas mínimas para el erizo (7 cm) y la merluza del sur (60 cm).

Para el caso del erizo, existen diversos estudios que analizan la distribución y abundancia de esta especie en la región de Aysén. En particular, el proyecto FIP N° 2012-14 titulado “Diseño de una red de estaciones fijas de monitoreo para la pesquería del recurso erizo en la X y XI Regiones” cuyo proponente es la Universidad Austral de Chile (con entidad subcontratada IFOP) analiza una serie de parches para una serie de polígonos que van desde la comuna de Guaitecas por el norte de la región de Aysén hasta la parte media de la Península de Taitao en la zona sur. Estos polígonos abarcan aguas exteriores e interiores y analizan la información de diferentes parches para estimar abundancia de erizos. Estos antecedentes son útiles para definir la red de estaciones fijas de monitoreo de esta pesquería. La información permite tener una aproximación a la ubicación de las principales zonas donde se encuentra el hábitat del erizo y zonas de extracción. Sin embargo, esta información no es suficiente para realizar una estimación del valor del servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción utilizando el método de Vásquez et al. (2010) para el erizo, dado que no entrega antecedentes de abundancia y biomasa total.

En virtud de lo anterior, y luego de revisar estudios previos para el erizo en la Región, se ha optado por recurrir a la información provista en el proyecto FIP elaborado por Molinet et

al. (2007), el cual entrega estimaciones de biomasa total para 8 parches ubicados en el polígono 7 de distribución geográfica del erizo en las regiones X y XI. Cabe señalar que de acuerdo al proyecto FIP mencionado en el párrafo anterior (Molinet, 2014) este polígono es el más importante en términos de abundancia de la especie erizo en la región de Aysén.

Tabla 37. Estimación de la distribución de tallas de erizo por área Polígono 7 de la región de Aysén

TALLA	LEUCAYEC	LEUCAYEC S	GRUPO PELIGROSO	GUATECAS	BETECOIS	3 CANALES	BAHÍA LOW	BARRIENTOS
(mm)	(%)							
10 - 20	0,0	6,7	8,0	22,7	9,7	14,0	9,3	9,3
20 - 30	25,0	16,3	9,0	35,7	10,0	34,0	23,3	23,3
30 - 40	38,0	23,0	22,3	25,7	21,7	17,3	26,3	26,3
40 - 50	7,0	21,7	23,7	7,7	24,0	11,3	20,3	20,3
50 - 60	17,7	20,7	19,0	4,3	18,0	13,3	13,7	13,7
60 - 70	12,3	7,0	12,3	2,3	11,3	7,0	5,3	5,3
70 - 80	0,0	4,7	5,7	0,7	5,3	1,0	0,7	0,7
80 - 90	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	1,0	0,3	0,3
90 - 100	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	1,0	0,7	0,7

Fuente: Elaboración propia.

Para cada área, la distribución de tallas es asignada al número de erizos estimados en esa área. Se realiza luego una estimación indirecta de la biomasa de erizos por talla, para lo cual, dado que no existe información de distribución continua de individuos por talla, para cada rango se asume un tamaño medio. Este tamaño medio es utilizado para estimar el peso medio en el rango. La biomasa estimada para un rango de talla es el producto del peso medio por la abundancia estimada por rango de talla.

La Tabla 38 compara los datos entregados en el estudio base de Molinet et al. (2007) con nuestras estimaciones en base a dicho estudio. Se observa que con la excepción del área Betecois, los valores son bastante similares.

Tabla 38. Región de Aysén: comparación biomاسas totales por área

TALLA	LEUCAYEC	LEUCAYEC S	GRUPO PELIGROSO	GUAITECAS	BETECOIS	3 CANALES	BAHÍA LOW	BARRIENTOS
	(Ton)							
Biomasa Molinet et al. 2009	888	92	827	950	675	1.435	4 573	4 468
Biomasa Estimada	898	72	825	895	1.254	1.126	4 217	4 513

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, con la biomasa total estimada por rango de talla se determinó para cada área el porcentaje de biomasa total por talla. Luego, lo último se aplica a la biomasa total por área determinada por Molinet et al. (2007), lo que finalmente permite estimar la distribución de biomasa de erizos por rango de talla para las diferentes áreas que conforman el polígono 7 de la región de Aysén. Se presenta dichas cifras en la Tabla 39.

Con la información generada es posible estimar la biomasa total por rango de talla para el polígono 7. Para valorar dicha biomasa se utiliza el valor sanción del erizo, que alcanza a \$ 566,1/kg durante el 2015. Cabe notar que la talla mínima para extracción del recurso erizo es 70 mm en la región de Aysén. Los resultados se detallan en la Tabla 40.

Tabla 39. Región de Aysén: estimación de la distribución de la biomasa total de erizos por rango de talla y área, Polígono 7

TALLA	LEUCAYEC	LEUCAYEC S	GRUPO PELIGROSO	GUAITECAS	BETECOIS	3 CANALES	BAHÍA LOW	BARRIENTOS
(mm)	(ton)							
10 – 20	0	0	4	31	4	18	38	37
20 – 30	60	4	16	162	15	149	318	311
30 – 40	201	11	86	260	71	169	799	781
40 – 50	67	19	166	141	143	201	1.122	1.096
50 – 60	274	29	215	129	173	381	1.216	1.188
60 – 70	285	15	207	103	162	297	706	690
70 – 80	0	14	134	41	107	60	124	121
80 - 90	0	0	0	56	0	80	83	82
90 - 100	0	0	0	28	0	80	167	163
TOTAL	888	92	827	950	675	1.435	4.573	4.468

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40. Región de Aysén: valor económico estimado del servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción para el recurso erizo, Polígono 7.

TALLA	BIOMASA TOTAL	EDAD	VALOR ECONÓMICO
(mm)	(ton)	(años)	(Millones de \$ pesos)
10 - 20	132	1	74,7
20 - 30	1.033	2	584,8
30 - 40	2.379	3	1.346,8
40 - 50	2.955	4	1.672,9
50 - 60	3.603	5	2.039,8
60 - 70	2.465	6	1.395,5
70 - 80	601	7	340,2
80 - 90	301	8	170,4
90 - 10	438	9	240,8
TOTAL	13.908		7.873,3

Fuente: Elaboración propia.

El valor económico del servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción de erizos, Polígono 7, región de Aysén alcanza a \$ 7.873,3 millones de pesos. La mayor parte de este valor corresponde a biomasa de individuos con una talla menor a la mínima permitida, \$ 7.114,5 millones ó 90,3% del valor total del servicio.

Para el caso de la merluza del sur se utiliza la información del proyecto FIP 2009-10: "Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2009", que estima stock en la zona del mar exterior de la región de Aysén; y el proyecto FIP 2009-09 "Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola en aguas interiores de la X y XI Regiones, año 2009". Estos estudios entregan información sobre la distribución de la abundancia de merluza austral por rango de talla y edad para el conjunto de los lances de pesca considerados en cada estudio. También se tiene peso y talla media por rango de edad, por lo cual es posible estimar una distribución de biomasa por rango de edad y talla para las campañas de merluza austral en aguas exteriores y para la estimación hidroacústica de merluza austral en aguas interiores. Estos antecedentes se encuentran divididos por género de (macho y hembra). Dado que cada estudio dispone de información de biomasa total, porcentaje que corresponde a machos y hembras, edades y tallas, es posible realizar el mismo ejercicio que para el caso de los erizos, y con ello obtener las estimaciones de biomasa a valorizadas a valor de sanción actual y descontado, en este último caso en la medida que corresponda a tamaños menores a la talla mínima permitida para captura.

Respeto a la distribución geográfica en el caso de la merluza de cola y merluza austral, para las zonas de mares interiores y exteriores de la región de Aysén. La Figura 7, en el cuadro del lado izquierdo muestra la distribución de los lances de pesca/caladeros en aguas interiores (puntos en verde) y aguas exteriores (puntos en rojo) para la región de Aysén.

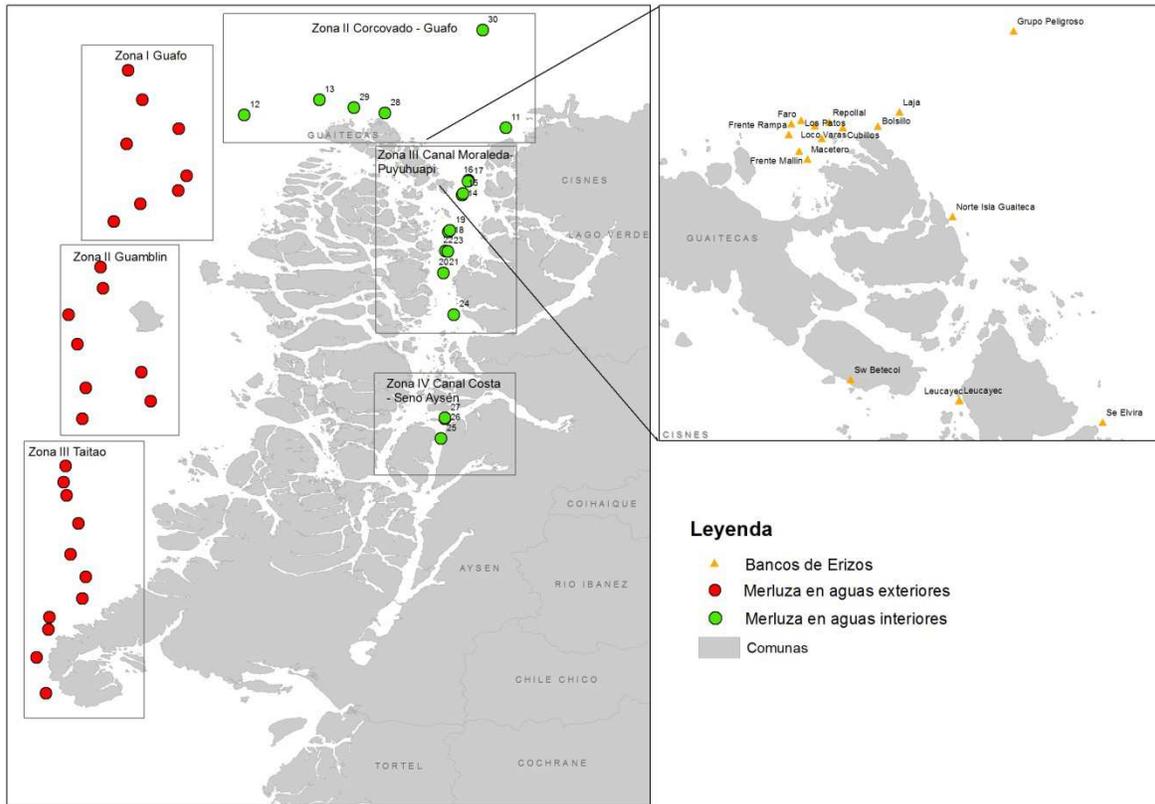


Figura 7. Distribución de lances de pesca, aguas Interiores y exteriores, merluza austral y de cola, región de Aysén.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las estimaciones del valor económico del servicio ecosistémico de mantención y reproducción para merluza austral, en aguas interiores de la región de Aysén se presentan en la Tabla 43.

Tabla 41. Región de Aysén: valor económico estimado del servicio ecosistémico de mantenimiento y reproducción para el recurso merluza austral en aguas interiores de la Región

EDAD	BIOMASA			VALOR ECONÓMICO
	HEMBRAS	MACHOS	TOTAL	
(años)	(ton)			(millones de \$)
0	6	8	14	21,9
1	52	110	162	253,1
2	339	69	407	635,9
3	94	88	182	284,4
4	68	59	127	198,4
5	71	169	240	375,0
6	122	144	266	415,6
7	72	186	257	401,5
8	102	134	236	368,7
9	83	186	269	420,3
10	111	250	361	564,0
11	131	207	338	528,1
12	183	269	451	704,6
13	226	107	333	520,3
14	317	101	418	653,1
15	211	78	289	451,5
16	109	43	152	237,5
TOTAL	2.296	2,206	4.502	7.033,8

*Valor de Sanción: \$ 1.562.365/ton (UTM año 2015)

Fuente: Elaboración propia.

El valor del servicio ecosistémico de mantenimiento de hábitat y reproducción para el recurso merluza austral en aguas interiores de la región de Aysén alcanza a \$ 7.033,8 millones. La mayor parte de este valor, \$ 5.171,5 millones o un 73.5% del valor del servicio, corresponde a la biomasa de individuos con una talla mayor a la mínima permitida.

Para el caso de aguas exteriores, los resultados son presentados en la Tabla 42.

Tabla 42. Región de Aysén: valor económico estimado del servicio ecosistémico de mantención y reproducción para el recurso merluza austral en aguas exteriores de la Región

EDAD	BIOMASA			VALOR ECONÓMICO
	HEMBRAS	MACHOS	TOTAL	
(años)	(ton)			(millones de \$)
1	0	0	0	0,0
2	0	1	1	1,6
3	0	0	0	0,0
4	3	6	9	14,1
5	15	18	33	51,6
6	39	18	57	89,1
7	169	170	340	531,2
8	518	259	777	1.214,0
9	2.092	759	2.851	4.454,3
10	4.164	3.898	8.062	12.595,8
11	4.797	2.103	6.900	10.780,3
12	5.262	3.475	8.737	13.650,4
13	4.708	2.994	7.702	12.033,3
14	5.434	2.706	8.140	12.717,7
15	2.383	2.631	5.014	7.833,7
16	0	2.146	2.146	3.352,8
17	1.642	1.829	3.471	5.423,0
18	642	1.442	2.085	3.257,5
19	519	1.767	2.286	3.571,6
20	87	6.320	6.407	10.010,1
21	120	127	247	385,9
22	74	0	74	115,6
Total	32.669	32.669	65.337	102.083,4

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el valor del servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción del recurso merluza austral en aguas exteriores de la región de Aysén es muy superior al encontrado para aguas interiores y alcanza a \$ 102.083,4 millones. Es decir, el valor del servicio ecosistémico de mantención y reproducción para la merluza austral es casi 16 veces mayor en aguas exteriores que en aguas interiores. La mayor parte de este valor,

\$101.968 millones o 99,8% del valor del servicio corresponde a biomasa de individuos con una talla mayor a la mínima permitida.

Finalmente, para la estimación del valor económico de este servicio ecosistémico se ha considerado también los recursos productivos para lo que no existen restricciones de tamaño o talla mínima de extracción. En dicho caso, el valor del servicio ecosistémico no es descontado intertemporalmente para los tamaños bajo el mínimo permitido para cada especie, como se hizo en el caso de los recursos erizo y merluza austral para sus biomásas de tamaño menor a la talla mínima. Para la estimación mencionada se considera las especies lupa negra, merluza común y sardina austral, en cuyos casos el valor económico del servicio ecosistémico es el producto de la biomasa de cada recurso por el valor de sanción. La información de biomasa corresponde a los años para los cuales se dispone de información de dicha variable (que en la Tabla 43 se encuentran debajo del nombre de la especie en la primera columna).

Tabla 43. Región de Aysén: valor económico estimado del servicio ecosistémico de mantención y reproducción para los recursos productivos sin restricciones de tallas mínimas

ESPECIE	SITIO	BIOMASA	VALOR DE SANCIÓN	VALOR ECONÓMICO
		(ton)	(\$/ton)	(millones de \$)
Lupa Negra (1999)	Isla Vergara	20,3	324.761	6,6
	Isla Chaculay	8	324.761	2,6
Merluza de Cola (2009)	Aguas Exteriores	248.958	416.923	103.796,4
	Aguas Interiores	1.084	416.923	451,9
Sardina Austral (2007)		47.847	74.607	3.569,7
TOTAL				107.827,3

Fuente: Elaboración propia.

Valor de Sanción a UTM año 2015

De las estimaciones realizadas, es posible observar que para las especies sin exigencia de talla mínima, el valor del servicio ecosistémico de mantención y reproducción alcanza a \$107.827,3 millones, la mayor parte, \$ 103.796 o 96.2% del total, asociada al *stock* de biomasa del recurso merluza común en aguas exteriores de la Región de Aysén. El recurso lupa negra representa un valor muy bajo, dado que se valoró sólo los parches a los que se refiere el proyecto FIP-IT 99-21 “Investigación y Manejo de Praderas de Luga en las X y XI Regiones”.

IV.3.6 Matriz de Cálculo del Valor Económico Total para los servicios ecosistémicos asociados a los recursos hídricos de la región de Aysén

La asignación del valor económico estimado para cada servicio ecosistémico fue asignado a los ecosistemas identificados y analizados en la región de la manera que a continuación se indica para cada tipo de ecosistema.

El ecosistema de mar abierto considera principalmente los componentes de valor de servicios ecosistémico de provisión y mantención de hábitat y reproducción para la mayor parte de la pesquería demersal.

Por otro lado, los servicios ecosistémicos para el total de la pesquería pelágica y de una parte menor de la pesquería demersal se proveen en el ecosistema de canales y fiordos. En este mismo ecosistema de canales y fiordos se realiza la actividad de acuicultura, y por ende, también se considera el valor económico del servicio de provisión para dicha actividad económica.

En el ecosistema de aguas continentales (ríos, esteros, humedales, lagos/lagunas) se desarrollan las actividades de turismo asociadas a pesca recreativa, canotaje y descenso en balsa, por lo que entregan la totalidad del valor económico del servicio ecosistémico cultural de uso físico del paisaje para turismo.

En el ecosistema de borde costero y bahía se considera el valor económico de los servicios ecosistémicos asociados a la provisión para cosecha de algas y recursos bentónicos; además del servicio de mantención de hábitat y protección para las nutrias nativas y lupa negra.

Finalmente, en otros ecosistemas (bosque, matorral y pradera) se genera el valor económico del servicio de regulación de nutrientes y sedimentos provenientes de las cuencas hacia los cursos y cuerpo de agua.

En la Tabla 44 se presenta la Matriz de Cálculo del Valor Económico Total (MCVET) construida para la estimación del valor económico de los servicios ecosistémicos provistos por los recursos hídricos asociados a la Ley de Pesca en la región de Aysén. La estimación realizada indica que el VET de estos servicios ecosistémicos alcanza un monto piso de \$ 2.554.909,7 millones anuales, o aproximadamente USD 3.703 millones.

Tabla 44. Región de Aysén: Matriz de Cálculo del Valor Económico Total estimado para los servicios ecosistémicos seleccionados provistos por los recursos hídricos asociados a la Ley General de Pesca y Acuicultura.
(Millones de \$)

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS		DE PROVISIÓN			DE REGULACIÓN		CULTURALES	VET
		3	4	6	19	29	39	
		Algas in situ para consumo humano	Recursos hidrobiológicos para pesca artesanal e industrial	Recursos hidrobiológicos para la acuicultura	Nutrientes y sedimentos hacia los cursos y cuerpos de agua	Mantenimiento de hábitat y reproducción de especies animales	Uso físico del paisaje (Turismo)	
ECOSISTEMAS								
Asociados a los Recursos Hídricos	Mar abierto		30188,2			208916,8		239105,0
	Canales y fiordos		2814,2	1714348,0		14540,6		1731702,8
	Aguas continentales						21787,9	21787,9
	Borde costero y bahía	1407,4	8798,4			165880,0		176085,8
Otros	Bosque, matorral y praderas				221925,0			221925,0
VET		1407,4	41800,8	1714348,0	221925,0	389337,4	21787,9	2390606,5
		1757556,2			611262,4		21787,9	2390606,5

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 44 es posible apreciar que el 73,6 % del VET de los servicios ecosistémicos estimados corresponde al servicio de provisión de recursos hidrobiológicos para la acuicultura, mientras que el servicio de mantenimiento de hábitat y reproducción representa 15,2% y el servicio de regulación de nutrientes y sedimentos provenientes de las cuencas hacia los cursos y cuerpos de agua representa 8,7%. Respecto a los ecosistemas que proveen los servicios ecosistémicos valorados, el ecosistema de fiordos y canales es el que muestra la mayor participación en el VET de estos servicios, mientras que, en el otro extremo, el ecosistema de aguas continentales muestra la menos participación. Se aprecia además, que los tres ecosistemas de mar abierto, borde costero y bahía, y bosque, matorral y pradera hacen cada uno un aporte similar al VET estimado.

IV.4 Mapa de Servicios Ecosistémicos y Zonas de Mayor Interés

Los mapas de servicios ecosistémicos son considerados de gran utilidad para la comprensión y comunicación de las interacciones entre sociedad y naturaleza, ya que permite visualizar los sitios específicos donde un servicio ecosistémico es utilizado por la sociedad para su bienestar. Por esta razón constituyen una herramienta útil como apoyo a la toma de decisiones públicas en temas ambientales (Burkhard et al, 2009; Bull et al, 2016).

Debido a que los mapas de servicios ecosistémicos son cada vez más requeridos, es necesario enfatizar en las ventajas y limitaciones de este tipo de cartografía. En primer lugar es necesario aclarar que el mapa de servicios ecosistémicos es un modelo estático, ya que como cualquier mapa representa valores o características para una situación puntal en el tiempo y el espacio. Los servicios ecosistémicos, por otro lado, corresponden a un flujo que cambia en el tiempo en función de su uso y de la capacidad de los ecosistemas de proveer dicho servicio. De esta forma el mapa de servicios ecosistémicos simplemente indica el valor promedio del flujo de servicio que entrega un ecosistema en un período determinado. Esto significa que, si bien el mapa es una herramienta conceptual útil, se debe tener en cuenta que representa una sobre-simplificación de los flujos y procesos que se dan en la interacción sociedad-naturaleza. Otro aspecto importante a considerar, es que la resolución espacial del mapa de servicios ecosistémicos estará determinada por la escala a la que estén tomados los datos, pudiendo ser una limitante para estudios a escala local (Bull et al, 2016). A pesar de estas limitaciones, el uso de sistemas de información geográfica en el estudio de servicios ecosistémicos ha permitido visualizar la heterogeneidad con que se distribuyen los patrones de provisión y aprovechamiento de los servicios ecosistémicos, incorporando mayor realismo este tipo de estudios, ya que refleja el hecho de que los servicios ecosistémicos no se usan de la misma forma e intensidad dentro de un mismo ecosistema.

La heterogeneidad en la valoración social y económica dentro de un mismo ecosistema ha sido discutida y evaluada en diferentes estudios (Burkhard et al, 2012; García- Nieto et al, 2013; Queiroz et al, 2015), encontrándose diferencias significativas tanto en la intensidad de uso como en la valoración económica de servicios ecosistémicos provisto por el mismo ecosistema en sitios diferentes. Esta metodología se considera útil para cumplir con los objetivos de este estudio ya que permite identificar los ecosistemas que proveen los servicios priorizados, y también dentro de cada ecosistema, establecer los sitios de especial interés desde la perspectiva de la generación y valoración de servicios ecosistémicos.

Por tanto, el mapeo de servicios ecosistémicos en el marco de este estudio tiene dos objetivos:

- i. Generar mapas conceptuales que muestren la distribución espacial de los servicios ecosistémicos⁴⁹. Estos mapas han sido generados en función de los ecosistemas que son capaces de proveer los servicios ecosistémicos identificados por los actores locales como relevantes para la zona. Para el objetivo de este estudio se entenderá como provisión a la capacidad de un ecosistema, de proveer bienes y servicios ecosistémicos que son utilizados por la sociedad en un determinado período de tiempo.
- ii. El segundo objetivo es identificar las áreas de mayor interés, desde la perspectiva de la generación y valoración de servicios ecosistémicos. Se consideraron como áreas de mayor interés aquellos sitios donde se están utilizando los servicios ecosistémicos en la actualidad, lo que será realizado en función de la demanda (o aprovechamiento) de servicios ecosistémicos de acuerdo a la metodología presentada por Bachmann-Vargas (2013), en base a Burkhard et al. (2009, 2012), para la cuenca del río Aysén. Para el objetivo de este estudio, la demanda corresponde a los servicios ecosistémicos que están siendo aprovechados en

⁴⁹ Corresponde a la actividad 10 de la propuesta técnica

beneficio de la sociedad, en un lugar y tiempo determinado. Este mapa es la base para la espacialización del valor económico de los servicios ecosistémicos.

Se presenta una comparación cualitativa de las zonas de provisión y aprovechamiento para evaluar la relación entre ambas zonas. Para hacer comparables los mapas de provisión y aprovechamiento se estableció una escala cualitativa de 0 a 5, donde 0 indica que el flujo de oferta o demanda no es relevante, y 5 indica que es muy relevante Burkhard et al. (2009, 2012), en la Figura 8 se indica la escala de valores y su significado.

Luego, el denominado “mapa de balance” que se indica en la misma figura, corresponde a la resta o diferencia entre los valores cualitativos de provisión – aprovechamiento; éste indicador cualitativo permite establecer áreas con exceso de oferta y demanda de servicios ecosistémicos, considerando tanto el uso actual como la capacidad de los ecosistemas de proveer los servicios demandados. La escala de valores del balance o área de mayor interés se indica en la Figura 8 donde las zonas de “exceso de demanda” se establecen en valores negativos y las de oferta en valores positivos, el valor 0 representa una situación de equilibrio, es decir, el uso del servicio se da en la misma magnitud que la oferta.

El exceso de demanda significa que son sitios donde en la actualidad los servicios ecosistémicos están siendo utilizados, con riesgo de ser sobre-explotados debido a un desequilibrio con la oferta de servicios que pueden brindar los ecosistemas, y por lo tanto requieren ser gestionados para evitar su degradación y conflictos asociados a su uso. Por otra parte, el “exceso de oferta” se refiere a los ecosistemas que tiene una alta capacidad de generar el servicio ecosistémico analizado, pero que en la actualizada está siendo utilizado muy poco por diferentes razones.

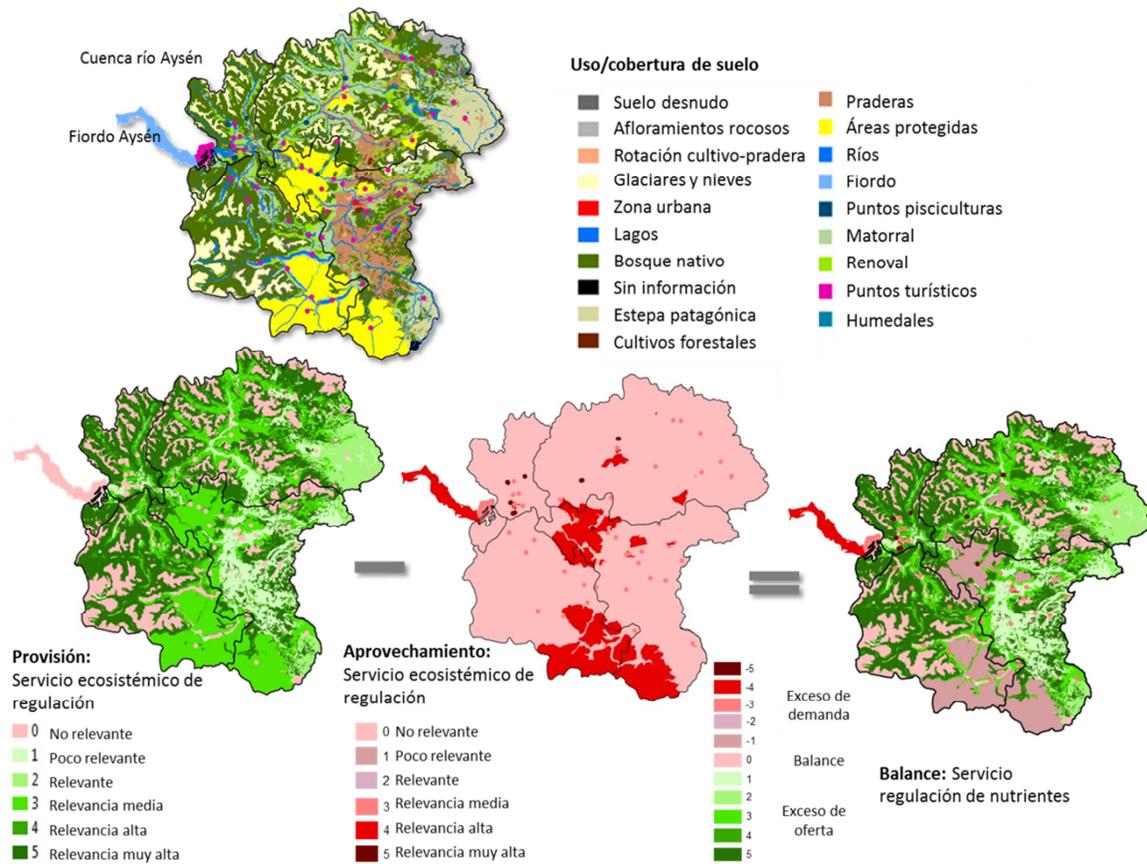


Figura 8. Mapeo cualitativo del servicio ecosistémico de regulación de nutrientes, incluyendo provisión (oferta), aprovechamiento y balance en la cuenca río Aysén. Fuente: Bachmann-Vargas (2013)

Los mapas de provisión, aprovechamiento y balance de los 5 servicios ecosistémicos priorizados en este estudio se realizaron usando diferentes datos y supuestos que se describen para cada uno de ellos.

También, se presentan los mapas del valor económico de los servicios ecosistémicos, los valores económicos estimados en este proyecto se añadieron a los mapas de demanda, bajo ciertos criterios que permitieron representar la heterogeneidad de los valores en los ecosistemas regionales. Estas consideraciones se explican en cada mapa.

Es necesario destacar que la generación de estos mapas se hizo en base a cartografía existente para la región de Aysén, por tanto, la escala de trabajo y el alcance están

relacionados directamente a la disponibilidad de esta cartografía y de datos georreferenciados extraídos de diversas fuentes.

IV.4.1 Mapeo de la Provisión de Recursos Hidrobiológicos por Pesca Artesanal e Industrial *in situ*

Los sitios de extracción (o demanda) de productos de la pesca artesanal e industrial se obtuvieron por 2 fuentes: en primer lugar el listado de especies que se extraen en la región, se obtuvo del Anuario Estadístico de Pesca⁵⁰.



Figura 9. Taller de mapeo participativo realizado el día 10 de noviembre de 2015 en las dependencias de SERNAPESCA – Aysén.

Luego, para la identificación de los sitios de donde se extraen estas especies, se realizó un taller participativo el día 10 de noviembre en Puerto Aysén. A este taller fueron invitados

⁵⁰ disponible en el *sitio web* de SERNAPESCA

profesionales de SERNAPESCA, SUBPESCA y DIPLADE de la Región, con el fin de que identificaran en un mapa impreso, los sitios de extracción de los diferentes productos, en base a sus conocimientos y experiencia (Figura 9). En la Figura 10 se presenta el mapa final y su digitalización. Este mapa fue utilizado para realizar el mapa cualitativo de la demanda de este servicio ecosistémico, sin embargo no fue posible realizar un mapa de oferta del mismo, pues no se tiene información sobre el rango de distribución de las especies de interés productivo a escala regional.

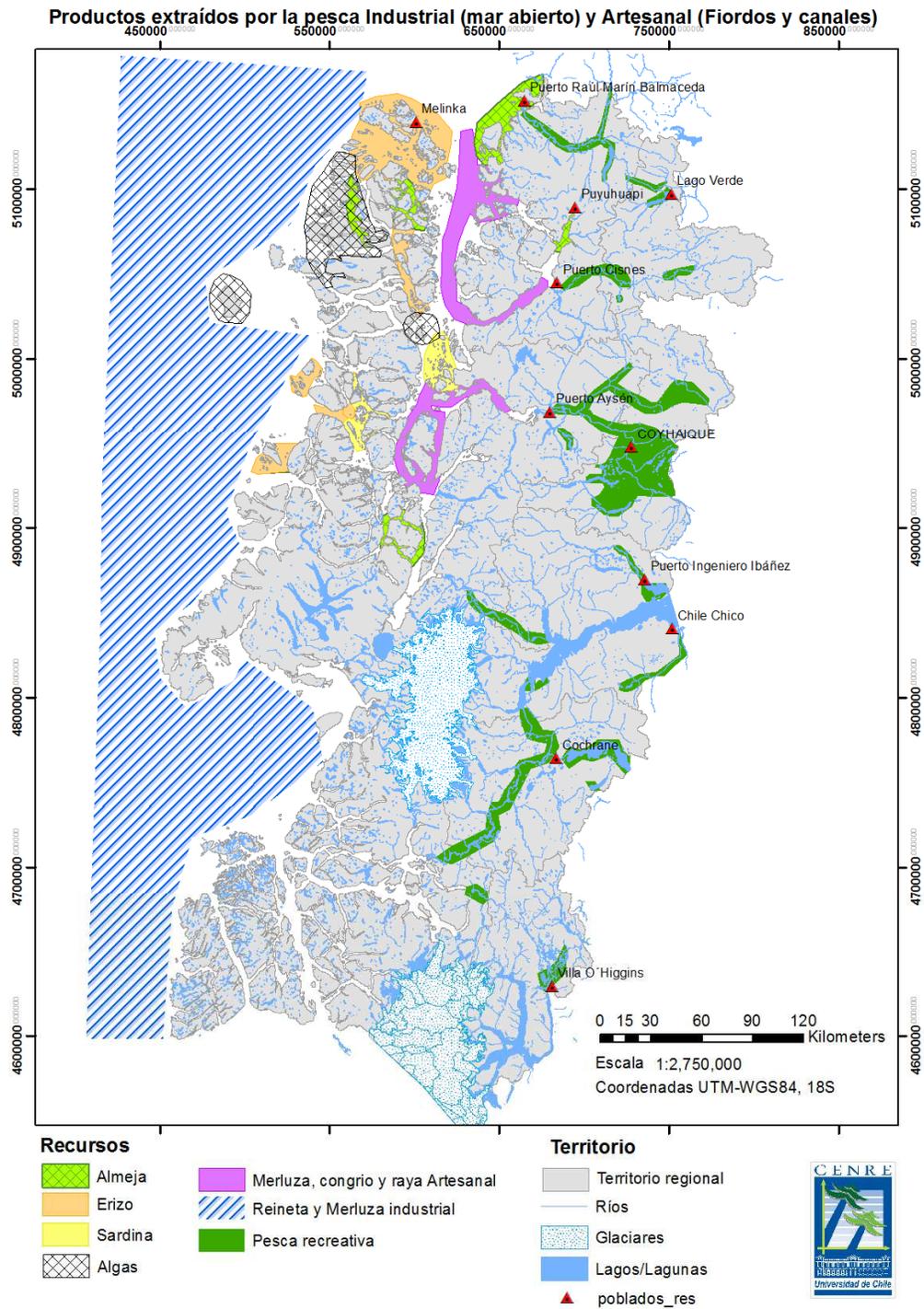
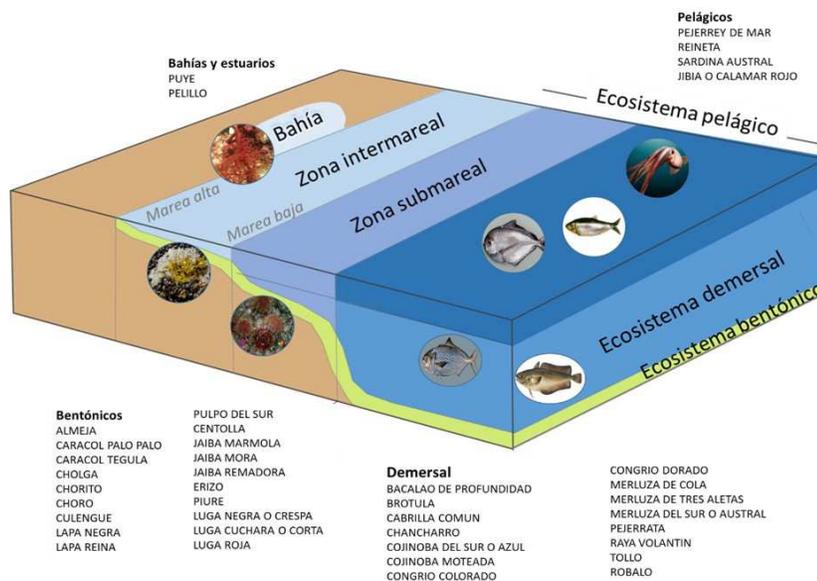


Figura 10. Resultado del mapeo participativo para los sitios de extracción de recursos pesqueros en la región de Aysén.
 Fuente: Elaboración propia

Para este servicio ecosistémico, adicionalmente se realizó un modelo conceptual de perfil marino (Figura 11) con el fin de representar los ecosistemas que son más relevantes desde el punto de vista de la demanda de recursos pesqueros artesanales e industriales, y que no pueden ser desagregados en mapas regionales. A este diagrama se le aplicó la escala cualitativa de demanda de 0 a 5, siguiendo el ejemplo de la Figura 8. Los valores fueron asignados en base al criterio de los profesionales que participaron en el taller, y luego se contrastó los datos de desembarques pesqueros registrados por SERNAPESCA para el año 2015 (enero-noviembre), con el fin de comparar si los valores asignados por ecosistema se relacionan con la magnitud de los desembarques provenientes de estos ecosistemas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Perfil vertical utilizado para representar los ecosistemas marinos. Las especies indicadas por ecosistemas fueron extraídas del listado de desembarques pesqueros artesanales e industriales entregados por SUBPESCA y asignados al ecosistema que representa su hábitat.

IV.4.1.1. Mapas de oferta, demanda de recursos hidrobiológicos por pesca *in situ* para consumo humano

Para el caso de este servicio ecosistémico se han generado dos mapas conceptuales de demanda, un mapa regional en 2 dimensiones desarrollado en el mapeo participativo y un perfil vertical en 3 dimensiones donde se indican los ecosistemas marinos, este último será el utilizado para luego generar el mapa del valor económico del servicio ya que permite establecer diferencias entre ecosistemas. En este caso no se realizó mapa de oferta, pues este correspondería al hábitat potencial de cada especie y no existe información suficiente sobre los diferentes recursos pesqueros extraídos en la Región.

En la Figura 13 se presenta el mapa de los sitios de extracción de los principales recursos pesqueros en la región de Aysén, tanto los explotados por industriales como artesanales, el cual fue construido en el taller de mapeo participativo. Este mapa permite observar que los sitios donde se concentra la demanda de recursos pesqueros se encuentran al centro y norte de la región. En la zona sur de la región no existe una explotación artesanal de recursos pesqueros establecida, esto debido principalmente a la dificultad de acceso a los fiordos y canales del sur de la Región, donde además la densidad poblacional es muy baja y no existe tradición pesquera.

Si bien, no se dispone de datos para la distribución de las especies productivas extraídas por pescadores artesanales en la zona sur de la Región, existe una alta probabilidad de que existan bancos no explotados de las mismas, sin embargo, se requiere información más precisa sobre el hábitat de las especies productivas para poder generar un mapa de provisión de este servicio ecosistémico.

Luego en la Figura 14, se muestra el modelo conceptual de los ecosistemas marinos con la escala cualitativa de los flujos que va desde “flujo no relevante” a “flujo con relevancia muy alta”, la cual fue establecida en el taller de mapeo participativo en la región de Aysén. Esta valoración cualitativa fue comparada con los datos de desembarque por pesca artesanal e

industrial en la Región, ya que en el taller ese fue el parámetro que utilizaron los participantes para asignar los valores cualitativos (Tabla 45).

Tabla 45. Valores cualitativos de servicio ecosistémico de provisión en base a los datos de desembarque artesanal e industrial anual; 2014.

SECTOR	ESPECIES POR ECOSISTEMA	ESPECIES	DESEMBARQUE (año 2015)	VALOR CUALITATIVO ASIGNADO
			(ton/año)	(escala 0 a 5)
PESCA ARTESANAL	Especies bentónicas (Mariscos y crustáceos)	Almeja, caracoles, choritos, cholga, centolla, Jaibas, erizos, lapas, culengue, entre otros	10.445,74	Relevancia muy alta (5)
	Submareales, bahías	Algas: Luche, Luga	3.367,07	Poco relevante (1)
	Pelágicos	cabrilla, Jurel, Robalo, entre otros	1.194,05	Relevante (2)
	Demersales	Merluza Austral, Congrio (dorado y colorado), Raya, , puye	4.308,68	Relevancia media (3)
PESCA INDUSTRIAL	Pelágicos	Reineta	8.569,33	Relevancia muy alta (5)
	Demersales	Cojinoba, Merluza de cola, Merluza Austral	3.912,21	Relevancia media (3)

Fuente: Elaboración propia.

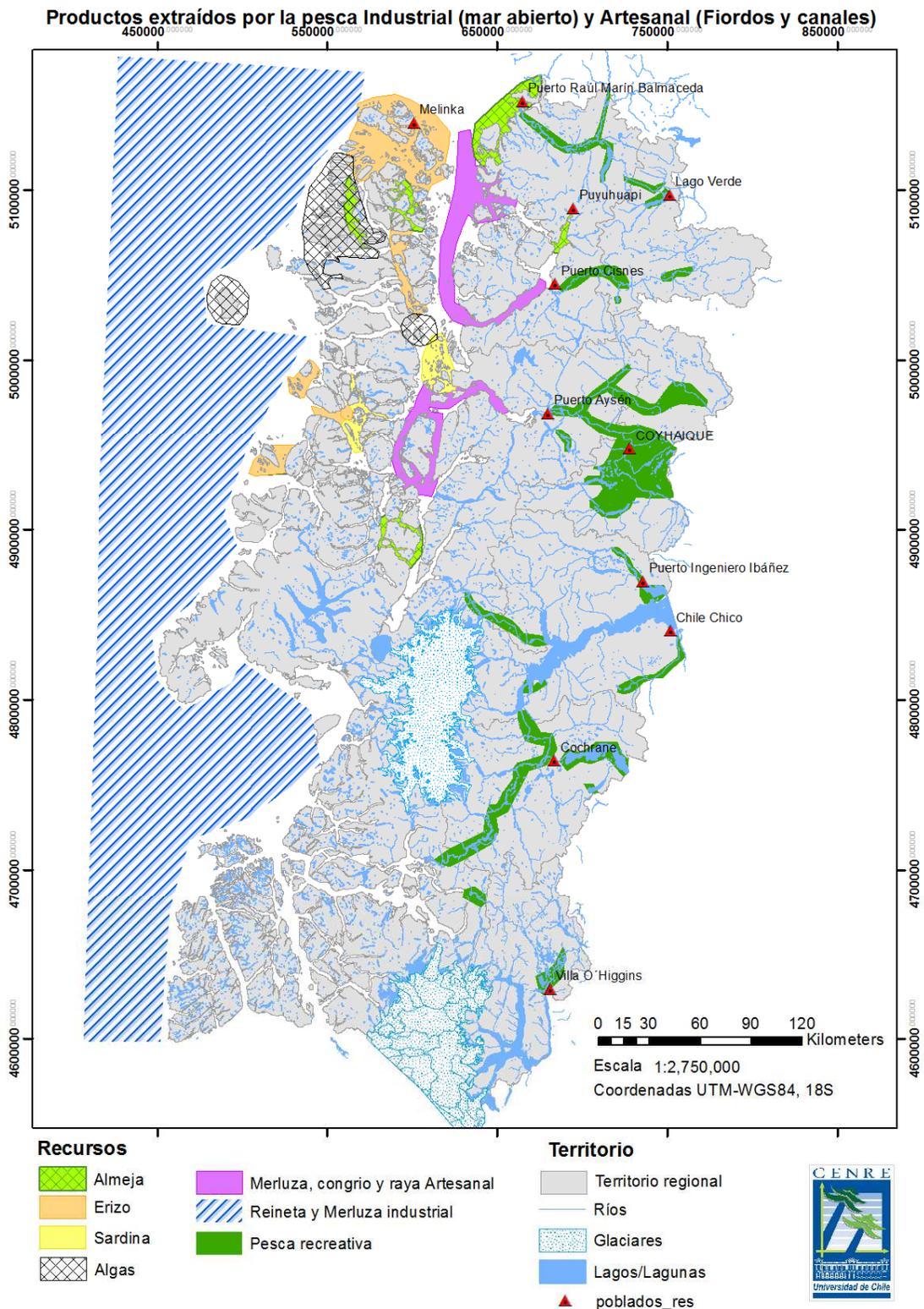


Figura 12. Mapa de provisión de servicios ecosistémicos de la pesca artesanal e industrial

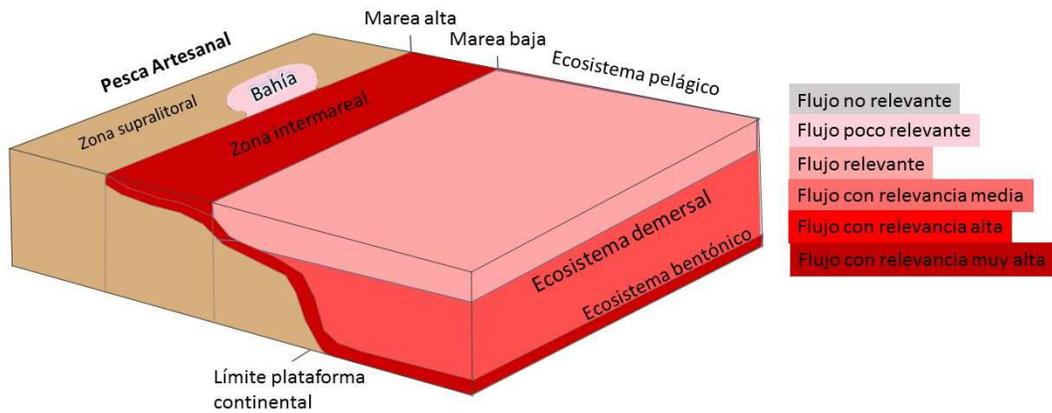


Figura 13. Flujo de servicios ecosistémicos desde los ecosistemas marinos hacia la pesca artesanal

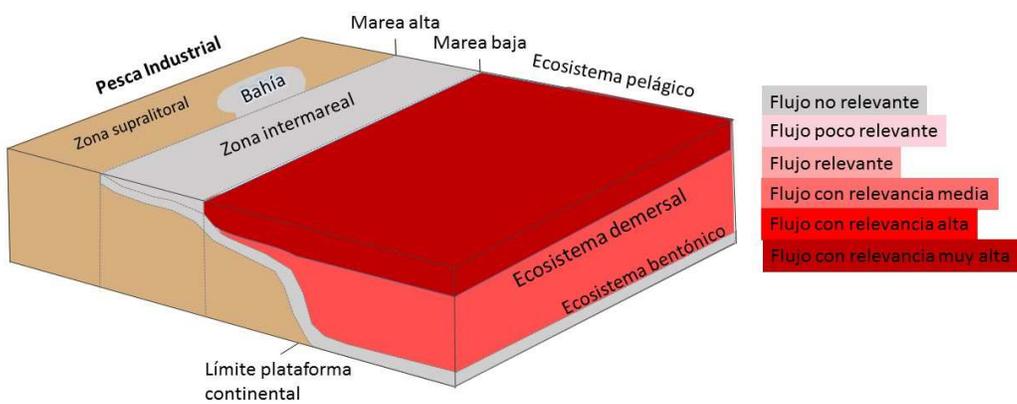


Figura 14. Flujo de servicios ecosistémicos desde los ecosistemas marinos hacia la pesca industrial

Estas figuras permiten observar las diferencias en los recursos dominantes que extraen los pescadores artesanales e industriales. Los últimos extraen principalmente de las zonas de mar abierto y los artesanales en zonas de fiordos y canales, dentro del taller participativo se identificaron solo algunos conflictos por pesca de recursos comunes, que corresponden a peces como reineta y merluza. Estos perfiles fueron la base para la construcción de los mapas de valor económico, debido a que la disposición de los ecosistemas marinos en el espacio no permite mapearla en dos dimensiones como en el caso de las cartografías territoriales. Si bien el resultado del mapeo participativo indica zonas de extracción, este se utilizó solo como referencia cualitativa pues no permite hacer una desagregación de los valores económicos por ecosistemas. Los resultados se presentan en la Figura 15 y 16, separados por provisión a la pesca artesanal e industrial.

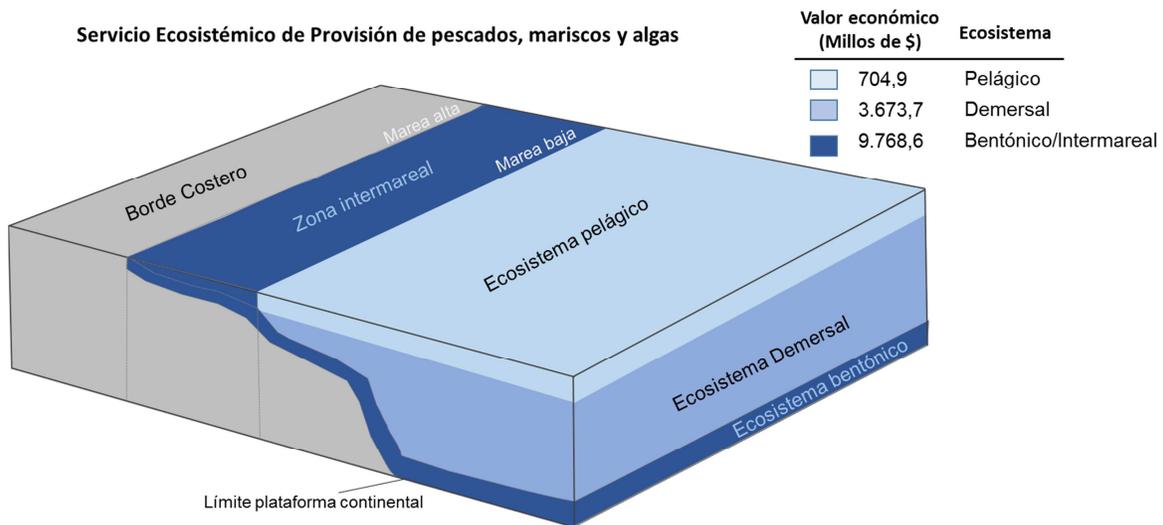


Figura 15. Perfil vertical de los ecosistemas marinos y valor económico del servicio de provisión de pescados, mariscos y algas para pescadores artesanales.

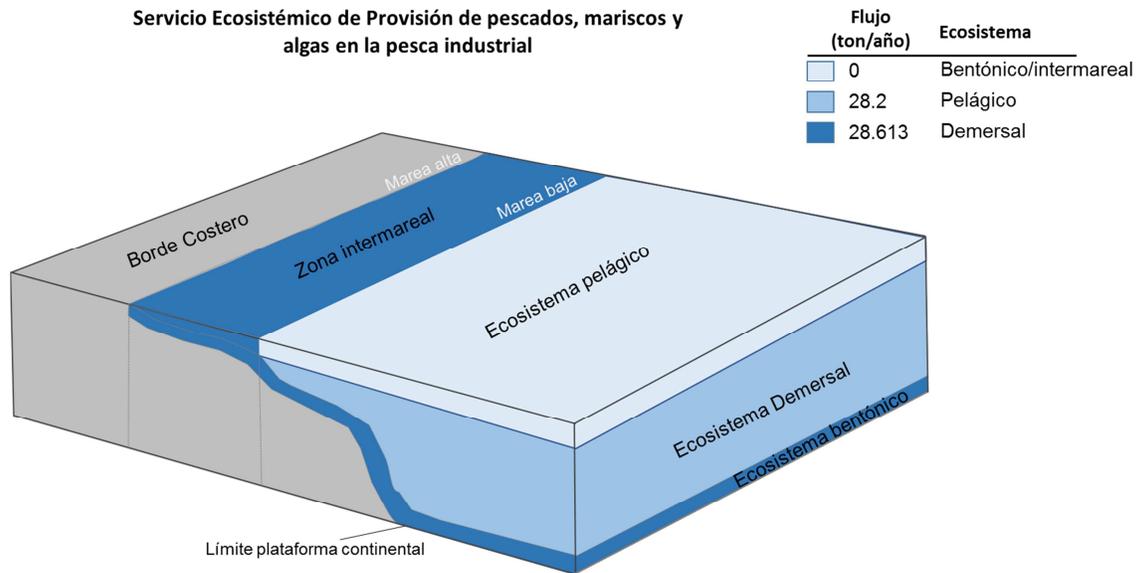


Figura 16. Perfil vertical de los ecosistemas marinos y valor económico del servicio de provisión de pescados, mariscos y algas para pesca industrial regional y extraregional

Los resultados indican que las zonas con mayor valor para los pescadores artesanales e industriales difieren, siendo más valiosas para los pescadores artesanales el ecosistema bentónico e intermareal; y para los industriales el ecosistema demersal. La presentación de la información desagregada por tipo de usuario se hace relevante ya que no es comparable la magnitud de los beneficios económicos, si bien el valor económico del servicio de provisión por pesca artesanal es menor, hay que considerar que la cantidad de usuarios que se beneficia de ella es mucho mayor. Tal como se indica en la Tabla 9 de este informe (Listado global de usuarios), los pescadores artesanales se han estimado en 3.139, agrupados en 115 organizaciones de pescadores artesanales, compuestos de: 4 asociaciones gremiales, 12 cooperativas, 37 sociedades de responsabilidad limitada y 62 sindicatos. Donde además se consideran 31 AMERB. Por otra parte, los usuarios industriales regionales se han estimado en 5 naves industriales, compuestos de 3 buques hieleros y 2 buques factoría. Por lo tanto, a la pesca artesanal se puede asignar una la relevancia mayor para el bienestar social de los habitantes de la región.

IV.4.2 Mapeo del Servicio Provisión de Recursos Hidrobiológicos por Acuicultura in situ para consumo humano

Los datos para la generación de los mapas de oferta, demanda y remanente del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura, se obtuvieron de diversas fuentes primarias y secundarias.

Para el mapa de demanda se utilizó como cartografía base, los sitios donde se encuentran instalados centros de cultivo de salmones en los fiordos y canales de la región de Aysén, información entregada por la contraparte técnica para los objetivos de este proyecto. Se consideró que los sitios donde existen concesiones tienen un valor 5 de flujo de demanda, pues es donde en la actualidad se está utilizando el servicio ecosistémico. Los sitios donde no hay concesiones se les asignó un valor puntual de 0 y se realizó una interpolación espacial con los datos cualitativos (0 y 5) para obtener un mapa continuo de demanda, asumiendo que los sitios cercanos a las actuales concesiones acuícolas tienen potencial para ser utilizadas, pues presentan características similares a los sitios donde ya están instaladas.

Luego la construcción del mapa de oferta se realizó en base al mapa de la Macrozonificación del borde costero entregada por DIPLADE-Aysén, vía oficio. Se utiliza esta cartografía bajo el supuesto de que contiene todas las restricciones para el desarrollo de la actividad acuícola, y además porque establece los sitios prioritarios para la preservación y conservación ambiental, y para el desarrollo de otras actividades económicas como pesca y turismo. A las zonas establecidas en la cartografía de Macrozonificación se le asignó una escala cualitativa de 0 a 5 de acuerdo a la posibilidad de que en estas zonas se realice acuicultura, en la sección de resultados se indican los valores cualitativos asignados. Esta cartografía se unió con la de Parques Nacionales, los cuales tienen una porción marina protegida, a estas zonas se les asignó un valor 0 por la imposibilidad legal de realizar acuicultura en estas zonas.

Finalmente se agregó una zonificación donde se separa la zona de fiordos y mar abierto, debido a que en el taller de mapeo participativo los asistentes hicieron énfasis en que los Fiordos no son óptimos para la instalación de centros de cultivo en alta densidad, por que presentan menor capacidad de dilución respecto a canales y mar abierto; por lo tanto se consideró que la capacidad de los fiordos para el desarrollo de esta actividad es media, así al flujo se le asignó un valor de 3 y a canales un valor de 4. Las zonas de fiordos se identificaron usando la base de datos de nombres geográficos disponible en el Sistema Integrado de Información Territorial (SIIT) de la Biblioteca del Congreso Nacional⁵¹. Como mar abierto se consideró todo lo que está al Este del límite de la capa de Macrozonificación de Borde Costero, por su capacidad de dilución se le asignó un valor de flujo 5. Se da este valor, puesto que en el Taller de mapeo participativo se indicó que existe la posibilidad de hacer acuicultura “*offshore*” o en mar abierto, y que se considera que genera menos conflictos ambientales, sin embargo, en Chile esto no se realiza principalmente por problemas tecnológicos y de conectividad.

El mapa de oferta se restó al de demanda para obtener el mapa “remanente” o de zonificación cualitativa para el servicio ecosistémicos de acuicultura.

IV.4.2.1. Mapas de oferta, demanda de los recursos hidrobiológicos por acuicultura in situ para consumo humano

La provisión del servicio ecosistémico de acuicultura se estableció espacialmente utilizando la información de los actuales centros de cultivos en la Región, con lo cual se realizó una interpolación espacial ya que son datos puntuales y para la zonificación se requieren datos espaciales continuos, la interpolación espacial se realizó considerando como supuesto, que los sitios más cercanos a los ya establecidos son los que tienen las mejores condiciones para el establecimiento de la acuicultura, potencialidad que disminuye con la distancia. En la Figura 17 y 18, se presenta el mapa de aprovechamiento de las zonas norte y sur de la

⁵¹[Siit2.bcn.cl/mapas_vectoriales](http://siit2.bcn.cl/mapas_vectoriales)

Región respectivamente. Se separaron las zonas norte y sur sólo con el fin de que se puedan observar los detalles en la versión impresa de este informe.

Luego en la Figura 19 y 20, se presentan los mapas de provisión, contruidos en base a la Macrozonificación del borde costero de la región de Aysén. Los valores cualitativos asignados en el mapa se indican en la Tabla 48, donde el mayor valor (5) se da en las zonas con aptitud acuícola, y el menor (0) en las zonas destinadas a preservación, donde la actividad acuícola es incompatible.

Tabla 46. Categorías de la macrozonificación del borde costero de Aysén y los valores cualitativos asignados al flujo de oferta de servicio ecosistémico.

ZONA	OFERTA (0-5)
Preferencial para la acuicultura	5
Preferencial para extracción de recursos bentónicos	2
Preferencial para el turismo	2
Preferencial para la conservación	1
Preferencial para la preservación	0
Preferencial para la preservación sujeta a estudio	0
Fiordos	3
Canales	4
Mar abierto	5

El mapa de “diferencia” (Figura 21 y 22), indica de forma integrada las zonas donde actualmente se aprovecha dichos servicios y aquellas donde hay potencial. La escala de valores permite identificar además aquellos sitios donde hay exceso de aprovechamiento, es decir que el uso del servicio ecosistémico es mayor que la capacidad de los ecosistemas para generarlo, en el caso de la región esto se da principalmente en la zona de fiordos. Es importante destacar que estos mapas sólo reflejan los supuestos mencionados para su construcción, por lo tanto, se pueden agregar más criterios, como por ejemplo restricciones legales que representen mejor la realidad. Un destacable, es el del Canal Moraleda que si bien presenta un exceso de oferta por sus características para el establecimiento de acuicultura existen conflictos sobre su uso para acuicultura con los pescadores artesanas y operadores turísticos, criterios que en este caso no se incorporaron

porque no existen antecedentes para identificar zonas de conflicto, pero que de incorporarse podrían mejorar sustancialmente la calidad del modelo.

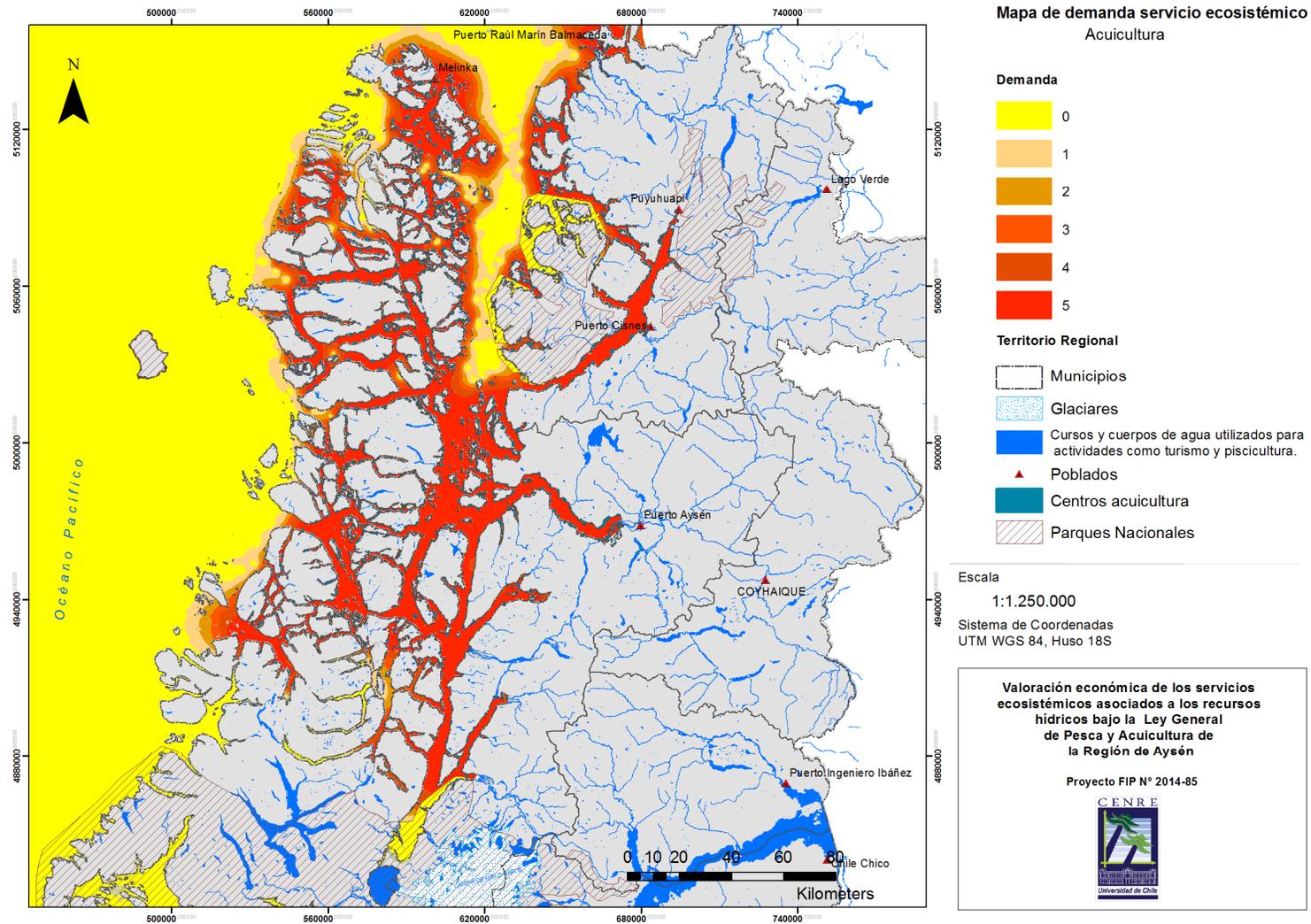


Figura 17. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona norte de la región de Aysén.
Fuente: Elaboración propia.

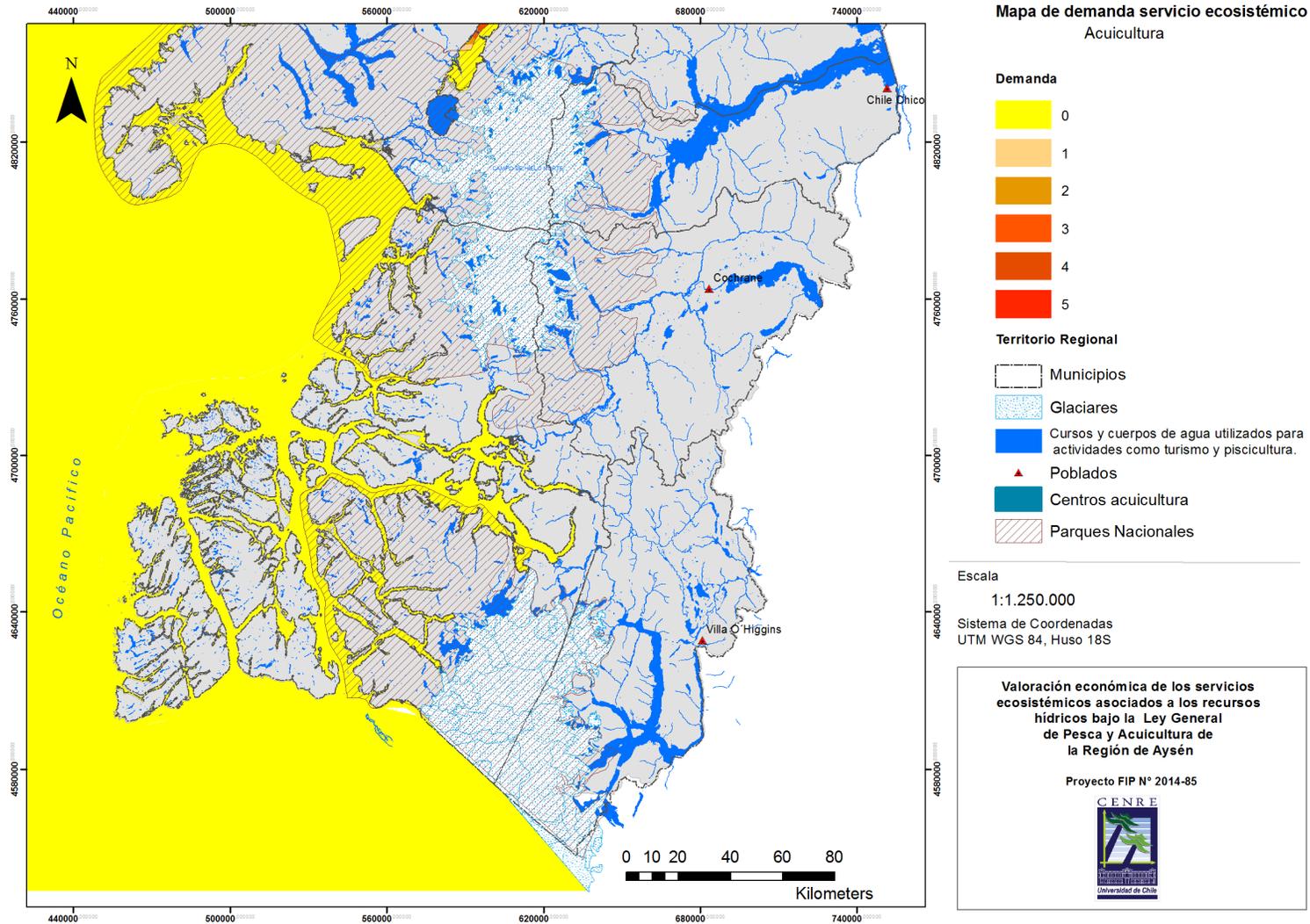


Figura 18. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona sur de la región de Aysén.
Fuente: Elaboración propia

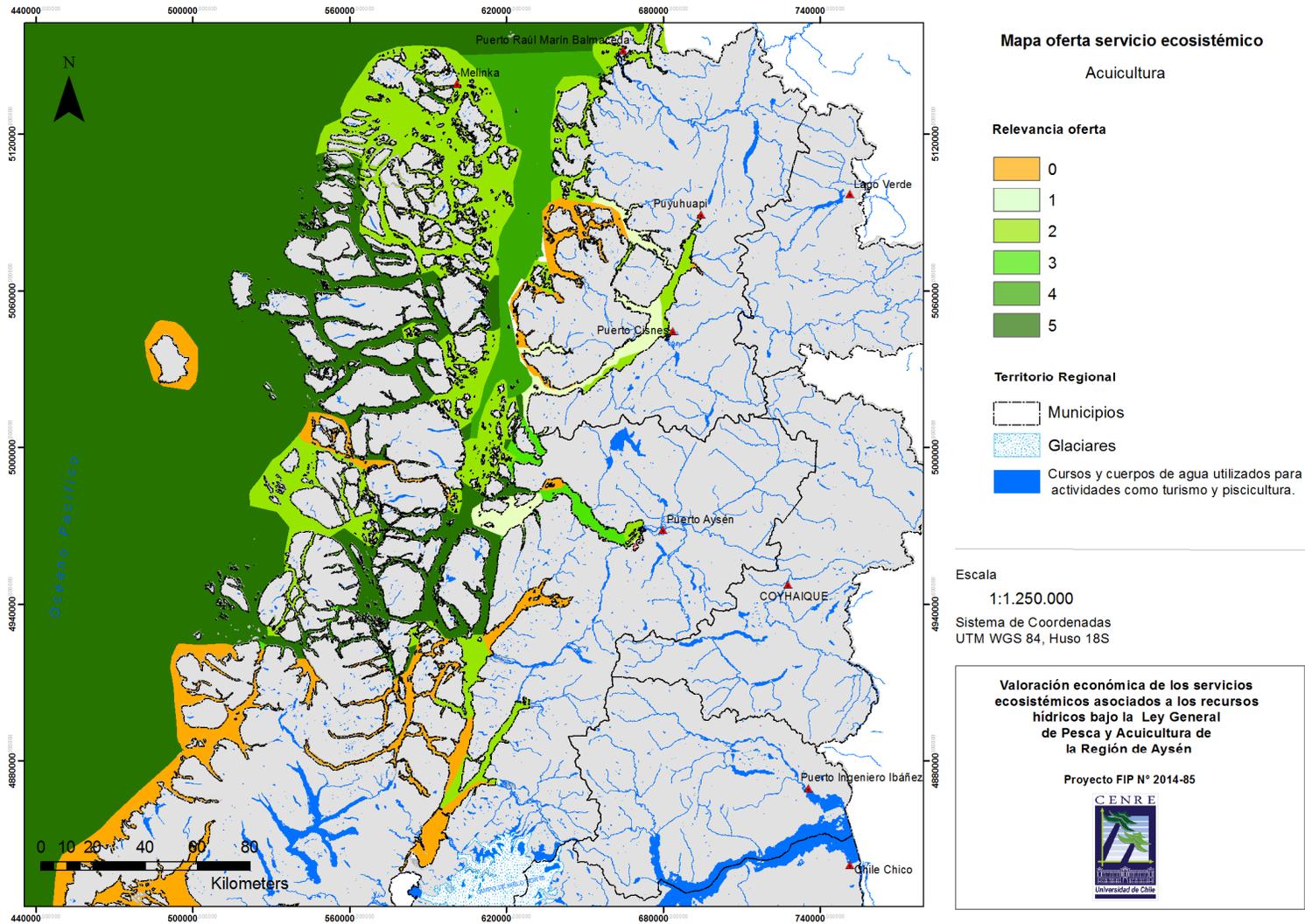


Figura 19. Mapa de provisión del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona norte de la región de Aysén.
Fuente: Elaboración propia.

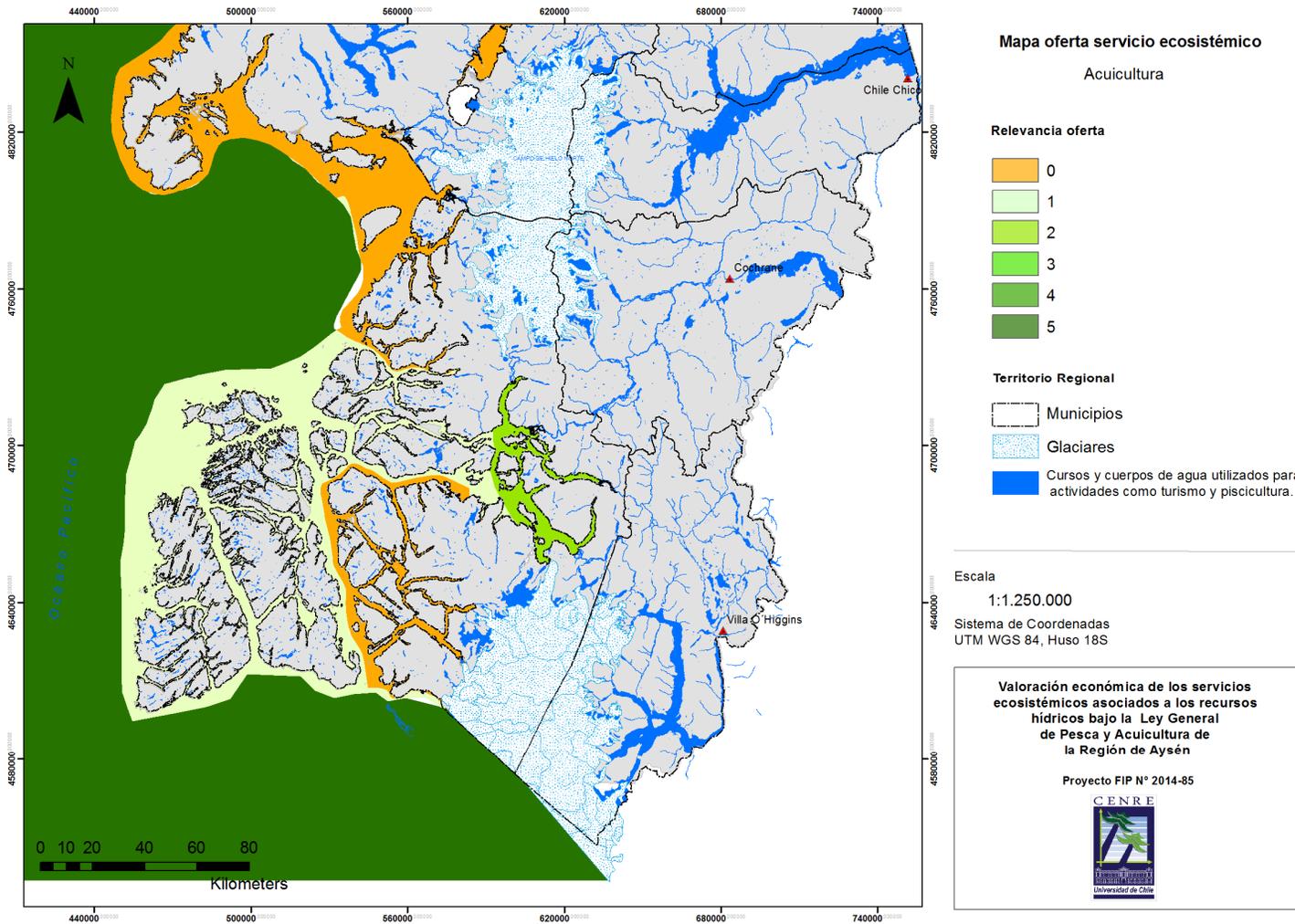


Figura 20. Mapa de provisión del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona sur de la región de Aysén.
Fuente: Elaboración propia

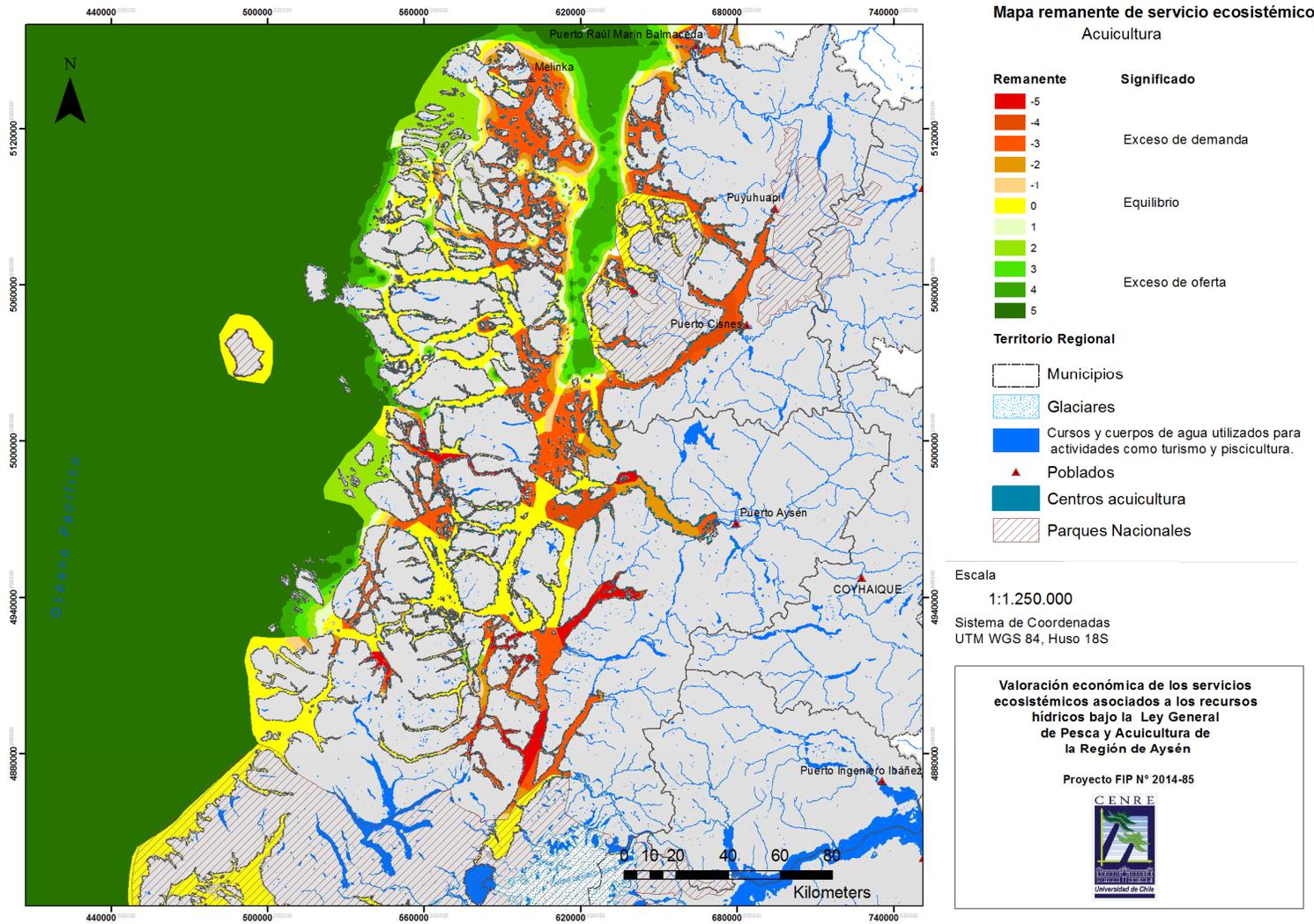


Figura 21. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona norte de la región de Aysén.
 Fuente: Elaboración propia.

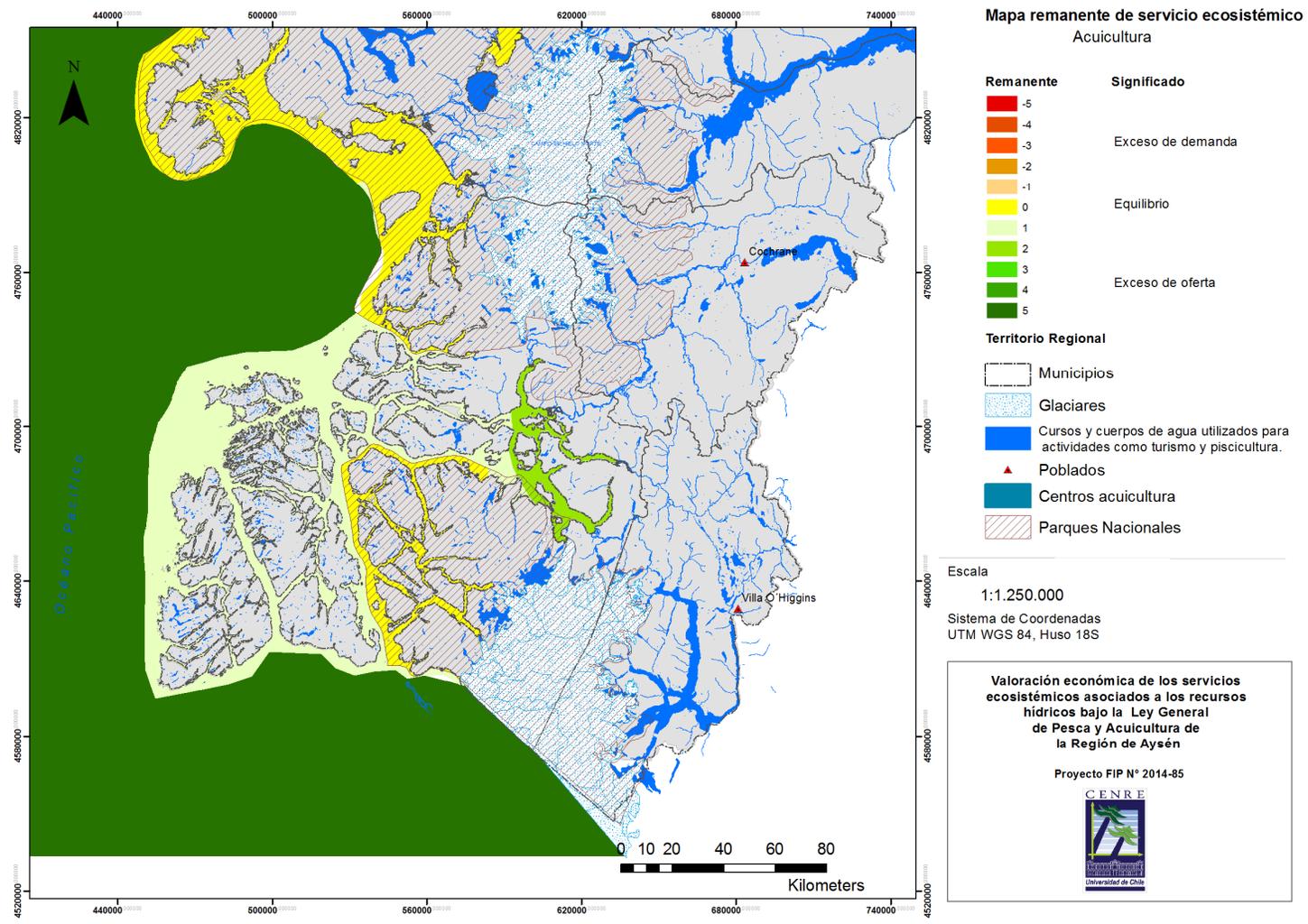


Figura 22. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona sur de la región de Aysén.
 Fuente: Elaboración propia.

El valor económico del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura se espacializó utilizando los datos de producción por centro de cultivo para el año 2014, entregados por SERNAPESCA. A estos se les asoció el valor económico estimado por especie para los objetivos de este proyecto. Es necesario recalcar que SERNAPESCA solicitó a las empresas acuícolas de la región esta información debido a que no corresponde a información de carácter público. De las 26 empresas a las que se les envió la solicitud, solo 8 entregaron las cifras solicitadas con las coordenadas geográficas de sus centros de cultivo, razón por la cual sólo se incorpora esta información al mapa, faltando las cifras de 18 empresas que se negaron a entregar la información⁵².

En la Figura 23, se indican el valor económico del servicio ecosistémicos de provisión por acuicultura, sin embargo, sólo se incorporan aquellos centros de cultivo para los cuales se contó con información de producción georreferenciada. Es necesario dejar en claro que en la figura sólo se muestra la zona centro-norte de la Región y que no existen centros de cultivo en la zona sur.

Si bien por la escasez de datos en este caso no ha sido posible realizar un análisis geoestadístico se considera relevante que los servicios públicos cuenten con información georeferenciada de las actividades productivas ya que los análisis geoestadísticos permitirían realizar zonificaciones que por ejemplo, den cuenta de las zonas en las que el valor económico del servicio ecosistémico es mayor.

⁵² La información de las empresas que entregaron las cifras de producción fue respondida mediante ORD./XI/Nº 10776 que da respuesta a la consulta SIAC Nº 460394215

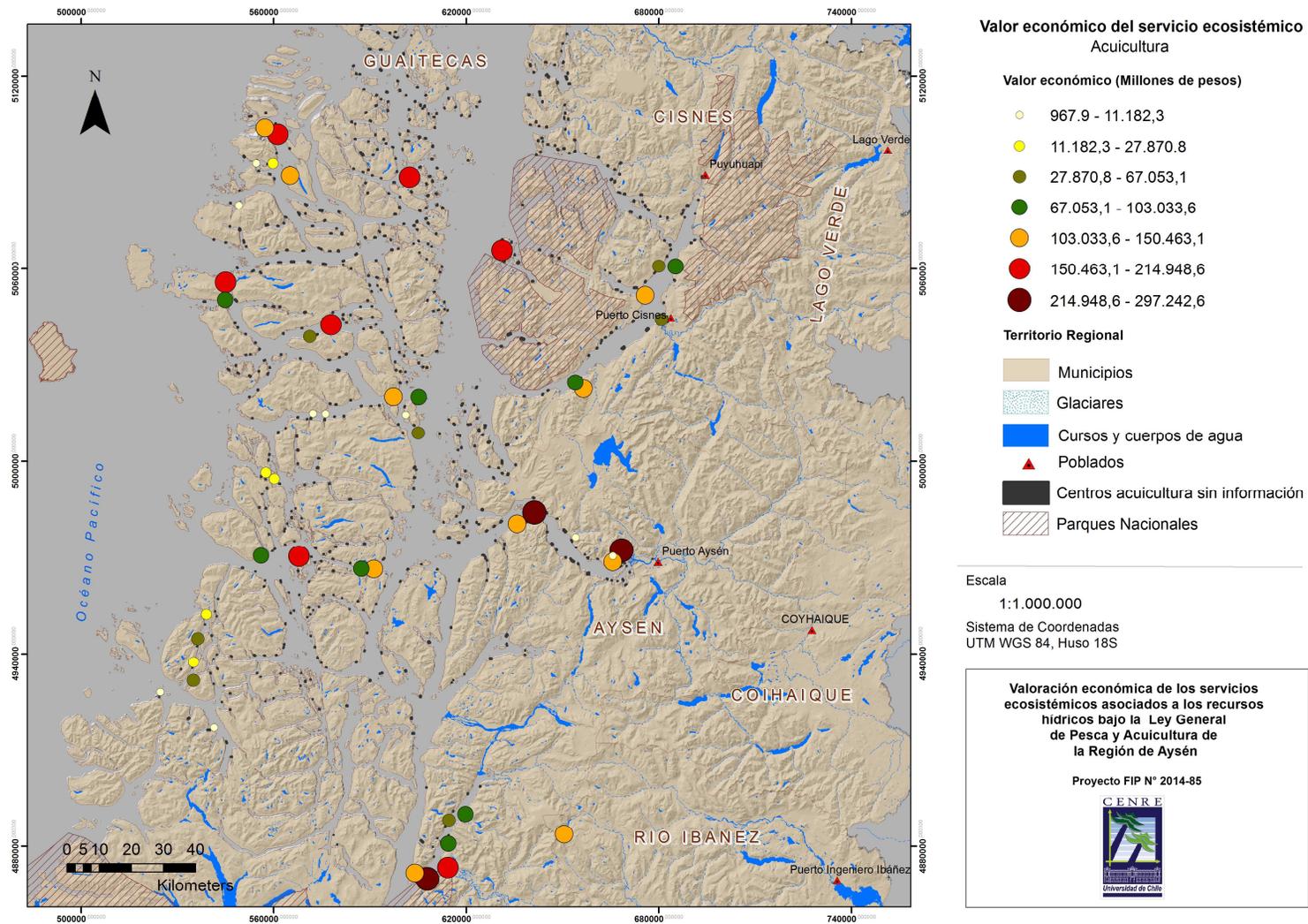


Figura 23. Mapa del valor económico del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura.
Fuente: Elaboración propia

IV.4.3 Mapeo de servicio de regulación de sedimentos que provienen de las cuencas hacia los cursos y cuerpos de agua.

El mapa de demanda del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos, se realizó bajo el supuesto de que las riberas con vegetación tienen un impacto positivo en las actividades que dependen de la buena calidad del agua, como pisciculturas y turismo, esto basado en las observaciones hechas por Diego Guerrero Frugone (presidente de la Asociación Gremial de Guías de Pesca de la Patagonia) y el personal de SERNAPESCA, en entrevistas hechas en el marco de este estudio, los días 10 y 12 de noviembre en la región de Aysén; quienes afirmaron que los tramos de río con alta densidad de vegetación, son los más atractivos desde el punto de vista de su actividad turística.

Considerando lo anterior, se realiza el mapa de demanda, estableciendo un área de *buffer* de 5 anillos en los ríos donde actualmente operan pisciculturas de acuerdo al registro del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEA), y también aquellos que fueron identificados por los operadores turísticos en las entrevistas realizadas en el marco de este proyecto. A estos anillos *buffer* separados por 2 kilómetros se les asignaron los valores cualitativos de 0 a 5 para crear el mapa de demanda, donde 5 corresponde al anillo más cercano al río, y 0 a la zona más alejada.

El mapa oferta del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos, se realizó en base a un modelo construido con la ecuación universal de pérdida de suelo revisada. Este mapa, entrega información sobre la pérdida de suelo de un las cuencas debido a erosión hídrica, y que tiene potencial de dañar cursos y cuerpos de agua en caso de remoción en masa. El mapa de oferta corresponde a este modelo al cual se le asignó un valor de 5 a los sitios con menor probabilidad de pérdida de suelo por lluvias erosivas, y 0 a aquellos donde hay más probabilidad de pérdida de suelo, la escala de asignación de valores se indica en la sección de resultados

El mapa remanente resultó de la resta de ambos mapas.

IV.4.3.2. Mapas de provisión y aprovechamiento del servicio de regulación de sedimentos

El mapa de demanda de este servicio ecosistémico se generó bajo el supuesto de que la densidad de vegetación influye directamente en la calidad del agua, ya que evita la remoción en masa de sedimentos y los nutrientes contenidos en estos, permitiendo así el desarrollo de actividades económicas que dependen de la buena calidad del agua, como el turismo y la acuicultura. Este supuesto se basa no sólo en investigaciones científicas, sino en apreciaciones de los mismos usuarios de los recursos, como el caso de los guías de pesca, quienes valoran este servicio ya que indican que: “las riberas sin vegetación son constantemente erosionadas y enturbian las aguas, afectando el hábitat de las especies que utilizan para su actividad”⁵³.

En la Figura 24 y 25 se presenta el mapa de aprovechamiento, los valores cualitativos se asigna en base a la distancia de la orilla del río (Tabla 47), donde se asigna un valor 5 a las zonas con vegetación que se encuentra contigua al río, por ser los más funcionales en términos de protección de riberas.

Tabla 47. Valores cualitativos del mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos

DISTANCIA A ORILLA DEL RÍO (km)	VALOR CUALITATIVO (escala 1 a 5)
2	5
4	4
6	3
8	2
10	1
> 10	0

⁵³ Entrevista a Diego Guerrero, Presidente de la Asociación Gremial de Guías de Pesca de la Patagonia.

El mapa de provisión de este servicio ecosistémico (Figura 26 y 27) realizado en base a la ecuación universal de pérdida de suelo, presenta valores cualitativos asignados siguiendo a UNESCO (2011)⁵⁴, donde cinco corresponde a los sitios donde la buena calidad de los ecosistemas permite una alta retención de sedimentos en caso de lluvias erosivas y 0 donde se considera que no existen las condiciones para que se dé el servicio ecosistémico (Tabla 50). Bajo estos supuestos, el mapa representa los sitios que generan mayor interés para el uso de este servicio ecosistémico y por lo tanto, tienen un mayor valor económico, porque hay más personas que se benefician de su existencia.

Tabla 48. Valores cualitativos asignados al mapa de oferta del servicio ecosistémico de regulación

RANGO DE EROSIÓN	RIESGO DE PÉRDIDA DE SUELO	VALOR CUALITATIVO
(ton/ha/año)		(escala 1 a 5)
< 1	Insignificante	5
1 - 10	Ligera	4
10 - 20	Moderada	3
20 - 50	Severa	2
50 - 80	Muy severa	1
> 80	Extrema	0

En el mapa de “diferencia” (Figura 28 y 29) se puede observar que existen zonas cercanas a los cursos de ríos donde hay un exceso de aprovechamiento, esto refleja los sitios de especial interés para la gestión de las cuencas para la mantención de este servicio ecosistémico. Los sitios que presentan exceso de aprovechamiento, en este caso presentan dos condiciones simultáneamente: son ríos o lagos utilizados por actividades de piscicultura o pesca deportiva, pero donde la estructura y cobertura del suelo no es óptima para la retención de sedimentos en caso de lluvias erosivas. En estos puntos de la cuenca se debe verificar este hecho y estudiar las consecuencias en los cursos y cuerpos de agua ya que debe considerar no solo la vulnerabilidad del territorio a la pérdida de sedimentos sino también la capacidad de los cursos y cuerpos de agua de diluir los sedimentos que recibe,

⁵⁴ UNESCO, 2011. Procesos de erosión – sedimentación en cauces y cuencas, Volumen 2. Brea JD & Balocchi F. Documentos Técnicos del PHI-LAC, N° 28.

por tanto, si bien este mapa es una aproximación para identificar posibles sitios de afectación a la calidad del agua, es necesario contrastarlo con estudios específicos para tomar acciones de gestión que eviten la pérdida del servicio ecosistémico.

La espacialización del valor económico se realizó sobre el mapa de aprovechamiento, que corresponde a los sitios donde actualmente este servicio ecosistémico está siendo utilizado. El mapa se intersectó con el mapa de cobertura vegetal extraído del Catastro de Bosque Nativo 2011 de la región de Aysén. La intersección se realizó para establecer aquellas zonas que aportan a la retención de sedimentos y nutrientes en la cuenca, y que por lo tanto ayudan a mantener la buena calidad del agua.

A este mapa se le agregó el valor económico calculado por comuna (Figura 30), el mapa se construye bajo el supuesto de que los 3 anillos cercanos a los cursos y cuerpos de agua son igual de relevante en su rol regulador y por lo tanto tienen el mismo valor económico, ya que no existe argumento para darle valores económicos diferenciados por lejanía a estos.

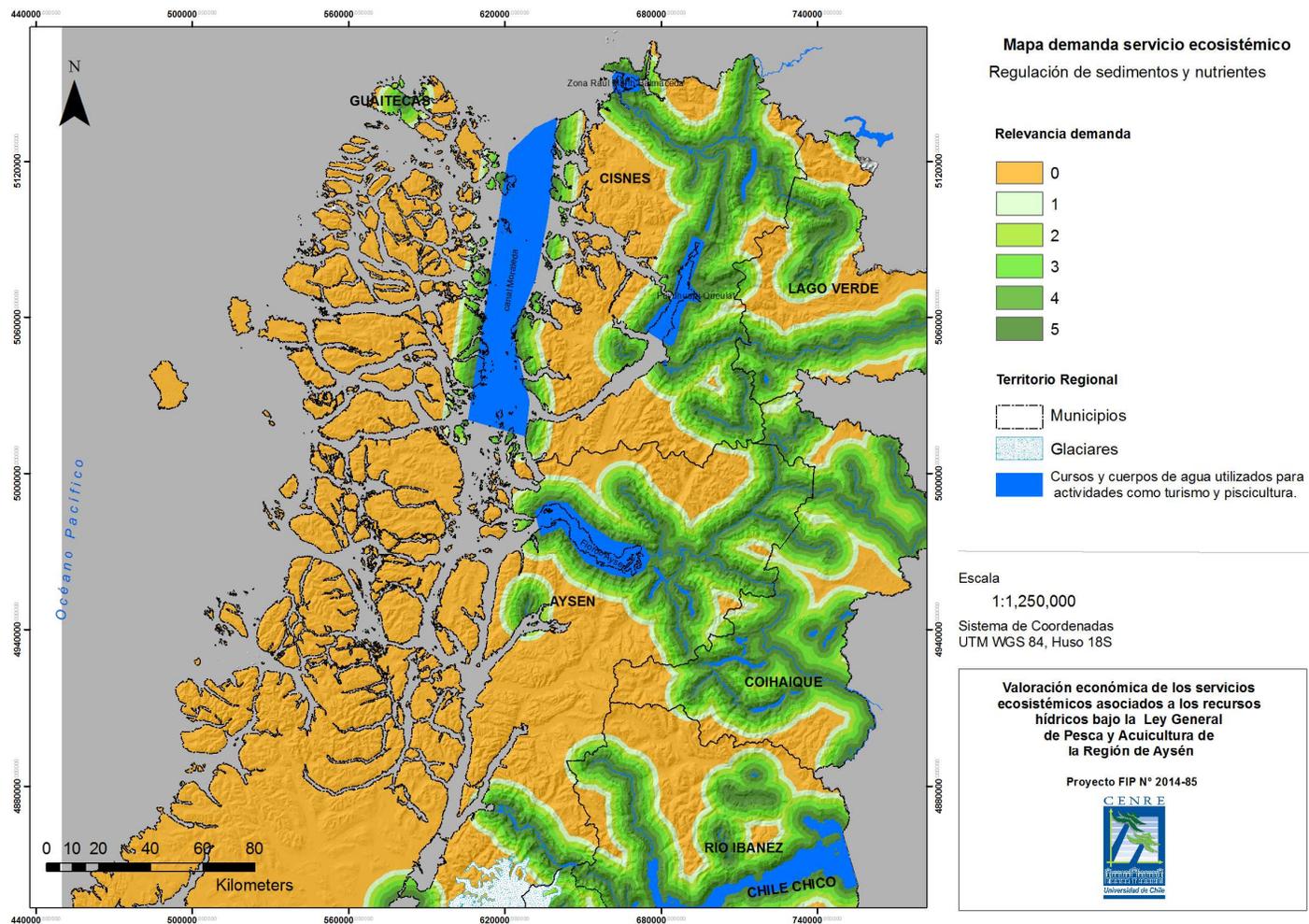


Figura 24. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona norte de la región de Aysén.

Fuente: Elaboración propia.

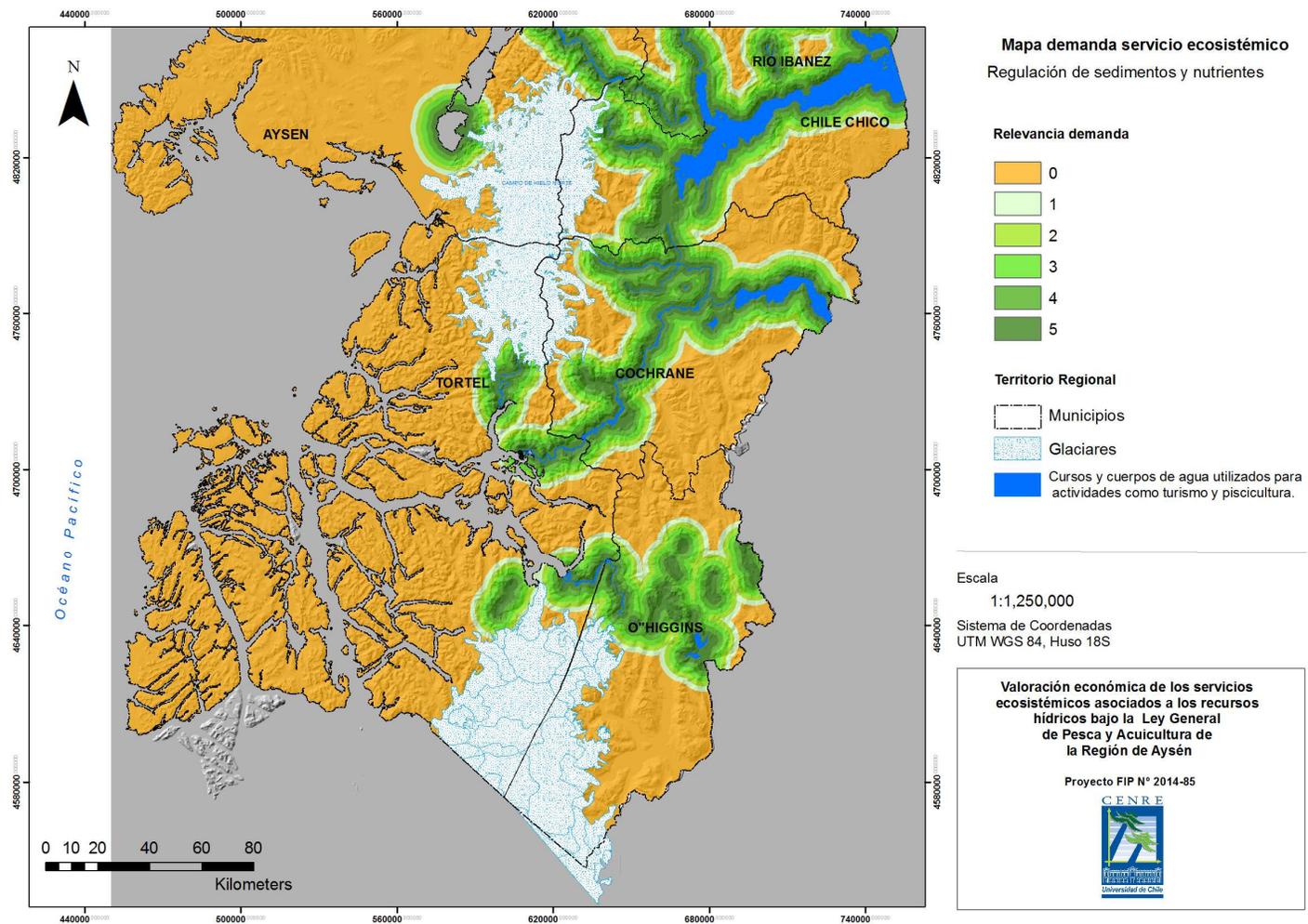


Figura 25. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona sur de la región de Aysén.

Fuente: Elaboración propia.

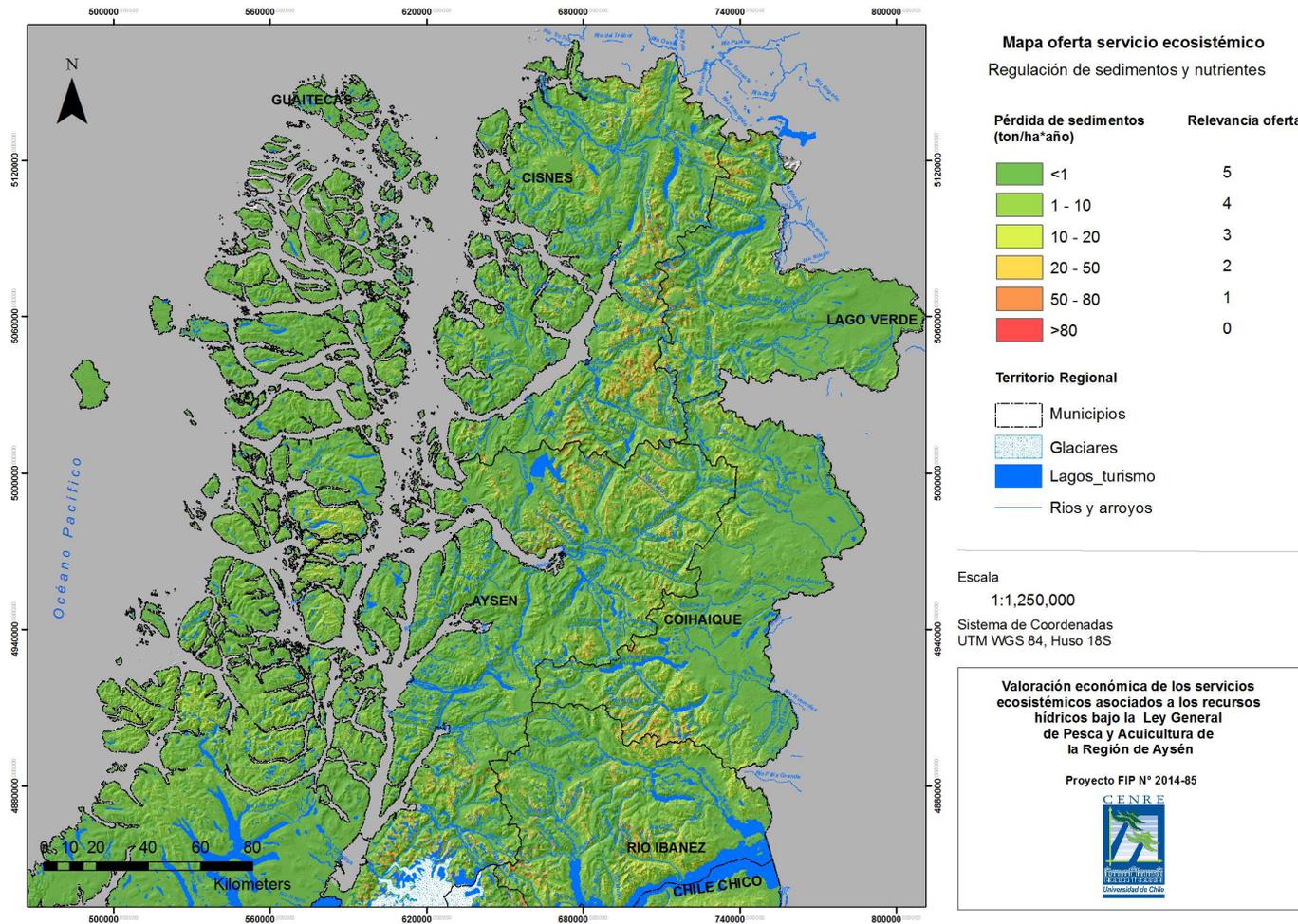


Figura 26. Mapa de provisión del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona norte de la región de Aysén.

Fuente: Elaboración propia.

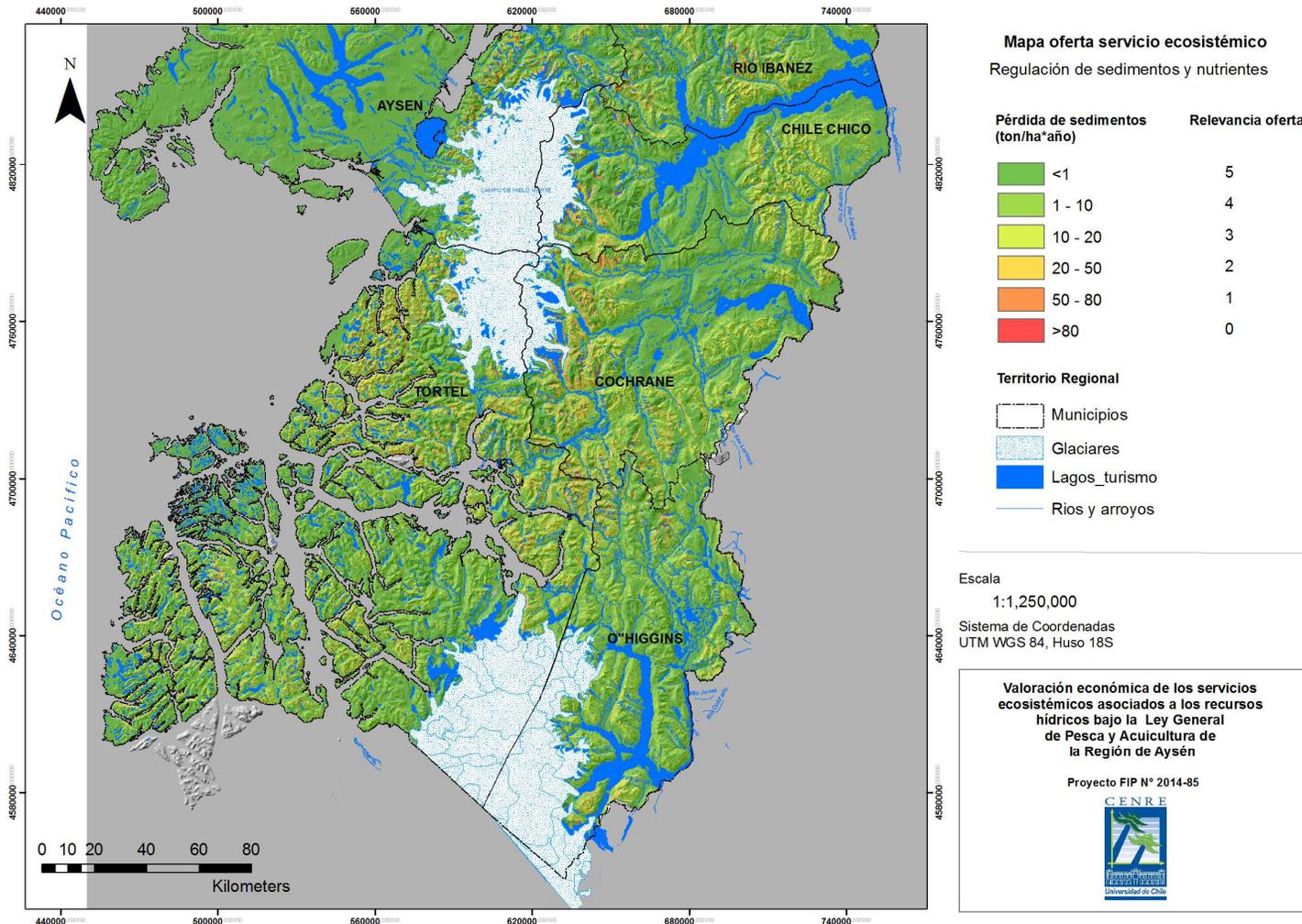


Figura 27. Mapa de provisión del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona sur de la región de Aysén.

Fuente: Elaboración propia

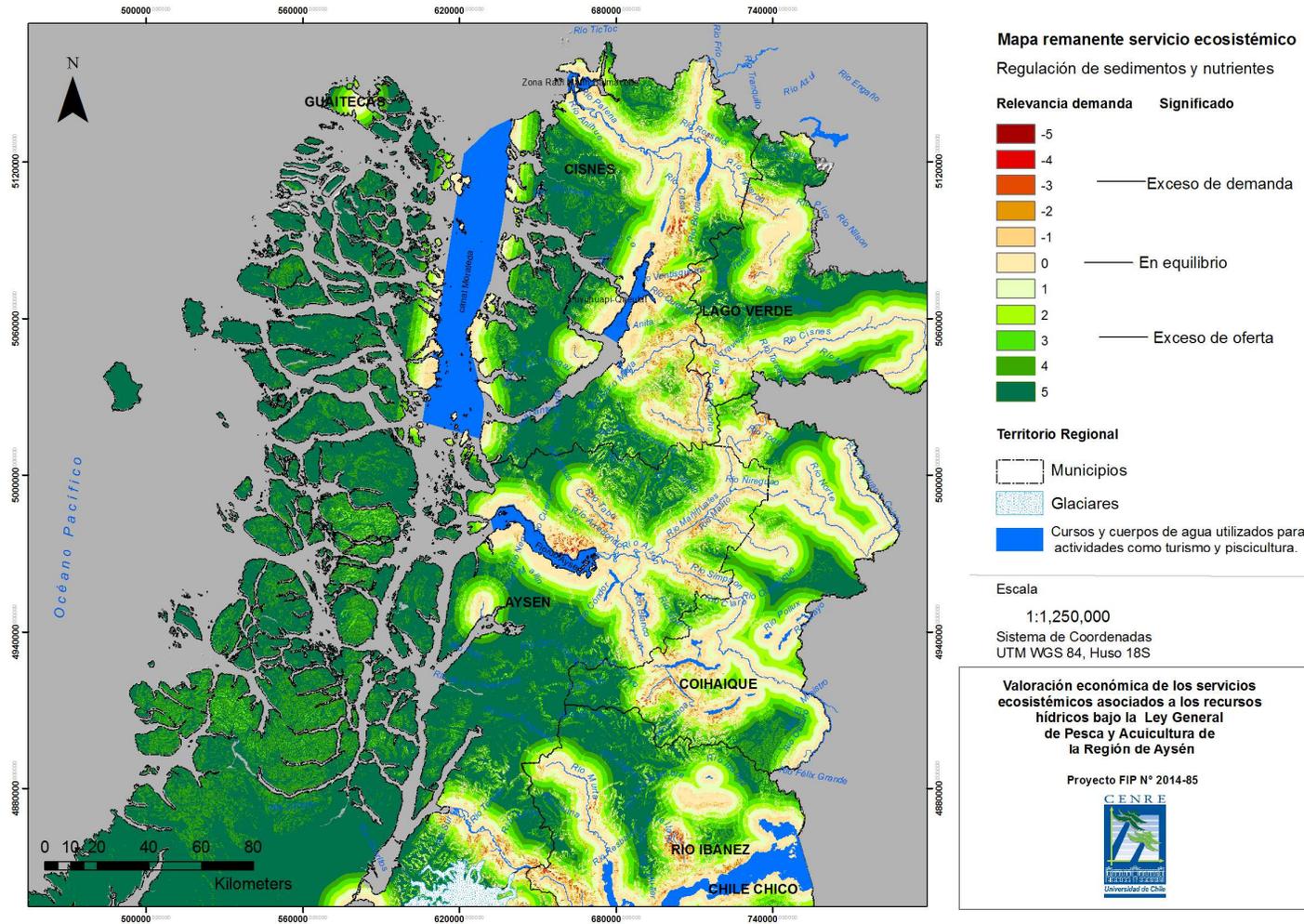


Figura 28. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona norte de la región de Aysén.

Fuente: Elaboración propia.

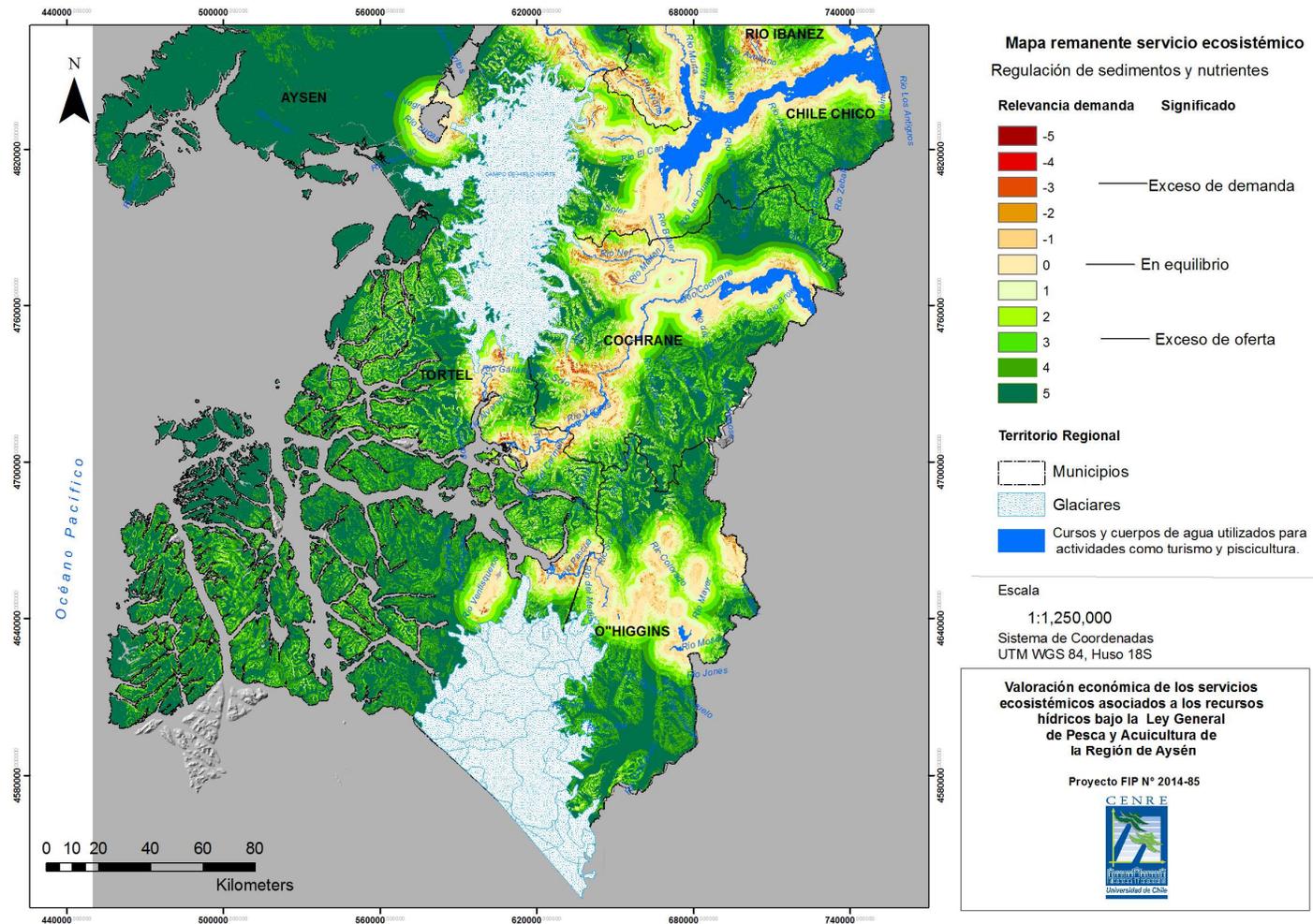


Figura 29. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona sur de la región de Aysén.

Fuente: Elaboración propia.

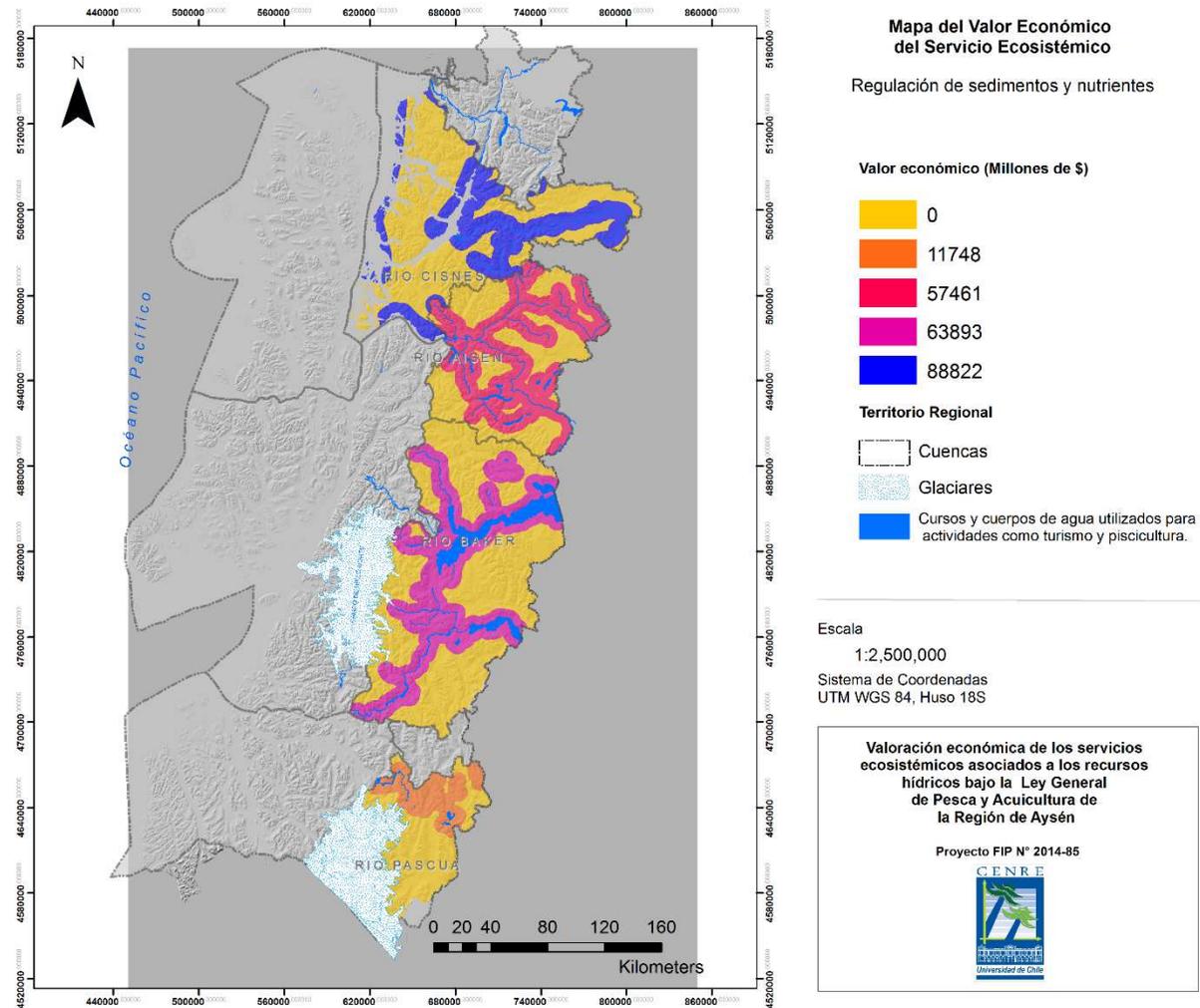


Figura 30. Mapa del valor económico del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos
Fuente: Elaboración propia

IV.4.4 Mapeo del servicio del uso físico del paisaje (Turismo) en los recursos hídricos

Para la construcción de estos mapas se utilizaron los datos de la encuesta realizada en el marco de este proyecto, a operadores turísticos dedicados al servicio de canotaje, rafting y pesca deportiva.

El mapa de demanda se construyó en base al mapa de ríos y lagos disponible en el sitio *web* 'Infraestructura de Datos Geoespaciales del Gobierno Regional de Aysén'⁵⁵. En este mapa se agregaron el número de operadores que lleva turistas a cada río, lago o fiordo mencionado. De esta forma, los ríos que más veces fueron mencionados se le asignan un valor de 5 y a los que no fueron mencionados 0, la escala de asignación de valores se indica en los resultados.

El mapa de oferta se construyó bajo el supuesto de que existe un mayor potencial de que los ríos, lagos y fiordos sean usados para actividades turísticas mientras más cercanos estén a caminos de acceso, ya que esta actividad depende en un alto porcentaje de la conectividad vial. De esta forma se realizó un buffer de 5 anillos donde se considera que los ríos que están a menos de 15 km de caminos, tienen mayor potencial de ser utilizados, lo cual disminuye a medida que se aleja de los caminos, llegando a 0 en los sitios más aislados, la escala cualitativa de asignación de valores se indica en los resultados.

El mapa de remanente se extrae de la resta de los mapas de oferta y demanda.

⁵⁵ <http://www.ide.cl/ayesen/>

IV.4.4.3. Mapas de provisión y aprovechamiento del servicio cultural de uso físico del paisaje (turismo)

El servicio ecosistémico de uso de los cursos y cuerpos de agua para realizar turismo aventura, específicamente pesca deportiva, rafting y canotaje, se representa en el mapa de la (Figura 31 y Figura 32). Este mapa se construyó en base a los cursos y cuerpos de agua que los operadores turísticos entrevistados mencionaban dentro de sus destinos. Los valores cualitativos asignados dependen del número de operadores (usuarios) que visitan cada sitio, donde el valor 5 representa los ríos, lagos o fiordos que más operadores turísticos utilizan y 0 si no son utilizados, el rango utilizado se presenta en la Tabla 51.

Tabla 49. Valores cualitativos asignados al mapa de demanda en base a los operadores turísticos que usan los ríos/lagos/canales y fiordos de la región

USUARIOS	VALOR CUALITATIVO
(n°)	(escala 1 a 5)
0	0
1 - 3	1
3 - 5	2
5 - 10	3
10 - 15	4
>15	5

En el mapa se puede observar que los ríos Mañihuales, Baker y el Lago General Carrera son los más utilizados para el desarrollo de estas actividades.

Respecto al mapa de oferta construido en base a la distancia de los caminos de acceso, se puede observar que los sitios que presentan opciones de visita se restringen a la zona continental de la Región (Figura 33 y 34).

En el mapa de remanente (Figura 35), se puede observar que en general aún existe una amplia oferta para el desarrollo de estas actividades turísticas, siendo el río Mañihuales el único que presenta un leve exceso de demanda.

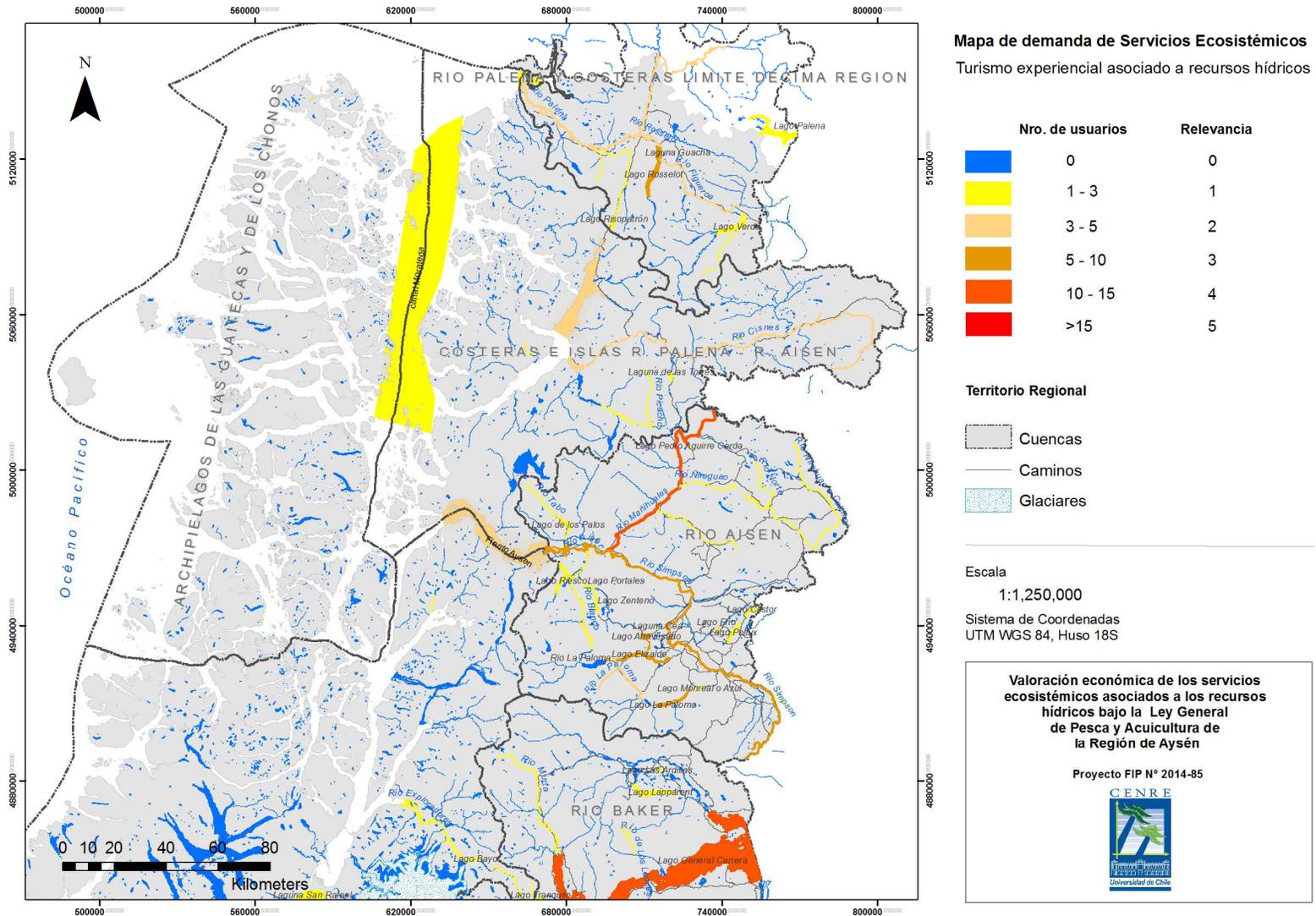


Figura 31. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona norte de la región de Aysén.
Fuente: Elaboración propia

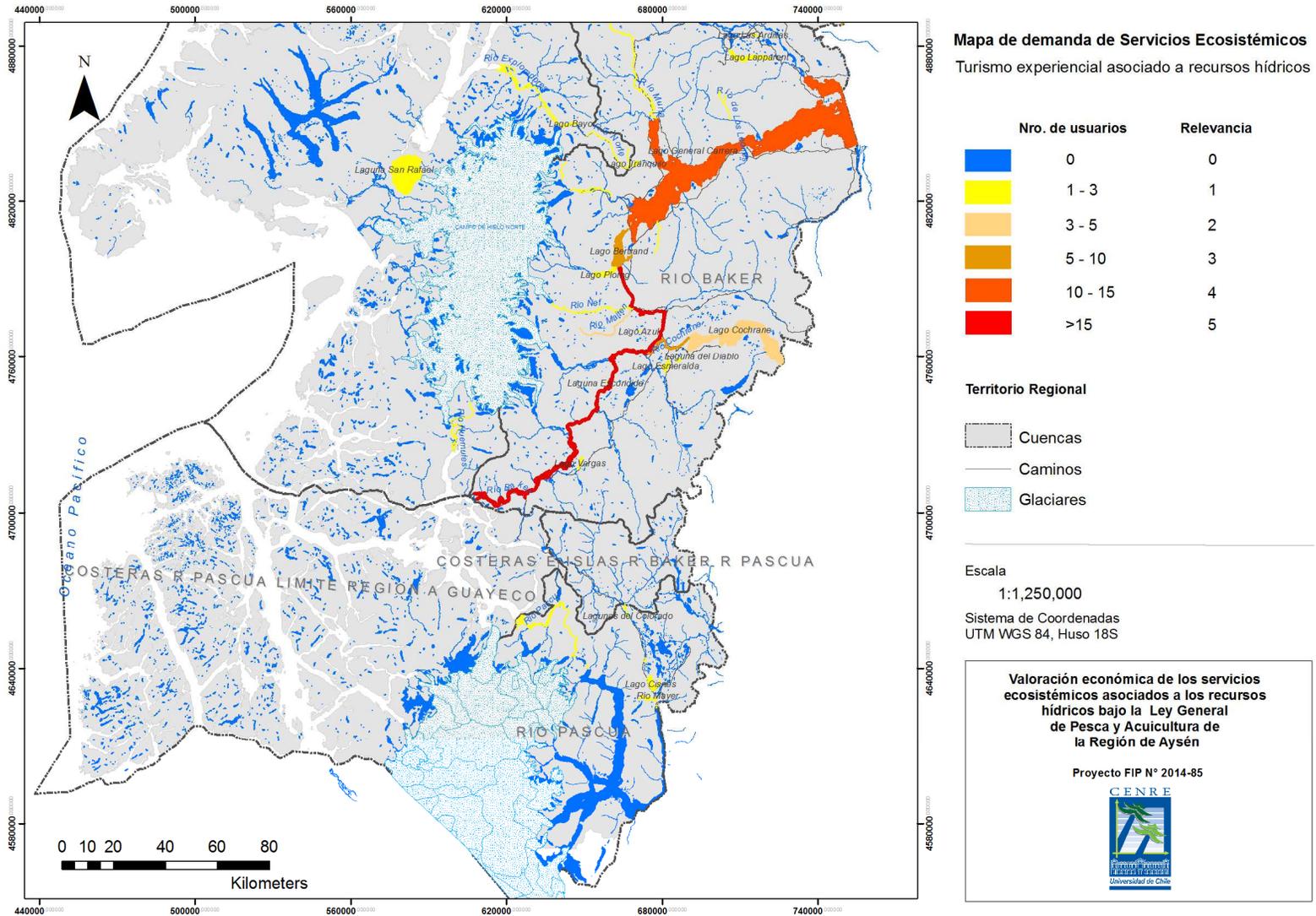


Figura 32. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona sur de la región de Aysén. Fuente: Elaboración propia

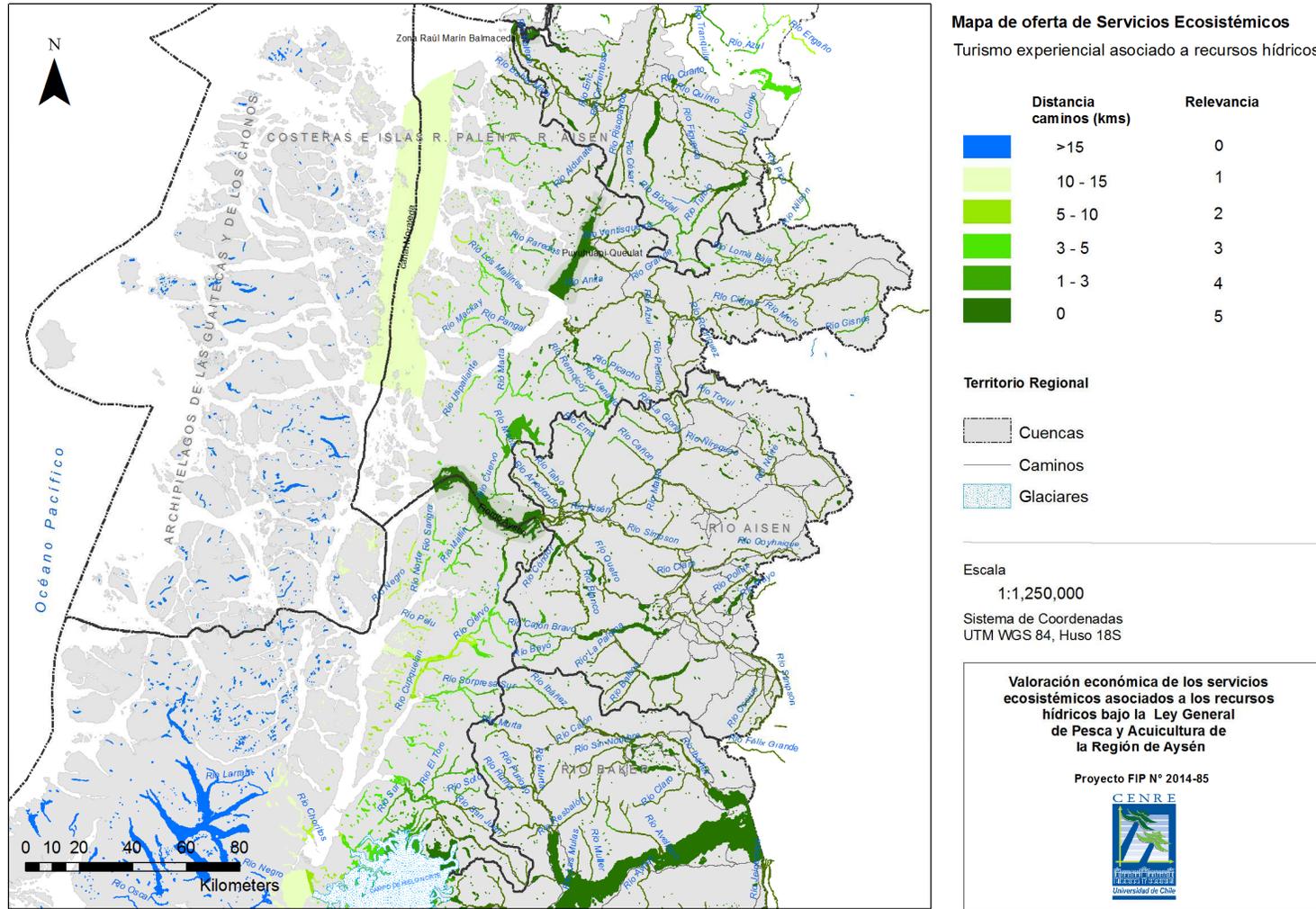


Figura 33. Mapa de provisión del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona norte de la región de Aysén.
Fuente: Elaboración propia

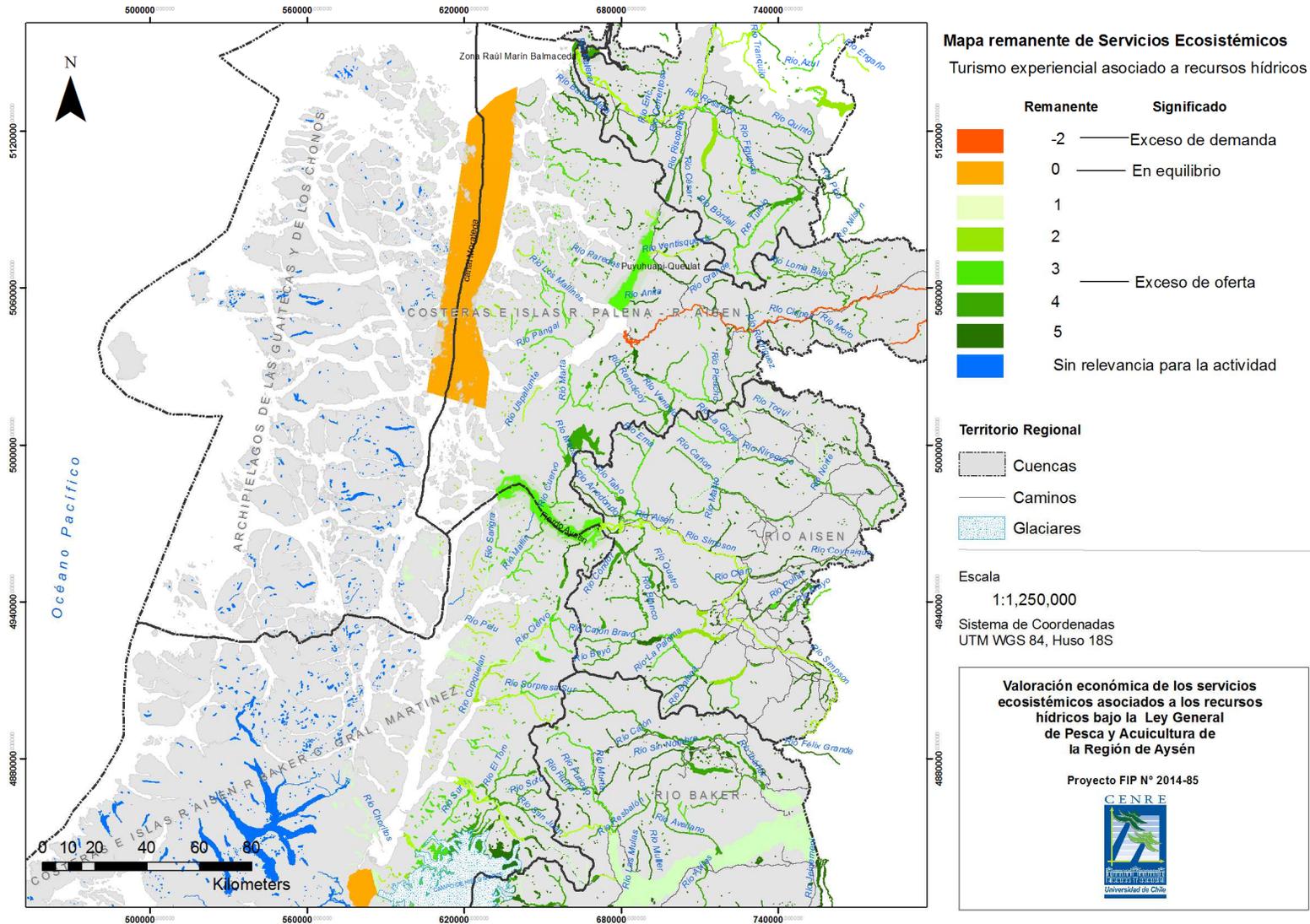


Figura 34. Mapa de provisión del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona sur de la región de Aysén. Fuente: Elaboración propia.

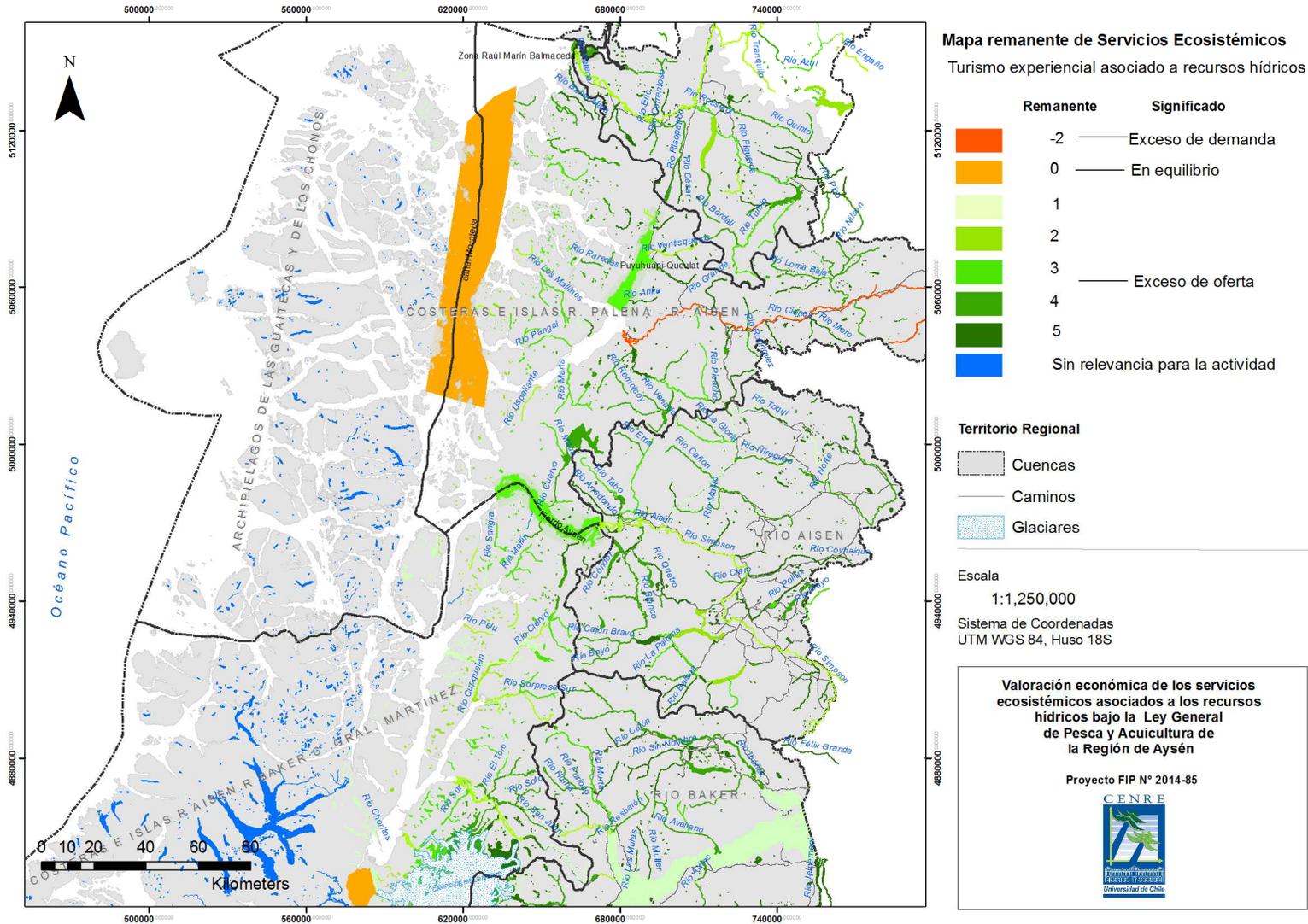


Figura 35. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona norte de la región de Aysén. Fuente: Elaboración propia.

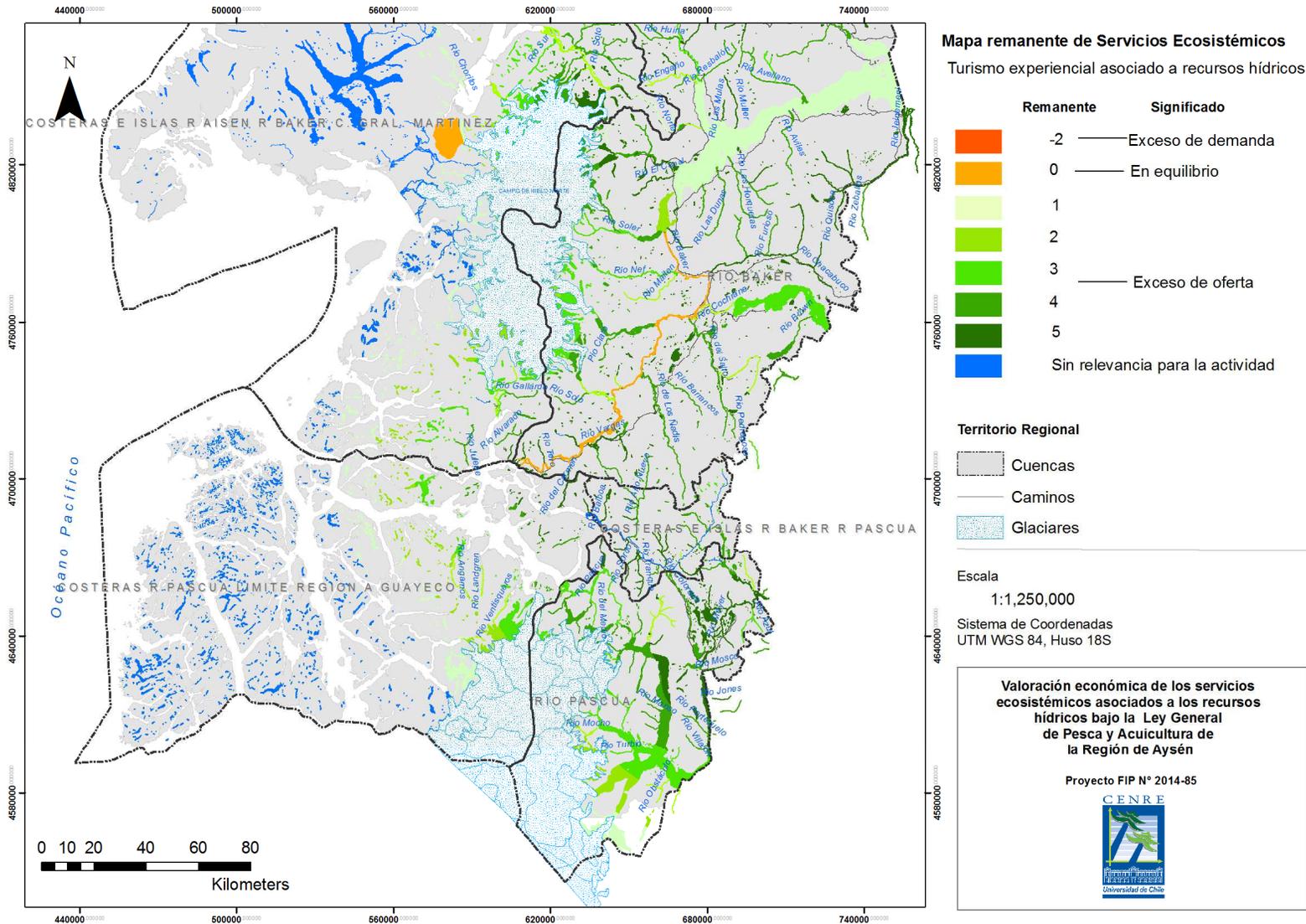


Figura 36. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona norte de la región de Aysén. Fuente: Elaboración propia

IV.4.5 Mapeo del servicio de regulación mantención de hábitat y reproducción de especies

El mapa de hábitat y reproducción de especies se construyó para aquellas zonas donde existe monitoreo de especies productivas, lo que no implica que estos sean los únicos sitios de provisión ni tampoco que sean sitios de aprovechamiento.

Finalmente en base al mapa realizado se genera el mapa del valor económico utilizando los montos estimados en la valoración económica.

IV.4.5.4. Mapas de provisión y aprovechamiento del servicio de mantención de hábitat y reproducción de especies

El mapa que se presenta incluye los puntos de monitoreo de especies productivas del proyecto FIP desarrollado por Molinet et al. (2007), por lo que se trabaja bajo el supuesto que en los puntos donde se contabilizaron individuos de estas especies, representa parte de su hábitat natural. Es necesario destacar que estos monitoreos al realizarse en sitios puntuales no descartan la existencia de las especies monitoreadas en otros puntos de la región (Figura 37).

En la Figura 38 se presenta el valor económico de estas especies de acuerdo a los mismos puntos de monitoreo.

Respecto al hábitat de especies no productivas no se cuenta con los datos necesarios para mapear su hábitat.

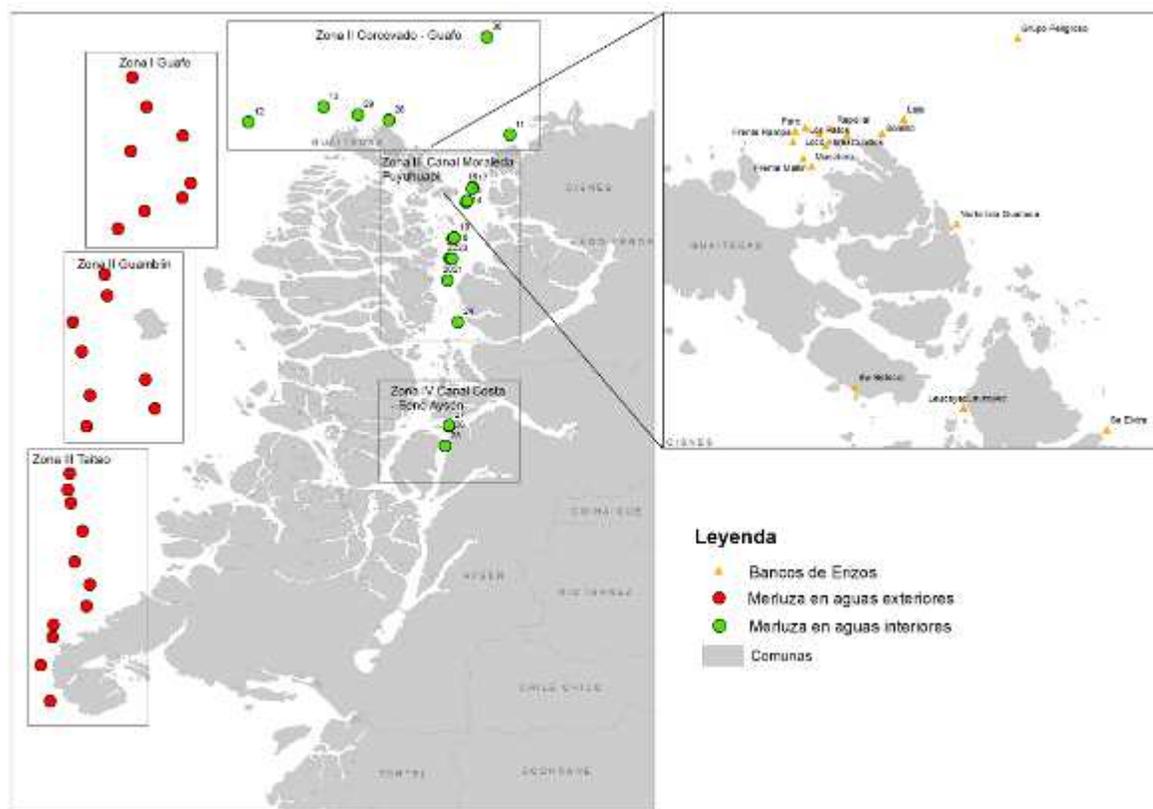


Figura 37. Mapa de distribución de especies productivas monitoreadas

Fuente: Elaboración propia en base a los datos del proyecto FIP elaborado por Molinet et al. (2007)

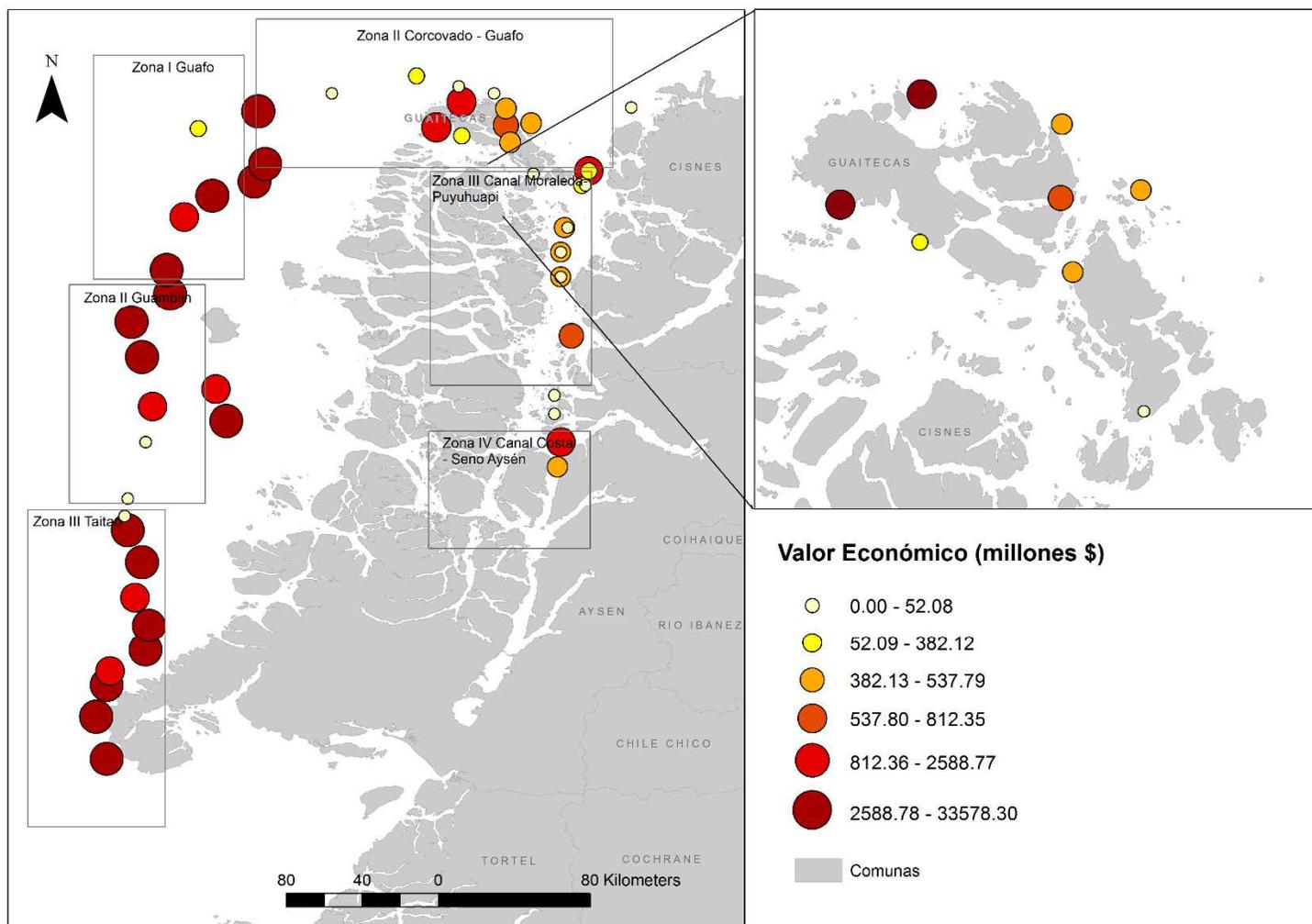


Figura 38. Mapa del Valor Económico del servicio Ecosistémicos de hábitat para especies productivas
Fuente: Elaboración propia

V. Conclusiones

El presente estudio tiene como objetivo valorar económicamente los servicios ecosistémicos asociados a los recursos hídricos bajo la Ley General de Pesca y Acuicultura de la Región de Aysén (borde costero, aguas continentales, playa de mar, aguas interiores y mar territorial). Representa una primera aproximación al valor de servicios ecosistémicos en aguas superficiales continentales y costeras en esta Región, y en la zona austral de Chile, dado que la mayor parte de la investigación sobre servicios ecosistémicos, realizada hasta la fecha, ha analizado la provisión de servicios ecosistémicos terrestres.

Se ha llevado a cabo un proceso lógico y participativo de generación de un listado de servicios ecosistémicos mediante visita a terrenos, reuniones con autoridades y agentes regionales, así como con la contraparte, la Subsecretaría de Pesca. En contacto con esta última entidad se pudieron definir criterios para realizar la selección final de servicios ecosistémicos a ser valorados, los cuales se relacionan con el interés de la Subsecretaría; la relación del servicio ecosistémico con la Ley General de Pesca y Acuicultura; y la factibilidad de implementar la valoración del servicio. Finalmente, los servicios ecosistémicos seleccionados son los siguientes:

- Provisión de recursos hidrobiológicos por pesca (artesanal e industrial) in situ para consumo humano
- Provisión de algas in situ para consumo humano
- Provisión de recursos hidrobiológicos por acuicultura para consumo humano
- Regulación de nutrientes y sedimentos
- Mantenimiento de hábitats y reproducción de especies
- Uso físico del paisaje (turismo) en ecosistemas asociados a los recursos hídricos

Si bien para una parte importante de los servicios ecosistémicos listados arriba, la metodología es de fácil implementación (tales como los servicios de provisión), en el caso de los tres últimos se presentaron dificultades en términos de obtención de la información, lo que finalmente requirió asistir a información secundaria complementaria para realizar las valoraciones.

Se aplicaron metodologías disponibles (precios de mercados, valores de sanción, costo de tratamiento, costo evitado, costo de viajes) que entregaron los resultados que muestra la siguiente tabla resume los resultados del estudio:

Se observa que el valor de todos los servicios ecosistémicos evaluado alcanza a \$ 2.390.606,5 millones por año, cifra que representa alrededor de US\$ 3.654 millones de dólares por año. Un 71,7 % del valor de servicios ecosistémicos corresponde al servicio de provisión de recursos hidrobiológicos de acuicultura, mientras que destacan el servicio de mantenimiento de hábitat y reproducción (16,3%) y regulación de nutrientes y sedimentos provenientes de las cuencas hacia los cursos y cuerpos de agua (9,3%). Los servicios de provisión de recursos hidrobiológicos de pesca artesanal e industrial y cultural de turismo con uso de los recursos hídricos representan valores menores en relación al resto.

Los valores estimados contribuyen con información relevante para la discusión y la toma de decisiones a nivel regional respecto del uso y aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos de Aysén. Considerando que el PIB a precios corrientes de la región de Aysén alcanzó a \$ 799.922 millones de pesos en el año 2014 (último año para el cual se dispone de información desde el Banco Central de Chile), la divergencia entre valor de bruto de producción y valor agregado (PIB) indica que parte de lo que aquí se ha considerado como valor de los servicios ecosistémicos no se realiza en la región de Aysén, sino que es parte de lo que es considerado como valor de estos servicios pero generado fuera de la región. Lo anterior se pone de manifiesto al considerar el PIB del sector pesca y acuicultura del 2014 para Aysén, el cual alcanza a \$ 155.896 millones, mientras que la acuicultura de la región genera un valor económico (valor bruto de la producción) de \$ 1.714.348 millones. Lamentablemente, no se tiene acceso a la información de base de cuentas nacionales (la cual está sujeta a secreto estadístico), la cual podría identificar de mejor manera

como el sector acuicultura utiliza insumos desde la region de Aysén y cuanto del valor del servicio ecosistemico es valor agregado regional y cuanto de fuera de la Region, pero que igual forma parte del servicio ecosistemico.

En contraste, el PIB del sector comercio, restaurantes y hoteles, alcanza a \$ 45.568 millones, una parte importante relacionado con el aporte de los servicios de pesca recreativa, canotaje y descenso en balsa. De este modo, es necesario poner los resultados obtenidos por este estudio en contexto. Este resultado concuerda con el análisis del número de usuarios de los servicios ecosistémicos, ya que la provisión por acuicultura es una de las que presenta el menor número (88 de acuerdo a la Tabla 9), mientras que otros servicios, a pesar de que tienen un valor bruto menor tienen un mayor número de usuarios y por lo tanto, de personas que se benefician de ellos a nivel regional; por ejemplo, para el servicio de provisión por pesca artesanal se ha identificado 3.139 usuarios y para el sector turismo 910 usuarios que ofrecen diferentes servicios asociados a esta actividad (Tabla 9).

Además resulta interesante notar que servicios ecosistémicos complementarios al de provisión de recursos hidrobiológicos de la acuicultura, como la regulación de nutrientes y sedimentos provenientes de las cuencas hacia los cursos y cuerpos de agua, tenga un valor tan significativo, y da cuenta de la importancia de este servicio para el desarrollo de la piscicultura, insumo relevante para la acuicultura; y para el turismo.

También resulta necesario recalcar los *trade-off* entre servicio ecosistémicos, en especial entre mantención de hábitat y reproducción y provisión de recursos hidrobiológicos de la acuicultura.

Como lo señalan Sielfied (2014) y otros estudiosos de la biodiversidad marina del país, la actividad acuícola podría tener efecto relevante sobre la población de nutrias nativas (huillín y chungungo) a través del impacto de contacto directo y de la cadena alimenticia. Ambas especies se encuentran en problemas de conservación. El valor de sanción para estas especies es el mayor entre todas las especies del listado de interés de la Subsecretaria de Pesca y refleja, en buena manera, el valor social de estas especies. De allí su alto valor ecosistémico. De lo anterior, resulta

relevante en términos de política avanzar en entender el *trade-off* entre estos servicios y las medidas necesarias para permitir un desarrollo sustentable en la Región de Aysén.

Otros *trade-off* que podrían observarse en la región de Aysen se asocian al empeoramiento de la calidad de las aguas en el fondo marino y la presencia de aves omnívoras, buceadoras y carroñeras aumenta significativamente en sitios con actividades de acuicultura. La dimensión biofísica de la acuicultura actividades es capaz de impactar los servicios de regulación (regulación biológica) y ambas tienen capacidad de ejercer presión en los recursos de provisión de especies hidrobiológicas nativas. En adición, los salmónidos son especies exóticas en estas aguas interaccionen en la cadena trófica con las especies nativas. Estas fugas no sólo perjudican a la fauna silvestre pues también indirectamente afecta de manera negativa al servicio de provisión natural de animales (peces, moluscos y crustáceos) para la pesca artesanal.

Sinergias positivas pueden encontrarse entre servicios ecosistémicos de regulación, provisión y culturales. El servicio ecosistémico de regulación de nutrientes y sedimentos permite la mantención de una calidad de los cuerpos superficiales de aguas continentales que garantiza la piscicultura y pesca recreativa. En adición, el servicio ecosistémico de mantención de hábitat y reproducción permiten la existencia de bancos naturales y zonas de reproducción de especies marinas que forman parte del sustento de la pesca extractiva. Asimismo, los hábitat y zonas de reproducción son elementos esenciales para el servicio ecosistémico cultural de turismo de uso experiencial del paisaje.

Como Outeiro y Villasante (2013) señalan en su estudio de servicios ecosistémicos para Chiloé, es posible que la conversión de territorios y espacios marítimo-costeros multifuncionales hacia territorios y espacios marítimo-costeros monofuncionales e intensivos supone un beneficio económico a corto plazo, pero una pérdida de bienestar humano a largo plazo, debido a la degradación de la biodiversidad, y una pérdida de flujos de servicio heterogéneos. Estudios recientes en ecosistemas terrestres avalan esta hipótesis, y en señala que sistemas de explotación intensivos, tales como la salmonicultura, generan mayores servicios ecosistémicos de provisión, en detrimento de los servicios de provisión menos intensivos (pesca), de servicios de

regulación y de servicios culturales, tales como el turismo. La habilitación de áreas para el desarrollo de la acuicultura ha sido motivo de insistente cuestionamiento por parte del sector turismo y pesca artesanal, que ven amenazados sus intereses con la creciente presencia de la actividad en la Región.

Desde el punto de vista social, Isaknon y Bernardello (2012) señalan que la región de Aysen presenta una enorme carencia de bienes públicos, mercados poco desarrollados con múltiples fallas, y una comunidad abandonada en su transformación u transición a una economía de mercado y con una marcada pobreza material.

Zalungo et al. (2015) estiman en creca de 5.500 los empleos directos de la acuicultura en la región de Aysen, en actividades de la piscicultura, centros de cultivos, plantas de procesamiento y administración. Isaknon y Berdanello (2012) estiman una demanda de entre 2.900 y 3.400 de empleos indirectos y sub-directos de la acuicultura, los cuales corresponden a empleo formal de las empresas proveedoras de servicios (directo) y al empleo menos formal de trabajadores temporales (subdirecto). Sin embargo, una buena parte de los empleos directos e indirectos son ocupados por fuerza laboral de la región de Los Lagos (se estima en un 70% en el empleo directo). Mientras que los proveedores de la región de Aysén se encuentran en desventaja con los proveedores de la región de Los Lagos, quienes tienen una mayor experiencia y han mantenido relaciones de largo plazo con las empresas de la salmonicultura, lo que les garantiza una mayor participación laboral. El ausentismo ha llevado a que las empresas de la salmonicultura prefieran contratar gente a faena e incluso de otras zonas. Así cuando les aparece un trabajo buscan gente en Chiloé o Puerto Montt y la enganchan a Aysén en un sistema de 14x7 o 20x10. Si bien esto no es favorable para el empleo permanente, es la única solución para los proveedores. Por otro lado, si bien la región de Aysén tiene la mayor cantidad de centros de cultivos del país, las plantas de procesamiento se ubican hacia el norte, por ejemplo a Puerto Montt.

Isaknon y Berdanello (2012) señalan que existe un sentimiento en la comunidad aysenina de que son utilizados simplemente como productores de materia prima, pero que aquellos beneficios no

son usufructuados por ellos. En la ciudadanía hay una percepción de que sus activos ambientales no están valorizados a un precio que corresponda a la valoración subjetiva e inconciente que ellos tienen sobre estos recursos. Zalungo et al. (2015) remarca que la importante conmutación interregional al estilo *fly-in-fly-out*, ha propiciado mínima relación con las comunidades locales generando importantes fugas de la renta que se genera en Aysén.

Por otra parte los mapas conceptuales realizados, permiten poner la información en un contexto espacial, ya que los servicios ecosistémicos no siempre son utilizados en la misma magnitud, presentando en muchos casos, desequilibrios respecto a su oferta y demanda. En este trabajo se buscó reflejar estos desequilibrios utilizando la metodología de oferta y demanda de servicios ecosistémicos, que mediante su comparación se logró generar mapas denominados mapas de remante, que corresponde a un indicador de los sitios donde existe exceso de oferta y demanda. En términos prácticos esto permite establecer los sitios donde se podría fomentar alguna actividad (sitios con exceso de oferta) o gestionar para evitar la disminución o pérdida de los servicios ecosistémicos (sitios con exceso de demanda). Si bien estos mapas visualmente son útiles, es necesario remarcar que cada acción en el territorio se debe analizar puntualmente, incorporando no sólo el criterio de disponibilidad de servicios sino también la capacidad de carga de los ecosistemas y el número de actores interesados en su uso para así evitar conflictos.

Respecto a los resultados de los mapas se puede observar que en general la región tiene el potencial de entregar diversos servicios ecosistémicos, que en general presentan exceso de oferta en la parte sur de la Región, esto se puede explicar por la baja densidad poblacional y por la falta de conectividad de la zona, que limita fuertemente por el desarrollo de actividades productivas como por ejemplo, la pesca y acuicultura que requieren sacar productos hacia otras regiones. Dentro de los sistemas analizados el servicio que presenta un mayor exceso de demanda es la acuicultura que se desarrolla en los fiordos de las comunas de Aysén y Puerto Cisnes, que es donde se concentra la actividad acuícola en la actualidad, pero que no tienen la capacidad de albergar una gran densidad de cultivos por la baja capacidad de dilución de estos cuerpos de agua, respecto a los canales y mar abierto que por la influencia de corrientes marinas

pueden diluir los desechos de la acuicultura, considerados dañinos para el hábitat de especies con valor económico y ecológico.

Finalmente, aquí se presenta un análisis general sobre los eventuales sesgos que podrían tener los valores de los beneficios ecosistémicos estimados y que en ciertos casos permite proveer algunos indicios sobre la dirección esperada de los mismos:

- Provisión de recursos hidrobiológicos para la pesca artesanal e industrial: este servicio ecosistémico podría verse afectado negativamente por la acuicultura, por lo cual en condiciones de óptimo en un análisis de equilibrio general, su valor sería más alto. Por lo tanto, el valor económico aquí estimado representaría un valor mínimo o piso.
- Provisión de recursos hidrobiológicos para la acuicultura: los valores presentados representan un valor máximo para el servicio ecosistémico dado que no incorpora los *trade-off* y sinergias con los otros servicios ecosistémicos, en especial las externalidades negativas (*trade-off*). Por otro lado, la valoración a precios F.O.B, si bien permite reflejar el bienestar que recibe el país producto de la actividad de acuicultura, sobreestima el impacto directo en la región de Aysén de la actividad acuícola, la estimación del cual se encuentra más allá de los objetivos específicos de este estudio definidos oportunamente con la contraparte técnica considerando la disponibilidad de información existente y los recursos y el tiempo para este trabajo.
- Regulación de nutrientes y sedimentos: este servicio ecosistémico juega un rol relevante respecto a la piscicultura y el uso de recursos hídricos para turismo. Sin embargo, debido a las limitaciones en la información que se ha utilizado en el método de valoración (costo de reposición) empleado, que podría representar una cota superior del valor del servicio ecosistémico, y el eventual empeoramiento de la calidad de las aguas superficiales provocado por la acción humana, los valores estimados representarían un valor máximo para el servicio ecosistémico.

- **Mantenimiento de hábitat y reproducción:** en este caso, la mayor parte del valor económico está asociado a nutrias nativas, merluza austral y merluza de cola, estas últimas en aguas exteriores. Debido a escasa disponibilidad de información respecto a los ecosistemas de mamíferos y aves marinas, las estimaciones de cantidad física presentan limitaciones importantes. Así mientras en el caso de los cetáceos podría estar incurriéndose en una subestimación en el número de ejemplares, existe cada vez más información respecto a la relevancia de la costa norte de Aysén y el Golfo de Penas como zona de hábitat de cetáceos, en el caso de las nutrias nativas se ha recurrido a la única información disponible cuya ubicación geográfica no es Aysén. Los estudios más importantes para nutrias nativas en el extremo sur de Chile han sido realizados en la zona sur de la región de Los Lagos y la región de Magallanes. Si bien se ha tomado valores de densidad en las cotas media a inferior, a más de dos décadas de la realización de dichos estudios, la irrupción de la actividad humana en Aysén puede haber reducido el hábitat y la población de nutrias nativas en el tiempo. Dado lo anterior, en un análisis preliminar, podría considerarse las estimaciones realizadas como un valor máximo. Se sugiere actualizar el estudio del hábitat y población de esta especie para la zona de Aysén y Magallanes.
- **Uso físico del paisaje o turismo en diferentes condiciones ambientales:** las estimaciones se consideran como adecuadas, pudiendo haber algún sesgo positivo debido al carácter internacional de muchos visitantes y el desarrollo de actividades anexas al turismo de recreación que usa físicamente el cuerpo de agua. Por ello, el valor estimado sería un valor máximo.

VI. Referencias bibliográficas

Abdalla, C. (1994) Groundwater values from avoidance cost studies: implications for policy and future research. *Am J Agric Econ*; 76(5):1062–7.

Abou-Ali, H. y Carlsson, F. (2004). Evaluating the welfare effects of improved water quality using the choice experiment method. *Working Papers in Economics*, vol. 131. Department of Economics, Göteborg University.

Acharya, G. y Barbier E. (2002): “Using Domestic Water Analysis to Value Groundwater Recharge in the Hadejia'Jama'are Floodplain, Northern Nigeria”, *American Journal of Agricultural Economics*, 84 (2): 415-426.

Arrow K., Solow R., Portney P.R., Leamer E.E., Radner R. y Schuman H. (1993). Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation. *Federal Register* 58(10): 4602-14.

Asencio, G., Carvajal, J., González, M.T. (2008). “Following in Colaco bay: searching for environmental indicators”, En: 7th international sea lice conference, Puerto Varas, Chile, p. 7.

Azqueta, D. (1994). *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. MacGraw-Hill. Madrid.

Bachmann-Vargas, P. (2009). Comparación de la exportación de nitrógeno desde un ecosistema forestal versus un ecosistema pastoril, a través de la aplicación de modelos de simulación. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias Biológicas con mención en Ecología y Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

Bachmann-Vargas, P. (2013). Ecosystem services modeling as a tool for ecosystem assessment and support for decision making process in Aysén region, Chile (Northern Patagonia). Master Thesis. Faculty of Agriculture and Nutritional Sciences, Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Alemania.

Bachmann-Vargas, P., De la Barrera, F., Tironi, A. (2014). Recopilación y sistematización de información relativa a estudios de evaluación, mapeo y valorización de servicios ecosistémicos en Chile. Informe Final. Subsecretaría de Medio Ambiente, Ministerio del Medio Ambiente Chile & Cienciamiental Consultores S.A. 55 pp. Disponible en: <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/Informe-final.pdf>

Balvanera P, Uriarte M, Almeida-Leñero L, Altesor A, De Clerck ., Gardner T, Hall J, Lara A, Laterra P, Peña-Caros M, Silva Matos DM, Vogl AL, Romero-Duque LP, Arreola LF, Caro-Borrero AP, Gallego F, Jain M, Little C, Xavier RO, Paruelo JM, Peinado JE, Poorter L, Ascarrunz N, Correa F, Cunha-Santino MB, Henández-Sánchez AP, Vallejos M (2012). Ecosystem services research in Latin America: The state of the art. *Ecosystem Services* 2: 56-70.

Barbier, E. (2006). Natural barriers to natural disasters: replanting mangroves after the tsunami. *Frontiers in Ecology and the Environment*, Volume 4, Issue 3, 124–131.

Bateman, I., Carson, R., Day, B., Hanemann, W.M., Hanley, N., Hett, T., et al. (2003). Guidelines for the use of stated preference techniques for the valuation of preferences for non-market goods. Cheltenham: Edward Elgar.

Bell, F. y Leeworthy, V. (1990). Recreational demand by tourists for saltwater beach days. *J Environ Econ Manage*; 18:189–205.

Birol, E., Karousakis, K., & Koundouri, P. (2006). Using economic valuation techniques to inform water resources management: A survey and critical appraisal of available techniques and an application. *Science of the total environment*, 365(1), 105-122.

Bishop, J.T. (1999). *Valuing Forest: A review of methods and applications in developing countries*. London. Environmental Economic Programme. International Institute for Environment and Development. 56 pp.

Bockstael ,N.E., Hanemann, W.M. y Kling, C.L. (1987). Modelling recreational demand in a multiple site framework. *Water Resour Res*, 23 (5):951–60.

Bowker, J. M., English, D. B., & Donovan, J. A. (1996). Toward a value for guided rafting on southern rivers. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 28(02), 423-432.

Bosetti, V., D. Pearce (2003) : “A study of environmental conflict: the economic value of Grey Seals in southwest England”, *Biodiversity & Conservation*, 22(12): 2361-2392.

Boyd, J., Banzhaf, S. (2007). What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63: 616-626.

Boyer, T., Polasky, S. (2004). *Valuing urban wetlands: a review of non-market valuation studies*. Department of Applied Economics, University of Minnesota.

Boyle, K., Welsh, M., Bishop, R. (1993). The role of question order and respondent experience in contingent valuation studies. *J Environ Econ Manage*, 25:80–99.

Braskerud, B. (2002): “Factors affecting phosphorus retention in small constructed wetlands treating agricultural non-point source pollution”, *Ecological Engineering*, 19(1): 41–50.

Braskerud, B. C., Tonderski, K. S., Wedding, B., Bakke, R., Blankenberg, A. G., Ulen, B., & Koskiahio, J. (2005). Can constructed wetlands reduce the diffuse phosphorus loads to eutrophic water in cold temperate regions?. *Journal of environmental quality*, 34(6), 2145-2155.

Brauman, K.A., Daily, G.C., Duarte, T.K. and Mooney, H.A. (2007). *The annual Review of Environment and Resources*. Ver en: <http://environ.annualreviews.org>

Briscoe, J. (1990). Toward equitable and sustainable rural water supplies: a contingent valuation study in Brazil. *World Bank Econ Rev*, 4:115–34 [May].

Bruner, A.G., Gullison, R.E., Rice, R.E. y da Fonseca, G.A.B. (2001): "Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity", *Science* 291, 125–128.

Bryson, J.M. (2004) What to do when stakeholders matter. Stakeholder identification and analysis techniques. *Public Management Review* 6:21-53.

Bull, J.W., Jobstvogt N, Böhnke-Henrichs A, Mascarenhas A, Sitas N, Baulcomb C, & Carter-Silk E (2016). Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats: A SWOT analysis of the ecosystem services framework. *Ecosystem Services*,17, 99-111.

Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., & Windhorst, W. (2009). Landscapes' capacities to provide ecosystem services—a concept for land-cover based assessments. *Landscape online*, 15(1), 22.

Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators* 2: 17-29.

Buschmann, A., Cabello, F., Young, K., Carvajal, J., Varela, D.A., Henríquez, L. (2009): "Salmon aquaculture and coastal ecosystem health in Chile: Analysis of regulations, environmental impacts and bioremediation systems", *Ocean Coastal Management*, 52: 243-249.

CADE-IDEPE (2004). Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca río Aysén. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.

Calfucura, E. y Figueroa, E. (2015): "Estimating Benefits and Costs to Manage Conservation: A Case Study of Chile's Protected Areas", Documento de Trabajo, N° 62, Facultad de Economía y Empresa, Universidad Diego Portales.

Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (1998). Regression analysis of count data.

Capistrano, D., Samper, C., Lee, M.J., Raudsepp-Hearne, C., Ed. (2005). Ecosystems and human well-being: multiscale assessments, Vol. 4. Findings of the Sub-global Assessments Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment. Disponible en: <http://www.unep.org/maweb/documents/document.773.aspx.pdf>

Carrasco, M., Vásquez-Lavín, F., Valenzuela, S., Pérez, F. (2014). Estimación conjunta de la disposición a pagar y de la tasa de descuento intertemporal para la protección de la biodiversidad en la Reserva Marina de Choros-Damas. *Cuadernos de Economía* 33(63): 589-611.

Cárcamo, P.F., Garay-Flühmann R., Squeo, F.A., Gaymer, C.F. (2014). Using stakeholders' perspective of ecosystem services and biodiversity features to plan a marine protected area. *Environmental Science and Policy* <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2014.03.003>

Carlsson, F., Frykblom, P. y Liljenstolpe, C. (2003). Valuing wetland attributes: an application of choice experiments. *Ecol Econ*; 47:95–103.

Carson, R., Mitchell, R.C. (1993). The value of clean water: the public's willingness to pay for boatable, fishable, and swimmable quality water. *Water Resour Res*;9(7):2445–54.

Carson, R., Flores, N. y R. Mitchell (1999): "The theory and measurement of passive-use value", en *Valuing Environmental Preferences: Theory and Practice of the Contingent Method in the US, EU, and Developing Countries*; I. Bateman y K. Willis (eds.). Oxford University Press.

Caulkins, P., Bishop, R., Bouwes, N.W. (1986). The travel cost model for lake recreation: a comparison of two methods for incorporating site quality and substitution effects. *Am J Agric Econ*; 68 (2):291–7.

Cerda, A., Orrego, S., Vásquez, F. (1997). The economic valuation of the recreational benefits of Dichato beach (Tome-Chile). *Lecturas de Economía* 46: 73-94.

Choe, K., Whittington, D., Lauria, D. (1996). The economic benefits of surface water quality improvements in developing countries: a case study of Davao, Philippines. *Land Econ*;72(4):519–37.

Chong, J. (2005). Protective values of mangrove and coral ecosystems: a review of methods and evidence. IUCN, Gland, Switzerland.

Cienciamiental Consultores (2009). Actualización del Proyecto de la Norma Secundaria de Calidad de la Cuenca del Río Aysen. Informe Final.

Cooper, P., Loomis, J. (1991). Economic value of wildlife resources in the San Joaquin Valley: hunting and viewing values. In: Dinar A, Zilberman D, editors. *The economics and management of water and drainage in agriculture*. Kluwer Academic Publishers.

Cooper, P., Poe, G.L., Bateman IJ. (2004). The structure of motivation for contingent values: a case study of lake water quality improvement. *Ecol Econ*;50(1–2):69–82.

Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Faber, S., Grasso, M., Hannon, B., y Raskin, R. G. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital.

Daily, G.C., ed. (1997). *Nature's Services Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press. Washington D.C.

Dearden, P., Jones, S. y Sartorius, R. (2003). *Tools for Development. A handbook for those engaged in development activity*. Version 15.1. Department for International Development U.K. Disponible en: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.dfid.gov.uk/Documents/publications/toolsfordevelopment.pdf>

De Groot, R., Wilson, M.A., and Boumans, R.M.J. (2002). A Typology for the Classification, Description and Valuation of Ecosystem Function, Good and Services. *Ecological Economics* 41: 393-408.

De Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., & van Beukering, P. (2012). Global Estimates of the Value of Ecosystems and Their Services in Monetary Units. *Ecosystem Services*, 1, 50-61.

Delgado, L.E., & Marín, V.H. (2015). Ecosystem services: Where on earth?. *Ecosystem Services*, 14, 24-26.

Delgado, L.E., Sepúlveda, M..B, Marín, V.H. (2013). Provision of ecosystem services by the Aysén watershed, Chilean Patagonia, to rural households. *Ecosystem Services* 5: 102-109.

Delgado, L.E. Serey, I. (2002). Distribución del cobre en ecosistemas forestales de tipo mediterráneo. *Revista Chilena de Historia Natural* 75 (3): 557-565.

Daehler, C.C., Strong, D. (1996). Can you bottle nature? The role of microcosms in ecological research. *Ecology* 77: 663-664.

Desvousges, W., Kerry-Smith, V. y Fisher, A. (1987): "Option price estimates for water quality improvements: A contingent valuation study for the Monongahela river", *Journal of Environmental Economics and Management*, 14 (3): 248-267.

Diamond, P. A., & Hausman, J. A. (1994). Contingent valuation: Is some number better than no number?. *The Journal of economic perspectives*, 8(4), 45-64.

Doney, S.C., Ruckelhaus, M., Emmett, J., Barry, J.P., Chan, F., English, C., Galind, H.M., Grebmeier, J.M., Hollowed, A.B., Knowlton, N., Polovina, J., Rabalais, N.N., Sydeman, W.J., Talley, L.D. (2011). Climate change impacts on marine ecosystems. *Reviews in Advance*. Disponible en: <http://www.faralloninstitute.org/Publications/DoneyEtal2012AnnRevMarSci.pdf>

Donoso, C. (1995). *Bosques templados de Chile y Argentina*. Editorial Universitaria, Santiago.

Doss, C.R. y Taff, S.J. (1996) The influence of wetland type and wetland proximity on residential property values. *J Agric Resour Econ*;21:120–9.

Ervin, D. y Mill, J. (1985): "Agricultural Land Markets and Soil Erosion: Policy Relevance and Conceptual Issues", *American Journal of Agricultural Economics*, 67 (5): 938-942.

Estay, C. y Lira, V. (2000). *Determinación del Valor de Existencia del Bosque Nativo Chileno*. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial. Universidad de Chile.

Field, B.C. (1995). *Economía Ambiental: Una Instrucción*. McGraw-Hill; Bogotá.

Figuroa E. (2007). Análisis Económico y Estudio de Factibilidad para el Financiamiento del Sistema de Áreas Protegidas de Chile; Informe Final (Versión 1). Proyecto PNUD-GEF. Santiago, Chile.

Figuroa, E. (2009). Valor Económico de la Contribución Anual del Sistema Nacional de Areas Protegidas de Chile y Análisis de su Financiamiento; en Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Global Environmental Facility (GEF) y Comisión Nacional del Medio Ambiente-Chile (eds.), Creación de un Sistema Integral de Áreas Protegidas para Chile; Documentos de Trabajo, Santiago, Chile. pp 189-240.

Figuroa, E. (2010). Valoración Económica detallada de las Áreas Protegidas de Chile. Proyecto GEF-MMA-PNUD. Salesianos Impresores S.A. Santiago de Chile, Diciembre 2010. ISBN 978-956-7469-27-7

Figuroa, E., Asenjo R., Valdés, S. y Praus, S. (2002). Definición de criterios y metodologías de valoración Económica del Daño Ambiental. Informe Final. Banco Interamericano de Desarrollo y Consejo de Defensa del Estado de Chile. pp 343.

Figuroa, E. y Pastén, R. (2008). "Forest and water: The value of native temperate forests in supplying water for human consumption; Comment"; *Ecological Economics* 67: 153-156.

Figuroa, E. y Pastén, R. (2011). Improving Benefit Transfer for Wetland Valuation: Income Adjustment and Economic Values of Ecosystem Goods and Services. Ver en: http://www.waddenacademie.nl/fileadmin/inhoud/pdf/02_taken/kennisagendarapporten/2011-01_Improving_Benefit_Transfer_for_Wetland_Valuation.pdf

Figuroa, E. y Pasten, R. (2014). "Economically valuing nature resources to promote conservation: An empirical application to Chile's national system of protected areas"; *Papers in Regional Science*, Volume 93(4): 865-889. 2014.

Figuroa, E. y Pasten, R. (2015). "The economic value of forests in supplying local climate regulation". *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*; accepted, forthcoming.

Freeman, A (2003): *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*. Resource for the Future Press, 491 pgs.

Fu, B.J., Su, C.H., Wei, Y.P., Willett, I.R., Lu, Y.H., Liu, G.H. (2011). Double counting in ecosystem services valuation: causes and countermeasures. *Ecological Research* 26: 1-14.

Gardner, K. y Barrows, R. (1985): "The Impact of Soil Conservation Investments on Land Prices", *American Journal of Agricultural Economics*, 67 (5): 943-947.

García-Nieto, A.P., García-Llorente, M., Iniesta-Arandia, I. y Martín-López, B. (2013). Mapping forest ecosystem services: from providing units to beneficiaries. *Ecosystem Services*, 4, 126-138.

Heal, G., Barbier, E., Boyle, K. y A. Covich, et al. (2005). Valuing Ecosystem Services. Washington, DC, Available at: http://works.bepress.com/edward_barbier/23/.

Hammack, J. y Brown, G. (1977): "Waterfowl and wetlands: toward bio-economic analysis", Resource for the Future.

Hanley, N. y Spash, C. (1995). Cost benefit analysis and the environment. England: Edward Elgar Publishing.

Hanley, N., Wright, R.E. y Adamowicz, W.L. (1998). Using choice experiments to value the environmental. Environ Resour Econ; 11(3-4):413-28.

Hartman, L.M., Anderson, R.L. (1962). Estimating the value of irrigation water from farm sales in Northeastern Colorado. J Farm Econ; 44 (1):207-13.

Hensher, D., Shore, N., y Train, K. (2005). Households' willingness to pay for water service attributes. Environmental and Resource Economics, 32(4), 509-531.

Haines-Young, R.H. y Potschin, M.P. (2009). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. In: Raffaelli, D., Frid, C. (Eds.), Ecosystem Ecology: A New Synthesis. BES Ecological Reviews Series, CUP, Cambridge, pp. 110-139.

Hepp, C. (2006). Degradación de ecosistemas pastoriles en la Patagonia. Serie Actas-Instituto de Investigaciones Agropecuarias 36.

Hoyt, E. y Iñiguez, M. (2008): The State of Whale Watching in Latin America. WDCS, Chippenham, UK; IFAW, Yarmouth Port, USA; and Global Ocean, London, 60pp.

IFOP (1999): "Investigación y manejo de praderas de luga en la X y XI Regiones", Proyecto FIP N° 99-21.

IFOP (2009): "Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2009", Proyecto FIP 2009-10.

IFOP (2009): "Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola en aguas interiores de la X y XI Regiones, Año 2009".

ILPES-CEPAL y DIPLADE Aysén (2009). Estrategia de Desarrollo Regional período 2009-2030. División de Planificación y Desarrollo del Gobierno de Aysén (DIPLADE). Disponible en: <http://www.subdere.gov.cl/documentacion/aysen-estrategia-de-desarrollo-regional-periodo-2009-2030>

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Base de datos CENSO 2002, [CD-ROM], Chile.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Resultados finales CENSO 2012, Región de Aysén. Disponible en: http://www.ineaysen.cl/archivos/files/pdf/RESULTADOS%20CENSO%202012/Resultados_CENSO_2012_Ays%C3%A9n_03_04_2013.pdf

Iriarte, J.L., González, H.E., Nahuelhual, L. (2010). Patagonian fjord ecosystems in Southern Chile as a highly vulnerable region: problems and needs. *AMBIO* 39:463-466.

Isakson, A. y N. Bernardello (2012): "Aysén, Industria Salmonera y Transformación Social: El Caso de un Desarrollo Frustrado y una Transición No Acabada", Seminario de Título, Ingeniería Comercial mención Economía, Universidad de Chile.

IUCN. (2014). La lista roja de las especies amenazadas [Internet]. Unión Internacional para la conservación de la naturaleza. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/amazing-species>.

Izaurre R.C., Malhi S.S., Nyborg, M., Solberg, E.D., & Jakas, Q. (2006). Crop performance and soil properties in two artificially eroded soils in north-central Alberta. *Agronomy journal*, 98(5), 1298-1311.

Kahneman, D., & Knetsch, J. L. (1992). Valuing public goods: the purchase of moral satisfaction. *Journal of environmental economics and management*, 22(1), 57-70.

Lancaster, K. (1966): "A New Approach to Consumer Theory", *Journal of Political Economy*, 74 (2): 132-157.

Lara, A., Little, C., Urrutia, R., McPhee, J., Alvarez-Garretón, C., Oyarzún, C., Soto, D., Donoso, P., Nahuelhual, L., Pino, M., Arismendi, I. (2009). Assessment of ecosystem services as an opportunity for the conservation and management of native forests in Chile. *Forest Ecology and Management* 258: 415-424.

Likens, G.E. (1985). An experimental approach for the study of ecosystems: The Fifth Tansley Lecture. *The Journal of Ecology* 381-396.

Little, C., Lara, A. (2010). Restauración ecológica para aumentar la provisión de agua como un servicio ecosistémico en cuencas forestales del centro-sur de Chile. *Bosque* 31(3): 175-178.

LME-UChile (2010). Diagnóstico Ambiental de la Cuenca del río Aysén y sector Costero Adyacente. Informe Final. Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente, Región de Aysén. Chile. Disponible en: <http://ecosistemas.uchile.cl/ayesen/#>

Loomis, J.B. (2002). Quantifying recreation use values from removing dams and restoring free-flowing rivers: a contingent behavior travel cost demand model for the lower Snake River. *Water Resour Res*;38(6) [June].

López, R. E. y Figueroa, E. (2016). On the Nexus between Fiscal Policies and Sustainable Development; *Sustainable Development* 24: 201-219.

Mahan, B., Polasky S y Adams R (2000). Valuing urban wetlands: a property price approach. *Land Econ*;76:100–13.

Manski, C. F. (1977). The structure of random utility models. *Theory and decision*, 8(3), 229-254.

Marcianò, P. (2015). Aquaculture in Lake Storsjön: an ecosystem services based investigation.

Marín, A., Gelcich, S., Castila, J.C. (2014). Ecosystem services and abrupt transformations in a coastal wetland social-ecological system: Tubul-Raqui after the 2010 earthquake in Chile. *Ecology and Society* 19(1): 22 <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05633-190122>

Marín, V.H. (1997). General system theory and the ecosystem concept. *Bulletin of the Ecological Society of America* 78: 102-104.

Marín, V.H., Tironi, .A, Parede, M.A. y Campuzano, F. (2008). The estuarine system of the Aysén Fjord. En: *Perspectives on Integrated Coastal Zone Management in South America*. Nevces, R., Baretta, J.W., Mateus, M (Eds.), IST Press.

Marín, V.H., Tironi, A., Paredes, M.A., Contreras, M. (2013). Modeling suspended solids in a Northern Chilean Patagonia glacier-fed fjord: GLOF scenarios under climate change conditions. *Ecological Modelling* 264: 7-16.

Markandya, A., Taylor, T., Longo, A., Murty, M. N., Murty, S., & Dhavala, K. (2008). Counting the cost of vulture decline—an appraisal of the human health and other benefits of vultures in India. *Ecological economics*, 67(2), 194-204.

Martín-López, B., Gómez-Baggethun, E., García-Llorente, M., Montes, C. (2014). Trade-offs across value-domains in ecosystem services assessment. *Ecological Indicators* 37A: 220-228.

Martin-Ortega, J., Allott, T. E., Glenk, K., Schaafsma, M. (2014). Valuing water quality improvements from peatland restoration: Evidence and challenges. *Ecosystem Services*, 9, 34-43.

Martínez-Harms, M.J., Gajardo, R. (2008). Ecosystem value in the Western Patagonia protected areas. *Journal for Nature Conservation* 16: 72-87.

McConnell, K., Rosado, M. (2000) Valuing discrete improvements in drinking water quality through revealed preferences. *Water Resour Res* ;36(6):1575–82.

McFadden, D. (1974). Conditional logit analysis of qualitative choice behaviour. In: Zarembka P, editor. *Frontiers in econometrics*. NY: Academic Press.

MEA (2005). *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Millennium Ecosystem Assessment Island Press. Washington. D.C. 155 pp.

Medina, G. (1996): “Conservation and status of *Lutra provocax* in Chile”. *Pacific Conservation Biology*, 2: 414-419.

Millhollon, E., Rodriguez, P., Rabb, J., Martin, D., Anderson, R., y D. Dans (2009): "Designing a constructed wetland for the detention of agricultural runoff for water quality improvement", *Journal of Environmental Quality* 38(6): 2458–2460.

Milliman, J.W. (1959). Land values as measures of primary irrigation benefits. *J Farm Econ*; 41(2):234–43.

Miranowski, J. y Hammes, B. (1984): "Implicit Prices of Soil Characteristics for Farmland in Iowa", *American Journal of Agricultural Economics*, 66 (5): 745-749.

Molinet, C., Moreno, C., Orensanz, J. y A. Parma (2007): "Estudio de poblaciones fuente (profundas) y flujo de dispersión larvaria y reclutamiento de erizos en la XI región (Fase I)". Proyecto FIP 2007-44: 1-122.

Molinet, C. (2014): "Diseño de una red de estaciones fijas de monitoreo para la pesquería del recurso erizo en la X y XI Regiones", PROYECTO – FIP N° 2012-14.

Morrison, M., Bennett, J. y Blamey, R. (1999): "Valuing improved wetland quality using choice modeling", *Water Resource Research*, 35 (9): 2805–2814.

Muñoz, M.D., Pérez, L., Sanhueza, R., Urrutia, R., Rovira, A. (2006). Los paisajes del agua en la cuenca del río Baker: bases conceptuales para su valoración integral. *Revista de Geografía Norte Grande* 36: 31-48.

Nahuelhual, L., Donoso, P., Lara, A., Núñez, D., Oyarzún, C., Neira, E. (2007). Valuing ecosystem services of Chilean temperate rainforests. *Environment, Development and Sustainability* 9:481-499.

Naidoo R. y Ricketts, T. (2006): Mapping the economic costs and benefits of conservation. *PLoS Biol* 4(11): e360. DOI: 10.1371/journal.pbio.0040360

Neira, S., y Arancibia, H. (2013). Food web and fish stock changes in central Chile: comparing the roles of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) predation, the environment, and fisheries. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 95, 103-112.

Novacek M.J. and Cleland, E. (2001). The current biodiversity extinction event: Scenarios for mitigation and recovery. *PNAS* vol 98(10): 5466-5470. RUL: www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.091093698

Núñez, D., Nahuelhual, L., Oyarzun, C., (2006). Forest and water: the value of native temperate forests in supplying water for human consumption. *Ecol. Econ.* 58, 606–616.

Núñez D y M. Niklitschek (2010): "Caracterización de la pesca recreativa en la Patagonia chilena: una encuesta a turistas de larga distancia en la región de Aysén". *Estudios y perspectivas en turismo*, 19(1): 83-104.

Oglethorp, J. y Miliadou, D. (2000): "Economic Valuation of the Non-use Attributes of a Wetland: A Case-study for Lake Kerkiní", *Journal of Environmental Planning and Management*, 43 (6): 755-767.

Olmos V.I. (2012). *Estimaciones de los tiempos de recambio en fiordos de la provincia de Aysén, Chile* (Tesis doctoral, Universidad de Concepción).

Ockenden, M., Deasy, C., Quinton, J., Bailey, A., SurrIDGE, B. y C. Stoate (2012): "Evaluation of field wetlands for mitigation of diffuse pollution from agriculture: Sediment retention, cost and effectiveness", *Environmental Science and Policy*, 24: 110-119.

O'Neill, R.V., De Angelis, D.L., Waide, J.B., Allen, T.F.H. (1986). *A hierarchical concept of ecosystems*. Princeton University Press. 253 pp.

Ortega, P., Brünning, A. (2000). *Aisén. Panorama histórico y cultural de la XI región*. Ediciones LOM.

Othman, J., Bennett, J. y R. Blumey (2004): "Environmental values and resource management options: a choice modelling experience in Malaysia", *Environment and Development Economics*, 6 (December): 803-824.

Outeiro, L., Villasante, S. (2013_a). Linking salmon aquaculture synergies and trade-offs on ecosystem services to human wellbeing constituents. *AMBIO* 42(8): 1022-1036.

Outeiro, L., Villasante, S. (2013_b). Trade-offs de servicios ecosistémicos causados por la salmonicultura en el sistema socio-ecológico marino de Chiloé (sur de Chile). *SEMATA, Ciencias Sociales e Humanidades* 25: 153-177.

Outeiro, L., Häussermann, V., Viddi, F., Hucke-Gaete, R., Försterra, G., Oyarzo, H., Kosiel, K., Villasante, S. (2015_a). Using ecosystem services mapping for marine spatial planning in southern Chile under scenario assessment. *Ecosystem Services* (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.03.004>

Outeiro, L., Gajardo, C., Oyarzo, H., Ther, F., Cornejo, P., Villasante, S., Ventine, L.B. (2015_b). Framing local ecological knowledge to value marine ecosystem services for the customary sea tenure of aboriginal communities in southern Chile. *Ecosystem Services* (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.04.004>

Oyarzún, C., Nahuelhual, L., Núñez, D. (2005). Los servicios ecosistémicos del bosque templado lluvioso: producción de agua y su valoración económica. *Revista Ambiente y Desarrollo* 20(3)-21(1): 88-95.

Pagiola S., Von Ritter K., y Bishop J. (2004). Assessing the Economic Value of Ecosystem Conservation. World Bank. Environmental Department. Discussion Paper 101.

Palma, S., Silva, N. (2004). Distribution of siphonophores, chaetognaths, euphausiids and oceanographic conditions in the fjords and channels of southern Chile Deep-Sea Research II 51: 513-535.

Pantoja, S., Iriarte, J. L., & Daneri, G. (2011). Oceanography of the Chilean Patagonia. *Continental shelf research*, 31(3), 149-153.

Pate, J. y J. Loomis (1997): "The effect of distance on willingness to pay values: a case study of wetlands and salmon in California", *Ecological Economics*, 20 (3): 199–207.

Pearce D. y Turner R. (1990). *Economics of Natural Resources and the Environment*. New York and London. Harvester-Wheatsheaf.

Pearce D. (2001). Valuing Biological Diversity: Issues and Overview. In: OECD: Valuation of Biodiversity Benefits, selected studies. Paris, OCDE. Pp 27-44.

Pérez, V.Q., Rodríguez, G.M., Aguilar, M.J.C. (2008). Perturbaciones actuales del bosque norpatagónico chileno derivadas de los efectos de grandes fuegos de medio siglo atrás. Estudio preliminar en la cuenca andina del río Figueroa. *Boletín de la AGEN* ° 47: 109-124.

Piper S. y Martin W.E. (2001). Evaluating the Accuracy of the Benefit Transfer Method: A Rural Water Supply Application in the USA. *Journal of Environmental Management* 63(3): 223-235.

PNUMA. (2012). GEO5 Global Environmental Outlook. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Nairobi. Kenia. 20 pp. Disponible en: http://www.unep.org/geo/pdfs/geo5/GEO5_report_full_es.pdf

Ponce, R.D., Vásquez, F., Stehr, A., Debels, P., Orihuela, C. (2011). Estimating the economic value of landscape losses due to flooding by hydropower plants in the Chilean Patagonia. *Water Resource Management* 25: 2449-2466.

Premoli, A. (2004). Variación en *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser (Lenga). En Donoso, C., Premoli, A., Gallo, L., Ipinza, R. Variación intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Editorial Universitaria, Santiago. Chile

Queiroz, C., Meacham, M., Richter, K., Norström, A. V., Andersson, E., Norberg, J., & Peterson, G. (2015). Mapping bundles of ecosystem services reveals distinct types of multifunctionality within a Swedish landscape. *Ambio*, 44(1), 89-101.

Ramírez, R. (2001). Understanding the approaches for accommodating multiple stakeholders' interests. *Int. J. Agricultural Resources, Governance and Ecology* 1 (3-4):264-285.

Renard, Y. (2004) Guidelines for stakeholder identification and analysis: A manual for Caribbean Natural Resources Managers and Planners. Caribbean Natural Resources Institute and The John D. and Catherine T. MacArthur Foundation. 36 pp.

RIDES 2005. Evaluación Ecosistémica del Milenio: Bienestar Humano y Manejo Sustentable en San Pedro de Atacama, Chile. Resumen ejecutivo. Disponible en: http://www.millenniumassessment.org/documents_sga/Chile%20Eng.%20Executive%20Summary.pdf

Rodríguez, J.L. G., & Suárez, M.G. (2009). Metodología para la Estimación del Factor Topográfico, LS, de los Modelos RUSLE y USPED Bajo Entorno SIG. Actas del 5° Congreso Forestal Español.

Salinas, S., Hormazábal, S. (2004). Capacidad de transporte de la Constricción de Meninea para un flujo de dos capas y el efecto de la corriente de marea. *Cienc. Tecnol.* Mar 27(1): 5-15.

Saastamoinen, O., Matero, J., Horne, P., Kniivilä, M., Haltia, E., & Mannerkoski, H. (2014). Classification of boreal forest ecosystem goods and services in Finland. Publications of the University of Eastern Finland. Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences, (11).

Seguel, M., Sfeir, A. (2010). Distribución de las toxinas marinas y quistes de dinoflagelados tóxicos en los canales occidentales de la región de Aysén. *Cienc. Tecnol.* Mar 33(1): 43-55.

Sepúlveda, M.B. 2010. Análisis de los servicios ecosistémicos de la cuenca del río Aysén: selección de metodologías de valoración económica y Pago por Servicios Ambientales (PSA). Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

SERPLAC. (2005). Plan Regional de Ordenamiento Territorial. Secretaría Regional Ministerial de Planificación y Coordinación XI Región de Aysén, Coyhaique, Chile. Disponible en: <http://serplac11.serplac.cl/link.cgi/Publicaciones/278>

Shabman, L. A., & Batie, S. S. (1978). Economic value of natural coastal wetlands: a critique. *Coastal Management*, 4(3), 231-247.

Sielfed, W. (1983). Mamíferos Marinos de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, 199 pp.

Sielfed, W. (1984): Hábitos alimentarios del huillín *Lutra provocax* (Mammalia, Carnivora, Mustelidae) en el medio marino de Chile Austral. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias, Seminario de Investigación para optar al Grado de Licenciado en Ciencias, 35 pp.

Sielfed, W. (1989): "Sobreposición de nicho y patrones de distribución de *Lutra felina* y *L. provocax* (Mustelidae, Carnívora) en el medio marino de Sudamérica austral. *Anales del Museo de Historia Natural, Valparaíso*, 20: 103-108.

Sielfed, W. (1990): "Dieta del chungungo *Lutra felina* (Molina, 1782) (Mustelidae, Carnivora) en Chile Austral". *Investigaciones en Ciencia y Tecnología, Serie: Ciencias del Mar* 1: 23-29.

Sielfed, W. (1990): "Características del hábitat de *Lutra felina* (Molina) y *L. provocax* Thomas (Carnivora, Mustelidae) en Fuego-Patagonia", *Investigaciones en Ciencia y Tecnología, Serie: Ciencias del Mar* 1: 30-36.

Sielfed, W. (1992): "Abundancias relativas de *Lutra felina* (Molina, 1782) y *L. provocax* (Thomas, 1908) en el litoral de Chile Austral". *Investigaciones en Ciencia y Tecnología, Serie: Ciencias del Mar* 2: 3-12.

Sielfed, W. y Castilla, J. (1999): "Estado de conservación y conocimiento de las nutrias en Chile". *Estudios Oceanológicos* 1999, 18:69-79.

Sielfed, W. (2014): "Informe Técnico: Huillín y Chungungo en Chile Austral (1979-2014)", CENIMA Universidad Arturo Prat.

Silva, N., Palma, S. (2005). Programa CIMAR. Memoria Gestión 1995-2004. Comité Oceanográfico Nacional- Chile. Impreso por SHOA, Chile 85 pp. (<http://www.cona.cl>)

Silva, N., Vargas, C.A., Prego R (2011). Land-ocean distribution of allochthonous organic matter in surface sediments of the Chiloé and Aysén interior seas (Chilean Northern Patagonia). *Continental Shelf Research* 31: 330-339.

Smith, V. K., & Desvousges, W. H. (1986). *Measuring water quality benefits*.

Soto, D. y Jara, F. (2007). Using natural ecosystem services to diminish salmon-farming footprints in Southern Chile. En: *Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities. Reviews: Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries*. Bert, T.M. (Ed). Springer. pp. 459-476.

Soto, D., Jara, F. y Moreno, C. (2001). Escaped salmon in the inner seas, Southern Chile: facing ecological and social conflicts. *Ecological Applications* 11(6): 1750-1762.

Sukhdev, P., Wittmer, H., Miller, D. (2014). The Economics of Ecosystems and biodiversity (TEEB): Challenges and Responses, in D. Helm and C. Hepburn (eds), *Nature in the Balance: The Economics of Biodiversity*. Oxford: Oxford University Press. Disponible en: <http://img.teebweb.org/wp-content/uploads/2014/09/TEEB-Challenges-and-Responses.pdf>

Toman, M. (1998). Special Section: Forum on valuation of ecosystem services: why not to calculate the value of the world's ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics* 25(1): 57-50.

Torell, A., Libbin, J., Miller, M. (1990). The market value of water in the Ogallala Aquifer. *Land Econ*;66(2):163-75.

Tironi, A., Marín, V.H., Campuzano, F.J. (2010). A management tool for assessing aquaculture environmental impacts in Chilean Patagonian fjords: integrating hydrodynamic and pellets dispersion models. *Environmental Management* 45: 953-962.

Ulén, B., Bechmann, M., Fölster, J., Jarvie, H.P., & Tunney, H. (2007). Agriculture as a phosphorus source for eutrophication in the north-west European countries, Norway, Sweden, United Kingdom and Ireland: a review. *Soil Use and Management*, 23(s1), 5-15.

Um, M., Kwak, S. y Kim, T. (2002) Estimating willingness to pay for improved water quality using averting behavior method with perception measure. *Environ Resour Econ*;21:287–302.

UNEP-WCMC (2011). Marine and coastal ecosystem services: Valuation methods and their application. UNEP-WCMC Biodiversity Series No. 33. 46 pp. Disponible en: http://www.unep.org/dewa/Portals/67/pdf/Marine_and_Coastal_Ecosystem.pdf

Universidad de Concepción (2007): Pesca de investigación sobre el huillín (*Lontra provocax*) en el área marítima adyacente a la desembocadura del río Baker, en la XI Región.

Vásquez, F., Castilla, J.C., Gelcich, S., Quiroga, M.A., Carrasco, P., Paz, X., Riquelme, J. (2010). Evaluación económica de los activos ambientales presentes en la red de reservas marinas decretadas en el país bajo la Ley General de Pesca y acuicultura, Informe Final. Proyecto FIP N°2008-56. Universidad de Concepción. 364 p, 23 Anexos.

Vásquez-Lavín, F., Simon, J.W., Paz-Lerdón, X. (2013). Determining the feasibility of establishing new multiple-use marine protected areas in Chile. *AMBIO* 42: 997-1009.

Vásquez, J.A., Zúñiga, S., Tala, F., Piaget, N., Rodríguez, D.C., Alonso, J.M. (2014). Economic valuation of kelp forests in northern Chile: values of goods and services of the ecosystem. *Journal of Applied Phycology* 26(2): 1081-1088.

Vianna J, Medina-Vogel G, Chehébar C, Sielfeld W, Olavarría C, y Faugeron S (2011): "Phylogeography of the Patagonian otter *Lontra provocax*: adaptive divergence to marine hábitat or signature of southern glacial refugia?", *BMC Evolutionary Biology*, 11:53.

Viddi, F., Hucke-Gaete, R., Torres-Florez, J. y S. Ribeiro (2010): "Spatial and seasonal variability in cetacean distribution in the fjords of northern Patagonia, Chile", *ICES Journal of Marine Science*, 67(5): 959-970.

Wang, G., Fang, Q., Zhang, L., Chen, W., Chen, Z., & Hong, H. (2010). Valuing the effects of hydropower development on watershed ecosystem services: Case studies in the Jiulong River Watershed, Fujian Province, China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 86(3), 363-368.

Willis, K.G., McMahon, P.L., Garrod, G.D., Powe, N.A. (2002). Water companies' service performance and environmental trade-offs. *J Environ Plan Manag*; 45(3):363–79.

Whitford, W.G. (2002). Ecology of desert ecosystems. Academic Press, Elsevier Science Ltd. 343 pp.

Yarrow, M. & Torres-Gómez, M. (2008) The ecological and cultural landscape of the Aysén River Basin. En Neves R, Baretta J & Mateus M eds. Perspectives on integrated coastal management in South America p341-356. IST Press, Portugal.

Zalungo J, Araya C, y Odebret C (2015): "Gobernanza Territorial para la formación de Capital Humano: el caso de la industria salmonera en Aysén", presentado en la Conferencia Anual COES 2015 "Conflictos urbanos y territoriales: ¿desafiando la cohesión social?" Santiago, Chile, 17-20 Noviembre 2015.

Zúñiga-Jara, S., Tala, F., Vega, A., Piaget, N. y Vásquez, J.A. (2009). Valor económico de los bosques de algas pardas en las costas de la III y IV región de Chile. *Gestión Ambiental* 18: 63-86.

VII. Anexos

Anexo I: Revisión bibliográfica

Artículos científicos (peer-review y disseminación)

1. Aracena, C., Lange, C.B., Iriarte, J.L., Rebolledo, L., Pantoja, S. 2011. Latitudinal patterns of export production recorded in surface sediments of the Chilean Patagonian fjords (41–551S) as a response to water column productivity. *Continental Shelf Research* 31: 340-355.
2. Bizama, G., Torrejón, F., Aguayo, M., Muñoz, M.D., Echeverría, C., Urrutia, R. 2011. Pérdida y fragmentación del bosque nativo en la cuenca del río Aysén (Patagonia-Chile) durante el siglo XX. *Revista de Geografía Norte Grande* 49: 125-138.
3. Bourlon, F., Mao, P., Osorio, M. 2011. El turismo científico en Aysén: un modelo de valorización territorial basado en el patrimonio y actores locales. *Sociedad Hoy* 20: 55-76.
4. Bourlon, F., Mao, P. 2011. Las formas del turismo científico en Aysén. *Gestión Turística* 15: 74-98.
5. Campuzano, F.J., Mateus, M.D., Leitao, P.C., Leitao, P.C., Marín, V.H., Delgado, L.E., Tironi, A., Pierini, J.O., Sampaio, A. Almeida, P., Neves, R.J. 2013. Integrated coastal zone management in South America: A look at three contrasting systems. *Ocean & Coastal Management* 72:22-35.
6. Daneri, G., Montero, P., Lizárraga, L., Torres, R., Iriarte, J.L., Jacob, B., González, H.E., Tapia, F.J. 2012. Primary Productivity and heterotrophic activity in an enclosed marine area of central Patagonia (Puyuhuapi channel; 44°S, 73° W). *Biogeosciences Discuss.* 9: 5929-5968.
7. Delgado, L.E., Sepúlveda, M.B., Marín, V.H. 2013. Provision of ecosystem services by the Aysén watershed ,Chilean Patagonia, to rural households. *Ecosystem Services* 5: 102-109.
8. Escobar, H. 2011. Organización del espacio y problemática territorial en la Región de Aysén, Patagonia chilena. *Revista de Historia y Geografía* 25: 29-54.
9. Gamboa, G. 2006. Social multi-criteria evaluation of different development scenarios of the Aysén region, Chile. *Ecological Economics* 59: 157-170.

10. Hidalgo, C., Ther, F., Saavedra, G. 2013. Oscilaciones en la temperatura de prácticas pesquero-artesanales: la expansión de la economía de capitales en las caletas de Islas Huichas, Puerto Cisnes y Puerto Melinka, región de Aysén; Chile. SEMATA, Ciencias Sociales e Humanidades 25: 223-242.
11. Hucke-Gaete, R. 2011. Whales Might Also Be an Important Component in Patagonian Fjord Ecosystems: Comment to Iriarte et al.. AMBIO 40: 104-105.
12. Ibarra, J., Habit, E., Barra, R., Solis, K. 2011. Juveniles de salmón chinook (*Oncorhynchus tshawytscha* Walbaum, 1792) en ríos y lagos de la patagonia chilena. Gayana 75(1): 17-25.
13. Iriarte, J.L. González, H.E., Nahuelhual, L. 2010. Patagonian fjord ecosystems in Southern Chile as a highly vulnerable region: problems and needs. AMBIO 39:463-466.
14. Marín, V.H., Delgado, L.E. Bachmann, P. 2008. Conceptual PHES-system models of the Aysén watershed and fjord (Southern Chile): testing a brainstorming strategy. Journal of Environmental Management 88: 1109-1118.
15. Marín, V.H., Tironi, A., Paredes, M.A., Contreras, M. 2013. Modeling suspended solids in a Northern Chilean Patagonia glacier-fed fjord: GLOF scenarios under climate change conditions. Ecological Modelling 264: 7-16.
16. Marín, V.H., Campuzano, F.J. 2008. Un modelo hidrodinámico-barotrópico para los fiordos australes de Chile entre los 41°S y los 46°S. Cienc. Tecnol. Mar. 31(2): 125-136.
17. Martínez-Harms, M.J., Gajardo, R. 2008. Ecosystem value in the Western Patagonia protected areas. Journal for Nature Conservation 16: 72-87.
18. Molinet, C., Niklitschek, E.J., Coper, S., Díaz, M., Díaz, P.A., Fuentealba, M., Marticorena, F. 2014. Challenges for coastal zoning and sustainable development in the northern Patagonian fjords (Aysén, Chile). Lat. Am. J. Aquat. Res. 42(1): 18-29.
19. Montero, P., Daneri, G., González, H., Iriarte, J.L., Tapia, F.J., Lizárraga, L., Sanchez, N., Pizarro, O. 2011. Seasonal variability of primary production in a fjord ecosystem of the Chilean Patagonia: Implications for the transfer of carbon within pelagic food webs. Continental Shelf Research 31: 202-215.
20. Muñoz, M.D., Azócar, G. 2014. Incorporación del paisaje en la gestión del territorio de la Patagonia chilena. Revista Urbano 30: 34-59.

21. Niklitschek, E.J., Soto, D., Lafon, A., Molinet, C., Toledo, P. 2013. Southward expansion of the Chilean salmon industry in the Patagonian Fjords: main environmental challenges. *Reviews in Aquaculture* 5: 172-195.
22. Núñez, D., Niklitschek, M. 2010. Caracterización de la pesca recreativa en la Patagonia chilena. Una encuesta a turistas de larga distancia en la región de Aysén. *Estudios y Perspectivas en Turismo* 19: 83-104.
23. Ortiz, P., Quiroga, E. 2010. Nuevos registros y distribución de poliquetos bentónicos submareales de fondos blandos en la región de Aysén, Chile: familias Paraonidae y Apionidae (Annelida: Polychaeta). *Anales Instituto Patagonia (Chile)* 38(2): 59-68.
24. Oyanedel, A., Valdovinos, C., Azócar, M., Moya, C., Mancilla, G., Pedreros, P., Figueroa, R. 2008. Patrones de distribución espacial de los macroinvertebrados bentónicos de la cuenca del río Aysén (Patagonia chilena). *Gayana* 72(2): 241-257.
25. Pantoja, S., Iriarte, J.L., Daneri, G. 2011. Oceanography of the Chilean Patagonia. *Continental Shelf Research* 31: 149-153.
26. Pavés, H.J., González, H.E., Christensen, V. 2013. Structure and functioning of two pelagic communities in the North Chilean Patagonian coastal system. *Hydrobiologia* 717: 85-108.
27. Pavés, H.J., González, H.E., Castro, L., Iriarte, J.L. 2015. Carbon flows through the pelagic sub-food web in two basins of the Chilean Patagonian coastal ecosystem: the significance of coastal-ocean connection on ecosystem parameters. *Estuaries and Coasts* 38: 179-191.
28. Ponce, R.D., Vásquez, F., Stehr, A., Debels, P., Orihuela, C. 2011. Estimating the economic value of landscape losses due to flooding by hydropower plants in the Chilean Patagonia. *Water Resource Management* 25: 2449-2466.
29. Quiroga, E., Ortiz, P., Reid, B., Gerdes, D. 2013. Classification of the ecological quality of the Aysen and Baker Fjords (Patagonia, Chile) using biotic indices. *Marine Pollution Bulletin* 68: 117-126.
30. Riquelme, C., Oyarzún, C.E., Peña, K. 2010. Caracterización de la demanda turística en un destino de intereses especiales: Caso Caleta Tortel (Chile). *Revista Lider* 16(12): 173-193.
31. Salinas, S., Hormazábal, S. 2004. Capacidad de transporte de la Constricción de Meninea para un flujo de dos capas y el efecto de la corriente de marea. *Cienc. Tecnol. Mar* 27(1): 5-15.

32. Seguel, M., Sfeir, A. 2010. Distribución de las toxinas marinas y quistes de dinoflageladostóxicos en los canales occidentales de la región de Aysén. *Cienc. Tecnol. Mar* 33(1): 43-55.
33. Sepúlveda, J., Pantoja, S., Hughen, K.A. 2011. Sources and distribution of organic matter in northern Patagonia fjords, Chile (44-47°S): A multi-tracer approach for carbon cycling assessment. *Continental Shelf Research* 31: 315-329.
34. Silva, N., Vargas, C.A., Prego, R. 2011. Land-ocean distribution of allochthonous organic matter in surface sediments of the Chiloé and Aysén interior seas (Chilean Northern Patagonia). *Continental Shelf Research* 31: 330-339.
35. Smith, R.W., Bianchi, T.S., Allison, M., Savage, C., Galy, V. 2015. High rates of organic carbon burial in fjord sediments globally. *Nature Geoscience* DOI: 10.1038/NGEO2421
36. Solari, M.E., Skewes, J.C., Navarro, M., Paillacheo, F. 2012. Historia ambiental de los archipiélagos de la Trapananda (Patagonia septentrional, Chile): desafíos para la conservación de la ballena azul. *CUHSO. Cultura-Hombre-Sociedad* 22(1): 115-130.
37. Soto, D., Jara, F., Moreno, C. 2001. Escaped salmon in the inner seas, Southern Chile: facing ecological and social conflicts. *Ecological Applications* 11(6): 1750-1762.
38. Tironi, A., Marín, V.H., Campuzano, F.J. 2010. A management tool for assessing aquaculture environmental impacts in Chilean Patagonian fjords: integrating hydrodynamic and pellets dispersion models. *Environmental Management* 45: 953-962.
39. Torrejón, F., Bizama, G., Araneda, A., Aguayo, M., Bertrand, S., Urrutia, R. 2013. Descifrando la historia ambiental de los archipiélagos de Aysén, Chile: el influjo colonial y la explotación económica-mercantil republicana (siglos XVI-XIX). *MAGALLANIA (Chile)* 41(1): 29-52.
40. Torres-Gómez, M., Delgado, L.E., Marín, V.H., Bustamante, R. O. 2009. Estructura del paisaje a lo largo de gradientes urbano-rurales en la cuenca del río Aysén (Región de Aysén, Chile). *Revista Chilena de Historia Natural* 82: 73-82.
41. Torres, R., Rojas, J. 2011. Naturaleza, cultura y formas turísticas de vida en Aysén. *Sociedad Hoy* 20: 77-109.
42. Valle-Levinson, A., Cáceres, M., Sepúlveda, H.H., Holderied, K. 2002. Patrones de flujo en los canales asociados a la boca del seno Aysén. *Cienc. Tecnol. Mar* 25(2): 5-16.

43. Vargas, C.A., Martínez, R.A., San Martín, V., Aguayo, M., Silva, N., Torres, R. 2011. Allochthonous subsidies of organic matter across a lake–river–fjord landscape in the Chilean Patagonia: Implications for marine zooplankton in inner fjord areas. *Continental Shelf Research* 31: 187-201.

Capítulos de libro

1. Delgado, L.E., Bachmann P. 2008. Socio-economy of the Aysén area. En: Perspectives on integrated coastal zone management in South America. Neves, R., Baretta, J.W., Mateus, M. (Eds.), IST Press, Lisboa, Portugal. 357-364 pp.
2. Delgado, L.E., Marín, V.H., Tironi, A., Bachmann, P. 2008. Conceptual, PHES-system, models of the Aysén fjord: The case of salmon farming. En: Perspectives on integrated coastal zone management in south America. Neves, R., Baretta, J., Mateus, M. (Eds.) IST Press, Lisboa, Portugal. 581-584 pp.
3. Marín, V.H., Tironi, A., Paredes, M.A., Campuzano, F. 2008. The estuarine system of the Aysén Fjord. En: Perspectives on Integrated Coastal Zone Management in South America. Neves, R., Baretta, J.W., Mateus, M (Eds.), IST Press, Lisboa, Portugal.
4. Molinet, C., Arévalo, A., Díaz, M., Díaz, P. 2008. Uso del borde costero en el mar interior de la region de Aysén y de Los Lagos: escalas e interaccion de los procesos de pesca y acuicultura. En: Lovatelli, A., Farias, A., Uriarte, I. (Eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyeccion futura: factores que afectan su sustentabilidad en America Latina. Taller Tecnico Regional de la FAO. 20–24 de Agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. 237–247 pp.
5. Soto, D., Jara, F. 2007. Using natural ecosystem services to diminish salmon-farming footprints in Southern Chile. En: Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities. Bert, T.M. (Ed.) Springer. Capítulo 26, 459-475 pp.
6. Tironi, A., Marín, V.H., Campuzano, F. 2008. A management tool for salmon aquaculture: integrating Mohid and GIS applications for local waste management. En: Perspectives on integrated coastal zone management in south America. Neves, R., Baretta, J., Mateus, M. (Eds.) IST Press, Lisboa, Portugal. III. Informes técnicos (e.g. consultorías)

1. CADE-IDEPE 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca río Aysén. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.
2. Cienciambiental Consultores S.A. 2009. Actualización del Proyecto de la Norma Secundaria de Calidad de la cuenca del Río Aysén, Informe Final. CONAMA Aysén.
3. Estudio e identificación de clusters exportadores en la XI región de Aysén 2006. (Segundo informe de avance). Disponible en: <http://www.conicyt.cl/regional/files/2012/10/cluster-aysen.pdf>
4. CIEP 2011. Estudios oceanográficos y modelo de análisis de riesgo para el manejo integrado y sustentable del fiordo Aysén (lat. 45° 24's, long. 72° 59'w), XI región. Informe Final Proyecto INNOVA CORFO 08CBA – 2064.
5. CIEP 2013. Sistema de información oceanográfica para la sostenibilidad de la acuicultura en la región de Aysén. Informe Final Proyecto INNOVA CORFO 11BPC-10191.
6. DIPLADE Aysén 2011. Informe Ambiental Microzonificación del Uso del Borde Costero Norte Etapa I: Área de Puerto Raúl Marín Balmaceda y entorno, Comuna de Cisnes, XI Región de Aysén.
7. Hacienda Quitralco S.A. 2008. Informe Técnico Proyecto de desarrollo de programa de turismo de naturaleza y pesca recreativa sobre un barco en fiordos de Aysén. Disponible en: <http://repositoriodigital.corfo.cl/handle/11373/9991>
8. LME-UChile 2008. Análisis General del Impacto Económico y Social de Ante-Proyectos de Norma Secundaria de Calidad de Aguas (AGIES). Dirección General de Aguas región de Aysén, Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.
9. LME-UChile 2010. Diagnóstico ambiental cuenca del río Aysén y sector costero adyacente. Gobierno Regional Aysén.
10. OCEANA 2009. Propuesta Area marina costera protegida de múltiples usos (AMCP-MU), Tortel Patagonia chilena. Disponible en: http://oceana.org/sites/default/files/sao/oceana_2010final.pdf
11. Saavedra, G. Diagnóstico social de las comunidades del borde costero norte de la región de Aysén, para la microzonificación desde Taitao al límite norte de la región. Resumen

ejecutivo. Código BIP 30005939-0. Disponible en:
http://www.goreaysen.cl/controls/neochannels/neo_ch132/appinstances/media210/DIAG_COMUN_BORDE_COSTERO.pdf

12. Tapia, F., Giglio, S. 2010. Modelos para la evaluación de la capacidad de carga de fiordos aplicables a ecosistemas del Sur de Chile. Valdivia, Chile: WWF.
13. Tironi, A., Ramírez, A., Yarrow, M. 2006. Análisis general del impacto económico social de la norma secundaria de calidad de aguas del río Aysén en el sector agropecuario otras actividades económicas. Informe Final. Disponible en:
http://www.sag.cl/sites/default/files/ANALISIS_GENERAL_INFORMEFINAL_aysen.pdf

Libros y guías de campo

1. Bachmann, P., Delgado, L.E., Marín, V.H. Eds. 2007. Hacia un manejo ecológico integrado de zonas costeras en Chile. Contribuciones del Proyecto ECOManage. Imprenta Salesianos, Chile. 106 pp.
2. Bourlon, F., Osorio, M. Mao, P., Gale, T. 2012. Explorando las Nuevas Fronteras del Turismo. Perspectivas de la investigación en turismo. LOM Impresores. 305 pp.
3. Bourlon, F., Soto, D., PASTRIÁN, I. 2014. La ruta de los archipiélagos patagónicos. Guía para el Turismo Científico, región de Aysén. CIEP- Hotel Loberías del Sur. Disponible en:
http://ciep.cl/pdf/prensa/libro-taller_2014_final4-1-08-10-2014-80720.pdf
4. Figueroa, R., Cerda, J., Tala, C. 2001. Guía de aves dulceacuícolas de Aysén. Servicio Agrícola y Ganadero Región de Aysén, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. 184 pp.
5. Sernapesca. Guía de pesca recreativa región de Aysén. Disponible en:
http://www.sernapesca.cl/presentaciones/XI_Region/Fichas_Region_de_Aysen.pdf

Tesis (pre y post grado)

1. Bachmann-Vargas, P. 2009. Comparación de la exportación de nitrógeno desde un ecosistema forestal versus un ecosistema pastoril, a través de la aplicación de modelos de simulación. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias Biológicas con mención en Ecología y Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

2. Bachmann-Vargas, P. 2013. Ecosystem services modeling as a tool for ecosystem assessment and support for decision making process in Aysén region, Chile (Northern Patagonia). Master Thesis. Faculty of Agriculture and Nutritional Sciences, Christian-Albrechts-Universität, Kiel – Germany.
3. Delgado, L.E. 2010. Gobernanza ambiental como una estrategia sustentable local para cuencas hidrográficas de America Latina: caso de estudio la cuenca de Aysén. Tesis para optar al grado de Doctor en Procesos Sociales y Políticos en América Latina, Mención Sociología, Universidad ARCIS.
4. Gale, T. 2006. Finding meaning in sustainability and a livelihood based on tourism: an ethnographic case study of rural citizens in the Aysén region of Chile. Dissertation, degree of Doctor of Philosophy in Forest and Natural Resources Sciences, West Virginia University.
5. Garay, Y. 2003. Determinación cuali-cuantitativa de bacterias heterótrofas relacionadas con el ciclo del nitrógeno, calidad bacteriológica de agua, y sedimentos recolectados en fiordos y canales de la XI región de Chile. Tesis de grado presentada para optar al grado de Licenciado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile.
6. Ortiz, V. 2013. Variación geográfica del costo de vida, y su impacto en pobreza en áreas extremas. el caso de la cuenca del río aysén, región de Aysén. Memoria para optar al Título Profesional de Geógrafa. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile.
7. Poulain, M. 2006. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero y proposición de una estrategia para su reducción y captura. Caso XI región de Aysén. Tesis para optar al Grado de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental. Universidad de Chile.
8. Saavedra, G. 2011. Perspectivas culturales del desarrollo en las costas australes de Chile. Aproximación antropológica a las persistencias y transformaciones de las economías de pesca artesanal en el litoral de Aysén. Memoria para optar al grado de Doctor. Facultad de Ciencias Políticas y Sociología, Universidad Complutense de Madrid.
9. Saldivia, H. 2005. Aplicación de herramientas voluntarias de gestión ambiental en sectores económicos de la región de Aysén. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.
10. Sandoval, J.P. 2012. Puerto turístico Bahía Exploradores, XI Región de Aysén. Memoria de título, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile.
11. Sepúlveda, M.B. 2010. Análisis de los servicios ecosistémicos de la cuenca del río Aysén: selección de metodologías de valoración económica y Pago por Servicios Ambientales (PSA). Memoria de título, Facultad de Ciencias Agronómicas, Facultad de Chile.

Anexo II: Revisión cartográfica, listado de información cartográfica recopilada, fuentes y metadatos

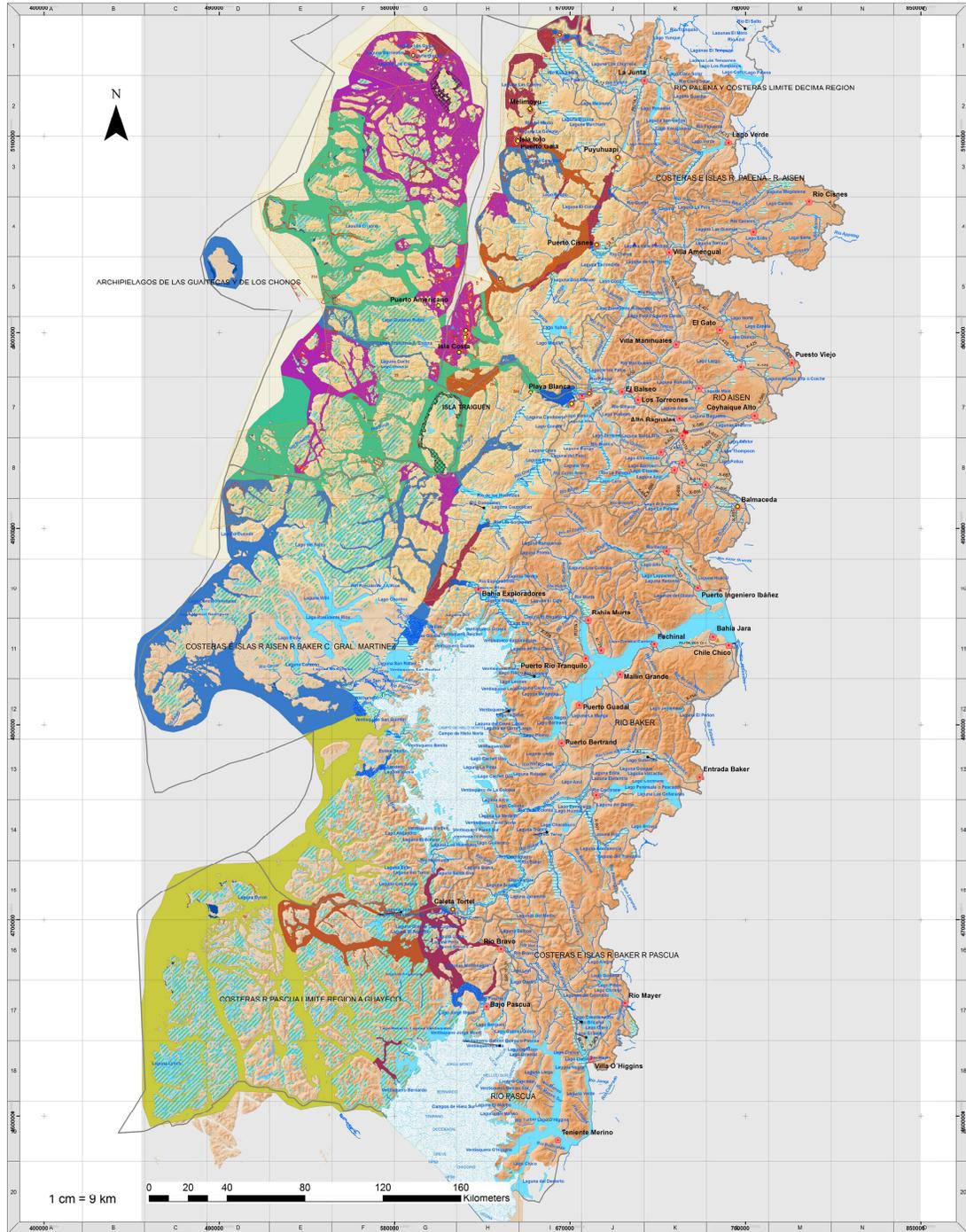
Información	Shapes	Fuente web	año	Origen de datos	Contacto	Proyección (SC) original	link descarga
Amenazas naturales hidrometeorológicas	Zonas de inundación	ide.Aysen	2011	DIPLADE	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	http://www.ide.cl/ayesen/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=30&Itemid=100008
	Zonas de socavamiento	ide.Aysen	2011	DIPLADE		WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	Zonas priorizadas para intervención en control fluvial	ide.Aysen	2011	DIPLADE		WGS_1984_UTM_Zone_18S	
Balance hidrico	Evaporacion de tanque	ide.Aysen	2010	DGA	s.i	WGS_1984_UTM_Zone_19S	
	Evapotranspiracion real	ide.Aysen	2010	DGA		WGS_1984_UTM_Zone_19S	
	Isotermas	ide.Aysen	2010	DGA		WGS_1984_UTM_Zone_19S	
	Isoyetas	ide.Aysen	2010	DGA		WGS_1984_UTM_Zone_19S	
Capacidad uso de suelo IREN79		ide.Aysen	1979	s.i	ipacheco	s.i	
Capacidad uso de suelo Koeppen		ide.Aysen	s.i	s.i	ipacheco	s.i	
Catastro humedales	Aguas_someras_Lechos_Submareales_(A,_B)	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	Ambientes_estuarinos_(F)	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	Cajas_de_Rios(M,_Vf)	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	Costas_Marinas_Rocosas_(D)	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	Encuesta_antecedentes_complementarios	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	Humedal_Vegetacion_Herbacea_Orilla	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	Humedal tipo Fachinal	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	Humedales tipo mallin	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	Humedales tipo turbera	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	Lagoslagunaspermanentesagua dulce	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
Lagunas costeras	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S		

	Montaña_alpinos 1500m	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	Pantanosesteroscharcaspueñaslagunas	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	Planos lodosos intermareales	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	Playas zona costera	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	Rios_arroyos permanentes	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	Sectores de Deltas lacustres	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	Terrenos humedos tipo vegas	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	Zona potencial humedales geotermico	ide.Aysen	2010	Conama	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
Caudales ambientales	Restricciones uso de agua	ide.Aysen	2010	MOP	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	
Cuencas hídricas	Cuenca_DGA	ide.Aysen	2012	MOP-Aysén		WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	SubCuenca_DGA	ide.Aysen	2012	MOP-Aysén		WGS_1984_UTM_Zone_18S	
	SubSubCuenca_DGA	ide.Aysen	2012	MOP-Aysén		WGS_1984_UTM_Zone_18S	
Ecorregiones		ide.Aysen	s.i	SAG	ipacheco	SAD_1969_UTM_Zone_18S	
Red hidrométrica	Calidad quimica	ide.Aysen	2010	MOP	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	
	Fluviometricas	ide.Aysen	2010	MOP	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	
	Meteorologicas	ide.Aysen	2010	MOP	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	
	Niveles de lagos y embalses	ide.Aysen	2010	MOP	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	
	Sedimentométricas	ide.Aysen	2010	MOP	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	
Inventario lagos y glaciares	Catastro de Lagos	ide.Aysen	2011	MOP	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	
	Glaciares resumen	ide.Aysen	2011	MOP	ipacheco		
Batimetria SHOA	BATIMETRIA AYSEN_SERPLAC	ide.Aysen	2011	SHOA	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
Centros poblados principales		ide.Aysen	s.i	s.i	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
Mapa hidrobiológico	Dato_de_pozos	ide.Aysen	2011	MOP	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	
	Datos_hidrogeograficos	ide.Aysen	2011	MOP	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	
	Geologia	ide.Aysen	2011	MOP	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	
	Informacion_hidrogeologica_general	ide.Aysen	2011	MOP	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	
	Ocurrencia_aguas_subterraneas	ide.Aysen	2011	MOP	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	

	Perfiles_hidrogeologicos_esquemáticos	ide.Aysen	2011	MOP	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	
Precipitaciones máximas diarias		ide.Aysen	2010	s.i	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	
Proteccion ambiental otros servicios	MOP_áreas protección turística	ide.Aysen	2009	Eptisa	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	-
	MOP_áreas preservación ecológica	ide.Aysen	2008	SEMAT-CONAMA	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	-
	MOP_áreas protegidas privadas	ide.Aysen	2008	SEMAT-CONAMA	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	-
	MOP_inmuebles fiscales conservación	ide.Aysen	2008	SEMAT-CONAMA	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	-
	MOP_reserva de la biosfera	ide.Aysen	2008	SEMAT-CONAMA	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	-
	MOP_Santuario de la naturaleza	ide.Aysen	2008	SEMAT-CONAMA	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	-
	MOP_Sitios prioritarios	ide.Aysen	2008	SEMAT-CONAMA	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_19S	-
Suelo aptitud ganadera	Suelo aptitud ganadera	ide.Aysen	2006	No indica fuente	ipacheco	SAD_1969_UTM_Zone_18S	-
SNASPE	SNASPE	ide.Aysen	2012	No indica fuente	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	-
Monumentos (santuarios, zonas típicas)		ide.Aysen	s.i	Consejo monumentos	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
AMERB			s.i	SUBPESCA	rpinoche t	UTM_Zone_18S	Entregado por SUBPESCA
Espacios costeros marinos pueblos originarios				SUBPESCA	rpinoche t	WGS_1984_UTM_Zone_18S	Entregado por SUBPESCA
Monitoreo Dydimó				SUBPESCA	rpinoche t	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
Monitoreo Marea Roja				SUBPESCA	rpinoche t	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
Áreas protegidas	Monumento natural	ide.mma	s.i	MMA	s.i	GCS_WGS_1984	http://www.ide.cl/descarga/capas/category/ministerio-de-medio-ambiente.html

	Áreas protegidas privadas	ide.mma	2011	MMA	s.i	GCS_WGS_1984	
	Reservas de la biosfera	ide.mma	s.i	MMA	s.i	GCS_WGS_1984	
	Sitios prioritarios	ide.mma	s.i	MMA	s.i	GCS_WGS_1984	
	Sitios estrategias regionales biodiversidad	ide.mma	s.i	MMA	s.i	GCS_WGS_1984	
Áreas protegidas	SNASPE	sit.conaf	2010	CONAF	s.i	WGS_1984_UTM_Zone_19S	http://sit.conaf.cl/
Localidades urbanas 1:50000		sit.conaf	n.d				
Catastro uso suelo		sit.conaf	2011	s.i	s.i	WGS_1984_UTM_Zone_19S	
Agua Potable rural		ide.cl	s.i	MOP	s.i	GCS SIRGAS	http://www.ide.cl/download/capas/category/ministerio-de-obras-publicas.html
barrios sanitarios salmoneros			2013	GORE-AYSEN	ipacheco	GCS_WGS_1984	Entrega por oficio
Macrozonas salmoneras			2012	GORE-AYSEN	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
Usos actuales PROT			2013	GORE-AYSEN	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
Zonificación borde costero			2006	GORE-AYSEN	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
Modelo de elevación digital	DEM_XI		s.i	GORE-AYSEN	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
Infraestructura Portuaria			2013	GORE-AYSEN	ipacheco	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
Batimetría NOAA		noaa.gov	s.i	NOAA	s.i	s.i	http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/bathymetry/relief.html
Limites administrativos 1:50000		icet.odepa	2010	s.i	s.i	nd	

Anexo III: Mapa Regional de fuentes hídricas región de Aysén y zonificación uso de borde costero (elaboración propia)



Legenda	Infraestructura Portuaria	Espacios Costeros Marinos Pueblos Originarios (ECMPO)	Cuerpos de Agua y Humedales	Zonificación Uso del Borde Costero 2006	Elevación (m)
Localidades ● Ciudades ■ Ciudades pobladas ■ Ciudades Otros DIPLADE ■ Macizo San Salomón ■ Bantío San Antonio Salomón 2013 ■ Puerto Tratamiento aguas	▲ Atracadero ▲ Costanera ▲ Embarcadero ▲ Muelle ▲ Rampa ▲ Verdadero	■ Puerto Ballena ■ Delfino Ulúa ■ Isla Trigüén Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) ■ AMERB_línea ■ AMERB_punto	■ Cuenca ■ Glaciar ■ Lago ■ Humedales tipo turbera ■ Laguna costera ■ Pantanos, Charcos ■ Terrenos Húmedos Tipo Uvas ■ Humedales tipo maril ■ Aguas someras, Llanos Submarinos ■ Ambientes subacuáticos ■ Costa Marinos Puntos ■ Roca y arroyos permanentes ■ Reserva de Delfino Lacustrino	■ Preferencial para el turismo ■ Preferencial para la acuicultura ■ Preferencial para la conservación ■ Preferencial para la extracción de recursos bentónicos ■ Preferencial para la preservación ■ Preferencial para la preservación sujeta a estudio ■ TURISMO	■ 0 ■ 0 - 334 ■ 334 - 500 ■ 500 - 900 ■ 900 - 1.300 ■ 1.300 - 1.900 ■ 1.900 - 2.500 ■ 2.500 - 3.100 ■ 3.100 - 3.944



Anexo IV: Resultados entrevista a expertos locales. Identificación de servicios ecosistémicos por servicio público

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS		SUBPESCA	SERNAPESCA	DIRECTEMAR
ID	Clase			
1	Cultivos			
2	Animales domésticos y sus productos derivados			
3	Plantas silvestres, algas y sus productos derivados			
4	Animales silvestres y sus productos derivados			
5	Plantas y algas de acuicultura in situ			
6	Animales de acuicultura in situ			
7	Agua superficial para beber			
8	Agua subterránea para beber			
9	Fibras y otros materiales de plantas, algas y animales para uso directo o ser procesados			
10	Materiales de plantas, algas y animales para uso agrícola			
11	Material genético de la biota			
12	Agua superficial para otros usos			
13	Agua subterránea para otros usos			
14	Recursos energéticos provenientes de las plantas (biomasa)			
15	Recursos energéticos provenientes de los animales			
16	Energía animal			
17	Bioremediación por microorganismos, algas, plantas y animales			
18	Filtración, secuestro, almacenamiento y acumulación por microorganismos, algas, plantas y animales			
19	Filtración, secuestro, almacenamiento, y acumulación por ecosistemas			
20	Dilución por la atmósfera, agua dulce y ecosistemas marinos			
21	Mediación del olor, ruido e impactos visuales			
22	Estabilización de masa y control de las tasas de erosión			
23	Amortiguación y atenuación del flujo de masa			
24	Ciclo hidrológico y mantención del flujo de agua			
25	Protección de inundaciones			
26	Protección de tormentas			
27	Ventilación y transpiración			
28	Polinización y dispersión de semillas			
29	Mantención de hábitats y reproducción			
30	Control de plagas			
31	Control de enfermedades			
32	Proceso de mineralización			
33	Descomposición y procesos de fijación			

34	Condiciones químicas del agua dulce			
35	Condiciones químicas de aguas marinas			
36	Regulación global del clima por la reducción de las concentraciones de gases de efecto invernadero			
37	Regulación del clima, micro y regional			
38	Uso experiencial de plantas, animales y paisajes en diferentes condiciones ambientales			
39	Uso físico del paisaje en diferentes condiciones ambientales			
40	Científico (actividades de investigación asociadas a ciertos ecosistemas, etc.)			
41	Educacional			
42	Herencia cultural			
43	Entretenimiento			
44	Estético			
45	Simbólico			
46	Sagrado y/o religioso			

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS		SEREMI MEDIO AMBIENTE	SAG	DGA	CONAF Capitán Prat	Prov
ID	Clase					
1	Cultivos					
2	Animales domésticos y sus productos derivados					
3	Plantas silvestres, algas y sus productos derivados					
4	Animales silvestres y sus productos derivados					
5	Plantas y algas de acuicultura in situ					
6	Animales de acuicultura in situ					
7	Agua superficial para beber					
8	Agua subterránea para beber					
9	Fibras y otros materiales de plantas, algas y animales para uso directo o ser procesados					
10	Materiales de plantas, algas y animales para uso agrícola					
11	Material genético de la biota					
12	Agua superficial para otros usos					
13	Agus subterránea para otros usos					
14	Recursos energéticos provenientes de las plantas (biomasa)					
15	Recursos energéticos provenientes de los animales					
16	Energía animal					
17	Bioremediación por microorganismos, algas, plantas y animales					
18	Filtración, secuestro, almacenamiento y acumulación por microorganismos, algas, plantas y animales					
19	Filtración, secuestro, almacenamiento, y acumulación por ecosistemas					
20	Dilución por la atmósfera, agua dulce y ecosistemas marinos					
21	Mediación del olor, ruido e impactos visuales					
22	Estabilización de masa y control de las tasas de erosión					
23	Amortiguación y atenuación del flujo de masa					
24	Ciclo hidrológico y mantención del flujo de agua					
25	Protección de inundaciones					
26	Protección de tormentas					
27	Ventilación y transpiración					

28	Polinización y dispersión de semillas				
29	Mantenimiento de hábitats y reproducción				
30	Control de plagas				
31	Control de enfermedades				
32	Proceso de mineralización				
33	Descomposición y procesos de fijación				
34	Condiciones químicas del agua dulce				
35	Condiciones químicas de aguas marinas				
36	Regulación global del clima por la reducción de las concentraciones de gases de efecto invernadero				
37	Regulación del clima, micro y regional				
38	Uso experiencial de plantas, animales y paisajes en diferentes condiciones ambientales				
39	Uso físico del paisaje en diferentes condiciones ambientales				
40	Científico (actividades de investigación asociadas a ciertos ecosistemas, etc.)				
41	Educacional				
42	Herencia cultural				
43	Entretenimiento				
44	Estético				
45	Simbólico				
46	Sagrado y/o religioso				

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS		SERNATUR	Municip. Pto. Aysén (Of. Turismo)	Municip. Pto. Aysén (Medioambiente)	Municip. Cochrane (Turismo)	Municip. Chile Chico (Of. Turismo)
ID	Clase					
1	Cultivos					
2	Animales domésticos y sus productos derivados					
3	Plantas silvestres, algas y sus productos derivados					
4	Animales silvestres y sus productos derivados					
5	Plantas y algas de acuicultura in situ					
6	Animales de acuicultura in situ					
7	Agua superficial para beber					
8	Agua subterránea para beber					
9	Fibras y otros materiales de plantas, algas y animales para uso directo o ser procesados					
10	Materiales de plantas, algas y animales para uso agrícola					
11	Material genético de la biota					
12	Agua superficial para otros usos					
13	Agua subterránea para otros usos					
14	Recursos energéticos provenientes de las plantas (biomasa)					
15	Recursos energéticos provenientes de los animales					
16	Energía animal					
17	Bioremediación por microorganismos, algas, plantas y animales					
18	Filtración, secuestro, almacenamiento y acumulación por microorganismos, algas, plantas y animales					
19	Filtración, secuestro, almacenamiento, y acumulación por ecosistemas					
20	Dilución por la atmósfera, agua dulce y ecosistemas marinos					
21	Mediación del olor, ruido e impactos visuales					
22	Estabilización de masa y control de las tasas de erosión					
23	Amortiguación y atenuación del flujo de masa					

24	Ciclo hidrológico y mantención del flujo de agua					
25	Protección de inundaciones					
26	Protección de tormentas					
27	Ventilación y transpiración					
28	Polinización y dispersión de semillas					
29	Mantención de hábitats y reproducción					
30	Control de pestes					
31	Control de enfermedades					
32	Proceso de mineralización					
33	Descomposición y procesos de fijación					
34	Condiciones químicas del agua dulce					
35	Condiciones químicas de aguas marinas					
36	Regulación global del clima por la reducción de las concentraciones de gases de efecto invernadero					
37	Regulación del clima, micro y regional					
38	Uso experiencial de plantas, animales y paisajes en diferentes condiciones ambientales					
39	Uso físico del paisaje en diferentes condiciones ambientales					
40	Científico (actividades de investigación asociadas a ciertos ecosistemas, etc.)					
41	Educacional					
42	Herencia cultural					
43	Entretenimiento					
44	Estético					
45	Simbólico					
46	Sagrado y/o religioso					

Anexo V. Valor económico del servicio ecosistémico de provisión de recursos hidrobiológicos para la pesca artesanal e industrial en la región de Aysén, año 2014 (valorados a precio playa 2015)

Tabla A1. Región de Aysén: Valor económico del servicio ecosistémico de provisión recursos hidrobiológicos para la pesca del sector artesanal; 2014; Comparación Precio Consumidor y Precio Playa

Recurso	Tipo	Desembarques	Valor Producción (A Precio Consumidor)	Valor Producción (A Precio Playa)
		(Ton/Año)	(Millones de \$ pesos)	(Millones de \$ pesos)
ALMEJA	Bentónico	191,66	287,48	76,66
BLANQUILLO	Pelágico	0,03	0,06	0,00
CABRILLA COMUN	Demersal	0,07	0,08	0,06
CABRILLA ESPANOLA	Demersal	0,03	0,04	0,03
CARACOL LOCATE	Bentónico	0,19	0,48	0,06
CARACOL PALO PALO	Bentónico	0,55	1,35	0,18
CENTOLLA	Bentónico	56,44	1.128,78	135,46
CHOLGA	Bentónico	32,66	32,66	4,57
CHORITO	Bentónico	9,81	9,81	1,37
CHORO	Bentónico	23,85	35,78	3,34
CONGRIO COLORADO	Demersal	2,37	13,04	2,84
CONGRIO DORADO	Demersal	87,11	435,57	104,53
CONGRIO NEGRO	Demersal	0,01	0,03	0,00
CORVINA	Demersal	0,02	0,08	0,03
CULENGUE	Bentónico	114,12	67,91	28,53
ERIZO	Bentónico	8.413,79	5.889,65	2.355,86
JAIBA MARMOLA	Bentónico	1.385,88	935,47	374,19
JAIBA MORA	Bentónico	18,56	12,53	5,01
JAIBA PANCHOTE	Bentónico	0,05	0,03	0,01
JAIBA REMADORA	Bentónico	0,66	0,45	0,18
LAPA NEGRA	Bentónico	3,49	6,58	4,53
LAPA REINA	Bentónico	188,14	355,21	244,21
MERLUZA AUSTRAL	Demersal	1.041,20	3.123,59	1.145,32
LENGUADO	Bentónico	0,07	0,59	0,12

LUCHE	Alga	0,02	0,01	0,00
LUGA CUCHARA	Alga	1,20	0,50	0,00
LUGA NEGRA	Alga	886,32	370,48	141,81
LUGA-ROJA	Alga	2.479,51	1.036,43	619,88
PEJERREY DE MAR	Pelagico	23,81	47,61	12,65
PICOROCO	Bentonico	0,02	0,04	0,00
PULPO DEL SUR	Bentonico	3,71	16,68	4,08
PUYE	Pelagico	1,15	13,57	9,78
RAYA VOLANTIN	Bentonico	4,83	16,88	4,83
REINETA	Pelagico	0,48	1,05	0,34
ROBALO	Demersal	54,30	81,43	38,01
ROLLIZO	Demersal	0,55	1,39	0,00
SARDINA AUSTRAL	Pelagico	4.280,55	642,09	214,03
SARDINA COMUN	Pelagico	0,12	0,02	0,01
SIERRA	Pelagico	0,82	1,48	0,24
Total		19.308,15	14.566,91	5.532,74

Tabla A2. Región de Aysén: Valor económico del servicio ecosistémico de provisión recursos hidrobiológicos para la pesca del sector artesanal; 2014; Precio Playa

RECURSO	COMUNA			Total
	Guaitecas	Cisnes	Aysén	
	(Millones de \$)			
Alga	761,69	0	0,00	761,69
Bentónico	2.369,35	7,76	866,08	3.243,20
Demersal	1,08	1026,46	263,28	1.290,82
Pelágico	0,67	13,26	223,10	237,03
TOTAL	3.132,79	1.047,49	1.352,46	5.532,74

Tabla A3. Región de Aysén: Valor económico del servicio ecosistémico de provisión recursos hidrobiológicos para la pesca del sector industrial; 2014; Precio Playa.

ESPECIE	Desembarque	Valor Económico
	(ton)	(Millones de \$)
Cojinoba Moteada	581,79	1.434,09
Merluza de Cola	11.838,91	3.569,50
Merluza del Sur	2.859,95	3.145,95
Reineta	12,46	8,722
Otros	2.869,83	0,0 ^a
TOTAL	1.237,87	8.158,26

Tabla A4. Región de Aysén: Valor económico del servicio ecosistémico de provisión recursos Hidro-biológicos para la pesca del sector industrial desembarcados fuera de la Región; 2014; Precio Playa.

PUERTO DE DESEMBARQUE	ESPECIE	DESEMBARQUE	VALOR ECONÓMICO
		(ton)	(Millones de \$)
Talcahuano	Merluza del Sur o Austral	20,1	22,11
Talcahuano	Merluza de Cola	119	35,88
Talcahuano	Reineta	0,36	0,25
TOTAL		139,46	58,24

Tabla A5. Región de Aysén: Valor económico del servicio ecosistémico de provisión recursos Hidrobiológicos para la pesca de los sectores artesanal e industrial Desembarcados dentro y fuera de la Región; 2014; Precio Playa

RECURSO	SECTOR			TOTAL
	ARTESANAL	INDUSTRIAL		
	Regional	Regional	Extraregional	
	(Millones de \$)			
Alga	761,69	0	0	761,69
Bentónico	2.369,35	0	0	2.369,35
Demersal	1,08	8.149,54	57,99	8.208,60
Pelágico	0,67	8,722	0,25	9,65
TOTAL	3.132,79	8.158,26	58,24	11.349,29

Anexo VI. Encuesta a Operadores turísticos



PRESENTACIÓN

El Centro de Economía de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente (CENRE) de la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad de Chile, se encuentra realizando el Proyecto del Fondo de Investigación Pesquera (FIP N° 2014-85), "Valoración económica de los servicios ecosistémicos asociados a los recursos hídricos bajo la Ley General de Pesca y Acuicultura de la Región de Aysén".

En el marco de este estudio, uno de los servicios ecosistémicos considerados a evaluar corresponde al "uso físico del paisaje en diferentes condiciones ambientales", el cual engloba las **actividades de turismo de rafting, canotaje y pesca recreativa/deportiva**.

El CENRE se encuentra realizando un completo levantamiento de información, y para ello, ha programado realizar entrevistas y aplicar una encuesta a los operadores turísticos que realizan dichas actividades recreativas, con el fin de obtener información cuantitativa del número y nacionalidad de turistas en estas actividades, tiempo de estadía, gasto, entre otros indicadores. Por lo anterior, le solicitamos responder esta encuesta. La información obtenida será de especial relevancia para la formulación de políticas públicas relacionadas al ámbito del turismo y recursos hídricos de la región de Aysén. Por esto, cordialmente le solicitamos su cooperación en este proyecto de investigación.

Ante cualquier pregunta o comentario que tenga para responder a esta encuesta, le pedimos se comunice con alguno de los profesionales del equipo del CENRE que están a cargo al teléfono 562 2977 2165 o por correo electrónico con Dafna Bitrán (dbitrán@fen.uchile.cl), Marcela Torres (mtorresg@fen.uchile.cl), Paulina Reyes (preyesv@fen.uchile.cl) y Milford Aguilar (maguilar@fen.uchile.cl).

1. ANTECEDENTES

Complete los siguientes campos

Nombre empresa

Dirección (calle, número y comuna)

Nombre de la persona que responde la encuesta

Correo electrónico de quien responde la encuesta

La empresa pertenece a una o más asociaciones gremiales de Turismo (ejemplo: Cámara de Turismo, Mesa de Turismo, otras). Complete en el recuadro el nombre de la asociación y localidad a la que pertenece

Asociación 1

Localidad

Asociación 2

Localidad

2. INFORMACIÓN GENERAL TURISMO

Indique en porcentajes, la procedencia de los pasajeros o turistas que contratan sus servicios

Chile	<input type="text"/>
Estados Unidos y Canadá	<input type="text"/>
Europa	<input type="text"/>
Latinoamérica	<input type="text"/>
Asia y Oceanía	<input type="text"/>
Otro	<input type="text"/>

Indique en porcentajes, el medio de arribo de pasajeros o turistas extranjeros que contratan sus servicios

Aeropuerto Balmaceda	<input type="text"/>
Vuelo privado	<input type="text"/>
Vía marítima	<input type="text"/>
Otro	<input type="text"/>
¿Cuál?	<input type="text"/>

Indique cuál o cuáles de las siguientes actividades su empresa presta servicios

- Pesca deportiva/recreativa
- Canotaje
- Rafting

Para la(s) actividad(es) que ofrece, indique los meses que conforman la temporada alta de operación

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Pesca deportiva/recreativa	<input type="checkbox"/>											
Canotaje	<input type="checkbox"/>											
Rafting	<input type="checkbox"/>											

Para la(s) actividad(es) que ofrece, indique los meses que conforman la temporada baja de operación

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Pesca deportiva/recreativa	<input type="checkbox"/>											
Canotaje	<input type="checkbox"/>											
Rafting	<input type="checkbox"/>											

Para la(s) actividad(es) que ofrece, indique los meses en que la empresa no opera

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Pesca deportiva/recreativa	<input type="checkbox"/>											
Canotaje	<input type="checkbox"/>											
Rafting	<input type="checkbox"/>											

Nombre los principales ríos, lagos/lagunas y fiordos o canales en que desarrolla estas actividades

Río 1	<input type="text"/>
Río 2	<input type="text"/>
Río 3	<input type="text"/>
Río 4	<input type="text"/>
Río 5	<input type="text"/>
Lago/laguna 1	<input type="text"/>
Lago/lago 2	<input type="text"/>
Lago/lago 3	<input type="text"/>
Fiordo o canal 1	<input type="text"/>
Fiordo o canal 2	<input type="text"/>

De acuerdo a los ríos y lagos definidos por usted en la pregunta anterior, responda en cuáles de estos realiza las actividades de pesca deportiva, canotaje, rafting u otra.

	Río 1	Río 2	Río 3	Río 4	Río 5	Lago/laguna 1	Lago/laguna 2	Lago/laguna 3	Fiordo o canal 1	Fiordo o canal 2
Pesca deportiva	<input type="checkbox"/>									
Canotaje	<input type="checkbox"/>									
Rafting	<input type="checkbox"/>									

3. ENCUESTA: Pesca deportiva/recreativa

Respecto a la PESCA DEPORTIVA/RECREATIVA en **Temporada Alta**, indique (en valores aproximados) y de acuerdo a la procedencia: a) el número de turistas que contratan los servicios de su empresa, b) el precio diario (en dólares) y c) la duración del servicio prestado (días).

	N° visitantes (mes)	Precio/día (USD)	Duración (días)
Extranjeros	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Nacionales	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Si lo desea ingrese algún comentario o información adicional relevante respecto a los visitantes, precio diario y duración de la actividad Pesca deportiva/recreativa en Temporada alta

Respecto a la PESCA DEPORTIVA/RECREATIVA en **Temporada Baja**, indique (en valores aproximados) de acuerdo a la procedencia: a) el número de turistas que contratan los servicios de su empresa, b) el precio (en dólares) y c) la duración del servicio prestado (días).

	N° visitantes (mes)	Precio/día (USD)	Duración (días)
Extranjeros	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Nacionales	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Si lo desea ingrese algún comentario o información adicional relevante respecto a los visitantes, precio diario y duración de la actividad Pesca deportiva/recreativa en temporada baja

Canotaje/kayak

Respecto al servicio de CANOTAJE en Temporada Alta, indique (en valores aproximados) y de acuerdo a la procedencia: a) el número de turistas que contratan los servicios de su empresa, b) el precio diario (en dólares) y c) la duración del servicio prestado (días).

	N° visitantes (mes)	Precio/día (USD)	Duración (días)
Extranjeros	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Nacionales	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Si lo desea ingrese algún comentario o información adicional relevante respecto a los visitantes, precio diario y duración de la actividad de canotaje en temporada alta

Respecto al servicio de CANOTAJE en Temporada Baja, indique (en valores aproximados) de acuerdo a la procedencia: a) el número de turistas que contratan los servicios de su empresa, b) el precio diario (en dólares) y c) la duración del servicio prestado (días).

	N° visitantes (mes)	Precio/día (USD)	Duración (día)
Extranjeros	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Nacionales	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Si lo desea ingrese algún comentario o información adicional relevante respecto a los visitantes, precio diario y duración de la actividad de canotaje en temporada baja

Rafting

Respecto al servicio de RAFTING en Temporada Alta, indique (en valores aproximados) de acuerdo a la procedencia: a) el número de turistas que contratan los servicios de su empresa, b) el precio (en dólares) y c) la duración del servicio prestado (días).

	N° visitantes (mes)	Precio/día (USD)	Duración (días)
Extranjeros	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Nacionales	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Si lo desea ingrese algún comentario o información adicional relevante respecto a los visitantes, precio diario y duración de la actividad de rafting en temporada alta

Respecto al servicio de RAFTING en Temporada Baja, indique (en valores aproximados) de acuerdo a la procedencia: a) el número de turistas que contratan los servicios de su empresa, b) el precio (en dólares) y

c) la duración del servicio prestado (días).

	N° visitantes (mes)	Precio/día (USD)	Duración (días)
Extranjeros	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Nacionales	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Si lo desea ingrese algún comentario o información adicional relevante respecto a los visitantes, precio diario y duración de la actividad de rafting en temporada baja

Muchas gracias por responder nuestra encuesta. Los resultados serán comunicados vía e-mail, una vez concluido el Estudio.

Anexo VII. Validación de mapas cualitativos de servicios ecosistémicos

Para la validación de los mapas obtenidos en base al mapeo participativo desarrollado en el marco de este proyecto, se realizó solicitando la revisión de los resultados por parte de los participantes de los talleres. La solicitud se envió vía oficio y correo electrónico a los directores de los servicios, donde se adjuntó un resumen de los resultados con las figuras en color, junto a un set de preguntas. Solo SUBPESCA Región de Aysén envió sus comentarios. Las observaciones recibidas han sido incorporadas en la versión final del informe

El documento enviado a los servicios se adjunta a continuación.

Presentación

El proyecto FIP “*Valoración Económica de los Servicios Ecosistémicos asociados a los Recursos Hídricos Bajo la Ley General de Pesca y Acuicultura de la Región de Aysén*”, tiene como objetivo mapear y valorar Económicamente 5 servicios ecosistémicos asociados a los recursos hidrobiológicos en la región de Aysén, los cuales fueron acordados con la contraparte técnica. En esta investigación se utiliza la categorización de servicios ecosistémicos propuesta por CICES⁵⁶ ya que es tomada como referencia por el Ministerio de Medio Ambiente de Chile⁵⁷. Los servicios ecosistémicos priorizados en esta investigación corresponden a 2 servicios de provisión: provisión por pesca y por acuicultura, 2 servicios de regulación: regulación de sedimentos y regulación de poblaciones (o hábitat), y 1 servicio cultural que corresponde a Turismo asociado a recursos hídricos.

Dentro de los objetivos de esta investigación se encuentra el de ***Generar mapas conceptuales que muestren la distribución espacial de los servicios ecosistémicos e identificar las áreas de mayor interés desde la perspectiva de la generación y valoración de servicios ecosistémicos.*** Este objetivo se abordó con dos metodologías complementarias las cuales se explican en el siguiente apartado en conjunto con los mapas generados.

El objetivo de este documento es presentar los resultados generados por la investigación a aquellos profesionales que prestaron información para la generación de los mapas con el fin de que validen y retroalimenten el resultado final.

El informe se presenta separado por cada servicio ecosistémico, donde se explican los datos utilizados, supuestos y limitaciones para la construcción de los mapas y se realizan preguntas específicas para cada uno.

⁵⁶ <http://cices.eu/>

⁵⁷ http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/Propuesta-Marco-Conceptual-Definicion-y-Clasificacion-de-Servicios-Ecosistemicos_V1.0_Baja.pdf

En necesario aclarar que al ser un mapa conceptual (o cualitativo) de escala regional, la validación con la que se espera contar es de carácter general.

Definición de los servicios ecosistémicos priorizados

i) Servicio de provisión por pesca artesanal e industrial: Este servicio ecosistémico corresponde a los recursos pesqueros que proveen los ecosistemas hídricos (marinos y continentales), y que entregan beneficios a la sociedad en términos de provisión de alimentos e ingresos económicos por venta de los mismos tanto a pescadores artesanales como industriales.

ii) Servicio ecosistémico de provisión por acuicultura: Corresponde a la capacidad de los ecosistemas de albergar cultivos de recursos hidrobiológicos. Este servicio ecosistémico se refiere a acuicultura y piscicultura, ambas actividades se desarrollan en la región.

iii) Servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes: Los bosques prestan un servicio ecosistémico al disminuir el transporte de sedimentos y nutrientes hacia los cuerpos de agua, especialmente relevante en cuencas con topografía abrupta como en el caso de la región de Aysén. Este servicio ayuda a mantener la calidad del agua y estructura ecológica de los lechos de los ríos y lagos; por lo tanto, entrega un soporte para actividades como pisciculturas y pesca recreativa que se benefician de la buena calidad del agua y por lo tanto de este servicio ecosistémico.

iv) Servicio ecosistémico de hábitat: El servicio ecosistémico de mantenimiento de hábitat y reproducción se refiere a la capacidad que tiene un ecosistema específico para mantener hábitat y permitir la reproducción de especies relevantes. Esta capacidad depende de condiciones morfológica, ecológicas, hidrológicas, calidad y resguardo que determinan una función de producción natural para este servicio.

v) Servicio ecosistémico de turismo asociado a los recursos hídricos: Este servicio de la categoría cultural, se refiere al aprovechamiento del recurso hídrico como medio para realizar actividades de ocio y deporte. Si bien existen diversas actividades recreativas asociadas a los recursos hídricos que se pueden realizar en la Región de Aysén, en acuerdo con la contraparte técnica, este proyecto solo incluyó las actividades de canotaje, rafting y pesca recreativa.

Metodología y Resultados

El mapeo de servicios ecosistémicos en esta investigación tiene dos objetivos específicos:

i) Generar mapas conceptuales que muestren la distribución espacial de los servicios ecosistémicos. Estos mapas han sido generados en función de los ecosistemas que son capaces de proveer los servicios ecosistémicos identificados por los actores locales como relevantes para el bienestar social. Para el objetivo de este estudio se entenderá como **mapa de provisión u oferta de servicios ecosistémicos a la capacidad de un ecosistema, de entregar bienes y servicios ecosistémicos** que son valorados socialmente pero que no son utilizados de forma homogénea en toda la región.

ii) El segundo objetivo es identificar las áreas de mayor interés, desde la perspectiva de la generación y valoración de servicios ecosistémicos. El mapeo de áreas de mayor interés se realizó en función del aprovechamiento o demanda de un servicio ecosistémico que se está utilizando en la actualidad en un sitio determinado. De esta forma el **mapa de aprovechamiento o demanda indica a aquellos sitios específicos donde se están utilizando los servicios ecosistémicos en beneficio de la sociedad actualmente.**

Los mapas se construyen utilizando una escala cualitativa de para hacer comparables los valores de las zonas de provisión y aprovechamiento y así evaluar la relación entre ambas zonas. Para ello se estableció una escala cualitativa de 0 a 5, donde 0 indica que el flujo de oferta o demanda no es relevante, y 5 indica que es muy relevante (Burkhard et al. 2009, 2012), en la Figura 1 se indica la escala de valores y su significado.

Luego, se realiza un tercer mapa denominado “mapa de balance”, que corresponde a la resta de los valores cualitativos de provisión y aprovechamiento, generando un indicador cualitativo que permite establecer áreas con exceso de oferta y/o demanda de servicios ecosistémicos, es decir considera tanto el uso actual de los servicios como la capacidad de los ecosistemas de proveer los servicios demandados en lugares donde actualmente son sub-utilizados. La escala de valores del balance se indica en la Figura 1, donde las zonas de “exceso de demanda” se establecen en valores negativos y las de oferta en valores positivos, el valor 0 representa una situación de equilibrio. El exceso de demanda significa que son sitios donde en la actualidad los servicios ecosistémicos están siendo utilizados con riesgo de ser sobre-explotados o de superar la oferta de servicio que pueden proveer los ecosistemas, por lo tanto requieren ser gestionados para evitar su degradación y conflictos asociados a su uso. Por otra parte, el “exceso de oferta” se refiere a los ecosistemas que tiene una alta capacidad de generar el servicio ecosistémico analizado, pero que en la actualizada está siendo utilizado muy poco por diferentes razones.

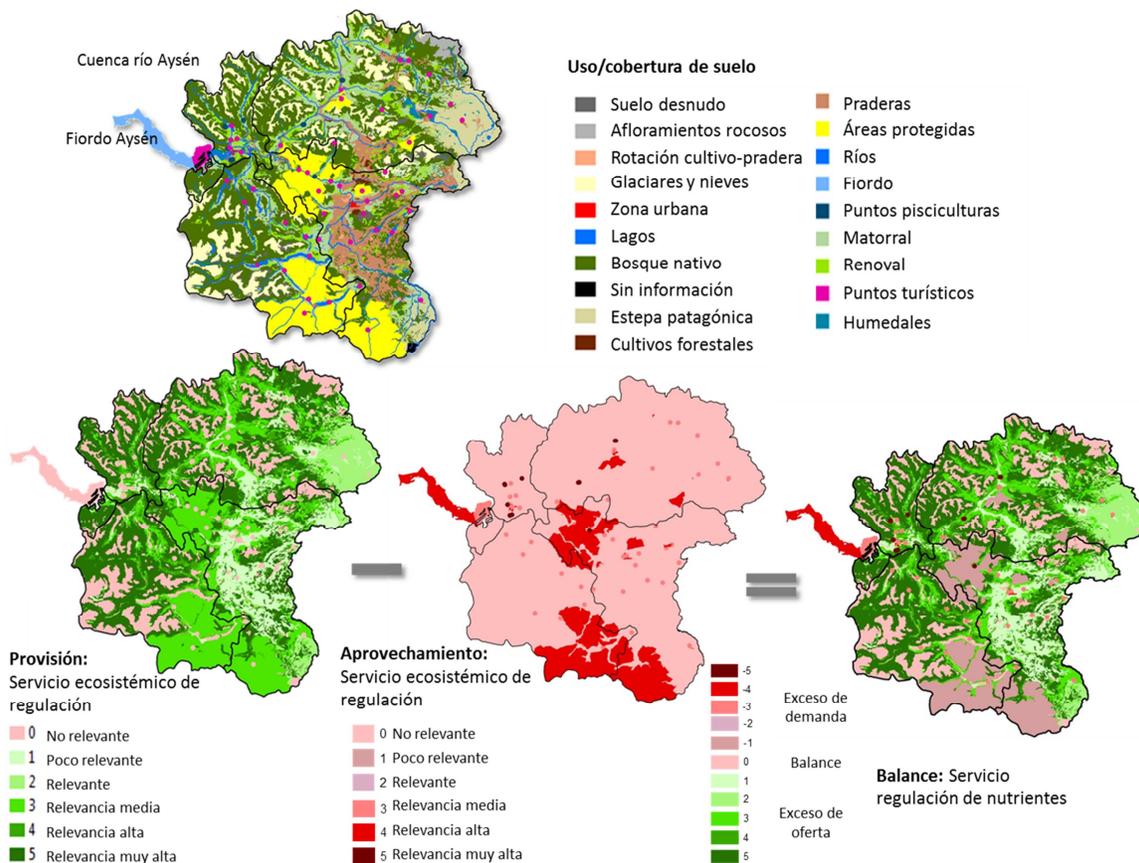


Figura 1. Mapeo cualitativo del servicio ecosistémico de regulación de nutrientes, incluyendo provisión (oferta), aprovechamiento y balance en la cuenca río Aysén.

Fuente: Bachmann-Vargas (2013)

Los mapas de provisión, aprovechamiento y balance de los 5 servicios ecosistémicos priorizados en este estudio se realizaron usando diferentes datos y supuestos que se describen en la sección metodología.

Servicio Ecosistémico: Provisión por pesca artesanal e industrial

Metodología:

Los sitios de aprovechamiento (o demanda) de productos de la pesca artesanal e industrial se obtuvieron por 2 fuentes: en primer lugar el listado de especies que se extraen en la región se obtuvo del anuario estadístico de pesca, disponible en la página web de SERNAPESCA. Luego, para la identificación de los sitios de donde se extraen estas especies, se realizaron entrevistas con actores de gobierno local, con el fin de que identificaran en un mapa impreso, los sitios de extracción de los diferentes recursos pesqueros en base a sus conocimientos y experiencia.

En la Figura 2 se presenta el mapa final y su digitalización. Este mapa permite observar que los sitios donde se concentra la demanda de recursos pesqueros se encuentran al centro y

norte de la región. En la zona sur de la región no existe una explotación artesanal de recursos pesqueros establecida, esto debido principalmente a la dificultad de acceso a los fiordos y canales del sur de la Región, donde además la densidad poblacional es muy baja y no existe tradición pesquera.

El resultado fue utilizado para realizar el mapa cualitativo de la demanda de este servicio ecosistémico, sin embargo no fue posible realizar un mapa de provisión (u oferta) del mismo, pues se requiere información precisa sobre el hábitat de las especies productivas para poder generar un mapa de provisión de este servicio ecosistémico.

Para este servicio ecosistémico, adicionalmente se realizó un modelo conceptual de perfil marino (Figura 3) con el fin de representar los ecosistemas que son más relevantes desde el punto de vista de la demanda de recursos pesqueros artesanales e industriales, y que no pueden ser desagregados en mapas regionales. A este diagrama se le aplicó la escala cualitativa de 0 a 5, siguiendo el ejemplo de la Figura 1. Los valores fueron asignados en base al criterio de los profesionales que participaron en las entrevistas, y luego se contrastó con los datos de desembarques pesqueros registrados por SERNAPESCA para el año 2015 (Enero-Noviembre), con el fin de comparar si los valores cualitativos asignados por ecosistema se relacionan con la magnitud de los desembarques provenientes de estos ecosistemas.

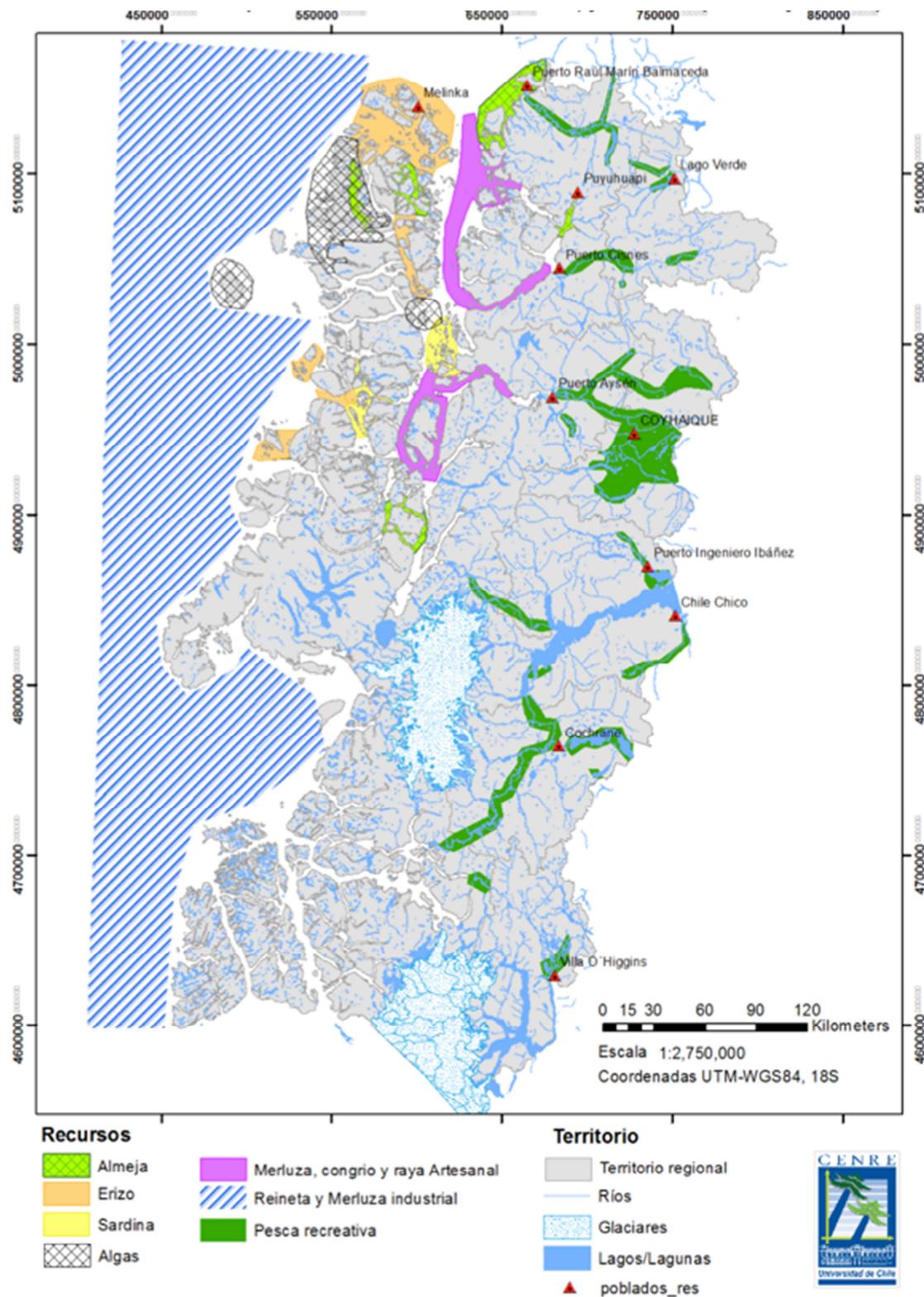


Figura 2. Mapa participativo de los sitios de extracción de recursos pesqueros y uso recreativo en la Región de Aysén.

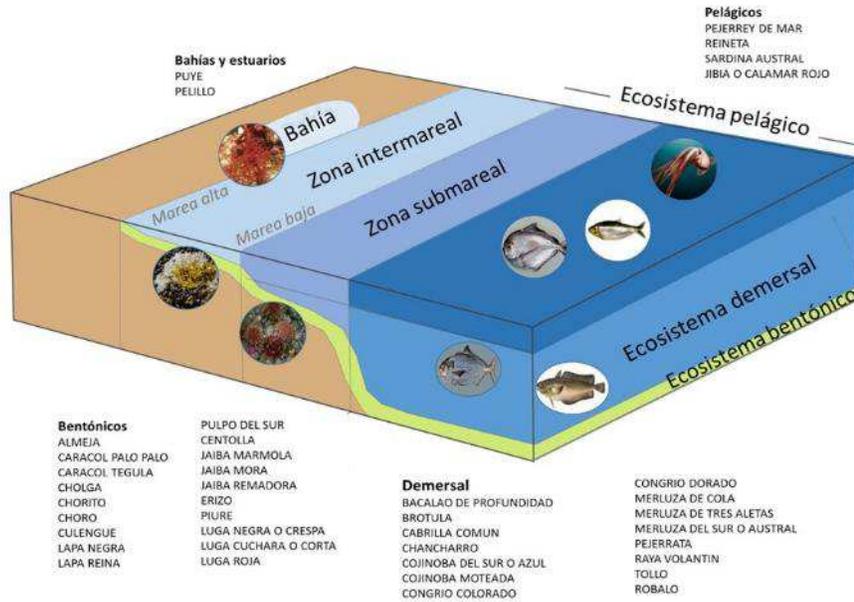


Figura 3. Perfil vertical utilizado para representar los ecosistemas marinos. Las especies indicadas por ecosistemas fueron extraídas del listado de desembarques pequeros artesanales e industriales entregados por SUBPESCA y asignados al ecosistema que representa su hábitat. Fuente: Elaboración propia

1.2. Resultados

Para el caso de este servicio ecosistémico se han generado dos mapas conceptuales de provisión, un mapa regional en 2 dimensiones desarrollado en el mapeo participativo y un perfil vertical en 3 dimensiones donde se indican los ecosistemas marinos. En este caso no se realizó mapa de oferta, pues este correspondería al hábitat potencial de cada especie y no existe información suficiente sobre los diferentes recursos pesqueros extraídos en la región.

En las Figuras 4 y 5, se muestra el modelo conceptual de los ecosistemas marinos con la escala cualitativa de los flujos que va desde “flujo no relevante” (0) a “flujo con relevancia muy alta” (5). Esta valoración cualitativa fue comparada con los datos de desembarque por pesca artesanal e industrial en la Región, ya que en las entrevistas ese fue el parámetro que utilizaron los participantes para asignar los valores cualitativos.

A6. Valores cualitativos de servicio ecosistémico de provisión y comparación con la magnitud de los datos de desembarque artesanal e industrial anual; 2014.

SECTOR	ESPECIES POR ECOSISTEMA	ESPECIES	DESEMBARQUE (año 2015) (ton/año)	VALOR CUALITATIVO ASIGNADO (escala 0 a 5)
			(ton/año)	(escala 0 a 5)
PESCA ARTESANAL	Especies bentónicas (Mariscos y crustáceos)	Almeja, caracoles, choritos, cholga, centolla, Jaibas, erizos, lapas, culengue, puye, entre otros	10.445,74	Relevancia muy alta (5)
	Submareales, bahías	Algas: Luche, Luga	3.367,07	Relevante (2)
	Pelágicos	Congrio (dorado y colorado), cabrilla, Jurel, , Robalo, Raya, entre otros	1.194,05	Poco relevante (1)
	Demersales	Merluza Austral	4.308,68	Relevancia media (3)
PESCA INDUSTRIAL	Pelágicos	Reineta	8.569,33	Relevancia muy alta (5)
	Demersales	Cojinoba, Merluza de cola, Merluza Austral	3.912,21	Relevancia media (3)

Fuente: Elaboración propia.

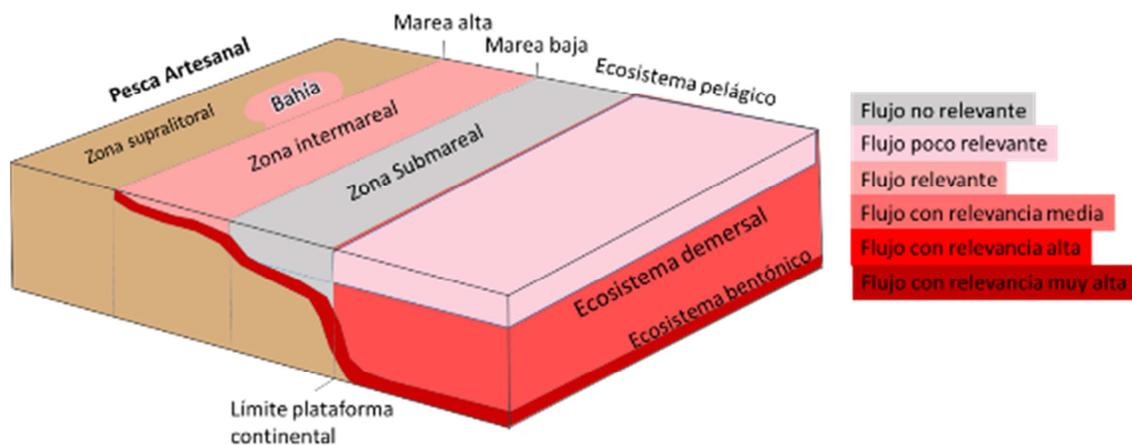


Figura 4. Flujo de servicios ecosistémicos desde los ecosistemas marinos hacia la pesca artesanal

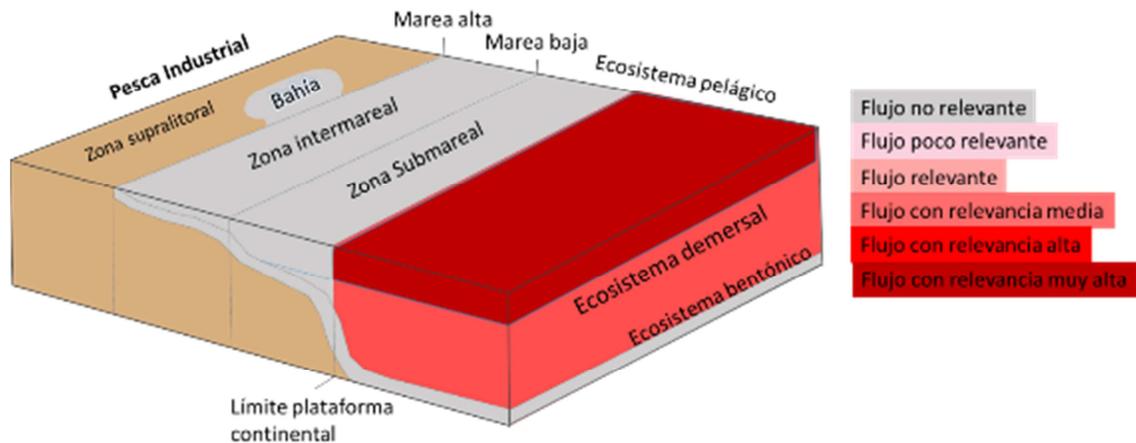


Figura 5. Flujo de servicios ecosistémicos desde los ecosistemas marinos hacia la pesca industrial

Estas figuras permiten observar las diferencias en los recursos que extraen los pescadores artesanales e industriales. Los últimos extraen principalmente de las zonas de mar abierto y los artesanales en zonas de fiordos y canales. La comparación cualitativa permite dejar de lado las magnitudes de extracción para focalizarse en la relevancia de los ecosistemas para su gestión. Respecto a la pesca Artesanal es el ecosistema bentónico el que requiere un mayor esfuerzo de fiscalización y gestión para la extracción sustentable de productos, pues existe una mayor cantidad de usuarios que se beneficia de él respecto a la pesca industrial. En la Región de Aysén se han estimado en 3.139, agrupados en 115 organizaciones de pescadores artesanales, compuestos de: 4 asociaciones gremiales, 12 cooperativas, 37 sociedades de responsabilidad limitada y 62 sindicatos; donde además se consideran 31 Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)⁵⁸. Por otra parte para la pesca industrial son más relevantes los recursos extraídos de la zona pelágica, y a pesar de las grandes magnitudes que extraen, los usuarios industriales regionales se han estimado en 5 naves industriales, compuestos de 3 buques hieleros y 2 buques factoría. Bajo esta comparación a la pesca artesanal se puede asignar una relevancia mayor para el bienestar social de los habitantes de la región.

Si bien el resultado del mapeo participativo indica zonas de extracción de forma mucho más precisa que los perfiles verticales, este se utilizó solo como referencia pues no permite hacer una desagregación de los valores de los servicios por tipo de ecosistema.

⁵⁸ Según Registro Pesquero Artesanal, informado en https://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=startdown&id=10658

Preguntas específicas respecto al servicio ecosistémico de provisión por pesca.

- 1.- Considerando que el mapa de la Figura 3 corresponde a un mapa cualitativo, ¿cree ud. que representa los los sitios donde se extraen las especies identificadas?
- 2.- ¿Agregaría algún sitio de extracción de especies productivas relevantes para la Región de Aysén que sea posible zonificar en un mapa como el de la Figura 3?
- 3.- Respecto a la Tabla 1, ¿está de acuerdo con la escala cualitativa asignada por ecosistema, tanto para pesca artesanal como industrial?
- 4.- Considera que el mapeo cualitativo realizado refleja el servicios ecosistémico de provisión por pesca en la región de Aysén?, ¿cree que el mapa se puede enriquecer con información georreferenciada disponible públicamente?.

Provisión por Acuicultura

2.1. Metodología

Los datos para la generación de los mapas de aprovechamiento (o demanda), provisión (u oferta) y diferencia del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura, se obtuvieron de diversas fuentes primarias y secundarias.

Para el mapa de demanda se utilizó como cartografía base los sitios donde se encuentran instalados centros de cultivo de salmónes en los fiordos y canales de la región de Aysén⁵⁹. Se consideró que los sitios donde existen concesiones tienen un valor 5 de flujo de demanda, pues es donde en la actualidad se está utilizando el servicio ecosistémico. Los sitios donde no hay concesiones se les asignó un valor puntual de 0 y se realizó una interpolación espacial con los datos cualitativos (0 y 5) para obtener un mapa continuo de demanda.

La construcción del mapa de oferta se realizó en base al mapa de la Macrozonificación del borde costero⁶⁰. Se utiliza esta cartografía bajo el supuesto de que contiene todas las restricciones para el desarrollo de la actividad acuícola, y además porque establece los sitios prioritarios para la preservación y conservación ambiental, y para el desarrollo de otras actividades económicas como pesca y turismo. A las zonas establecidas en la cartografía de Macrozonificación se le asignó una escala cualitativa de 0 a 5 de acuerdo a la posibilidad de que en estas zonas se realice acuicultura, en la sección de resultados se indican los valores cualitativos asignados. Esta cartografía se unió con la de Parques Nacionales, los cuales tienen una porción marina protegida, a estas zonas se les asignó un valor 0 por la imposibilidad legal de realizar acuicultura en estas zonas.

⁵⁹ Información entregada por la contraparte técnica para los objetivos de este proyecto

⁶⁰ Entregada por DIPLADE-Aysén, vía oficio

Finalmente se agregó una restricción que se separa la aptitud de la zona de fiordos, canales y mar abierto para el desarrollo de la acuicultura, debido a que en el mapeo participativo con los profesionales de los servicios públicos se mencionó que los Fiordos no son óptimos para la instalación de centros de cultivo en alta densidad, por que presentan menor capacidad de dilución respecto a canales y mar abierto; por lo tanto se consideró que la capacidad de los fiordos para el desarrollo de esta actividad es media asignándose un valor de 3, a canales un valor de 4 (alta) y a mar abierto 5 (muy alta). La zona de mar abierto tiene un valor de 5 puesto que en las entrevistas a profesionales de servicios públicos se indicó que existe la posibilidad de hacer acuicultura “offshore” o en mar abierto, y que se considera que genera menos conflictos ambientales, sin embargo, en Chile esto no se realiza principalmente por problemas tecnológicos y de conectividad.

El mapa de oferta se restó al de demanda para obtener el mapa “diferencia” que indica sitios de especial interés desde la perspectiva del uso y necesidad de gestión de los ecosistemas.

2.2. Resultados

En la Figura 6 y 7 se presenta el mapa de aprovechamiento de las zonas Norte y Sur de la Región respectivamente. Se separaron las zonas Norte y Sur solo con el fin de que se puedan observar los detalles en la versión impresa de este reporte donde 5 corresponde a las zonas donde se concentra la actividad acuícola y 0 donde no existe.

Luego en la Figura y 9, se presentan los mapas de provisión que indica los sitios donde potencialmente se podría realizar actividad acuícola. Los valores cualitativos se asignan bajo el criterio de compatibilidad con el uso principal, los valores asignados en el mapa se indican en la Tabla 2, donde el mayor valor (5) se da en las zonas con aptitud acuícola, y el menor (0) en las zonas destinadas a preservación, donde la actividad acuícola es incompatible.

Tabla 2

Categorías de la Macrozonificación del borde costero de Aysén y los valores cualitativos asignados al flujo de provisión u oferta de servicio ecosistémico

Zona	Oferta (0-5)
Preferencial para la acuicultura	5 (muy alta)
Preferencial para extracción de recursos bentónicos	2 (Baja)
Preferencial para el turismo	2(baja)
Preferencial para la conservación	1 (muy baja)
Preferencial para la preservación	0 (no compatible)
Preferencial para la preservación sujeta a estudio	0 (no compatible)
Fiordos	3 (media)
Canales	4 (alta)
Mar abierto	5 (muy alta)

El mapa de “diferencia” (Figuras 10 y 11) indica de forma integrada las zonas donde actualmente se aprovecha dicho servicios y aquellas donde hay potencial. La escala de

valores permite identificar además aquellos sitios donde hay exceso de aprovechamiento, es decir que el uso del servicio ecosistémico es mayor que la capacidad de los ecosistemas para generarlo. En el caso de la región esto se da principalmente en la zona de Fiordos. Es importante destacar que estos mapas solo reflejan los supuestos mencionados para su construcción, por lo tanto, se pueden agregar más criterios, como por ejemplo restricciones legales que representen mejor la realidad regional. Un hecho destacable, es el del Canal Moraleda que si bien presenta un exceso de oferta por sus características para el establecimiento de acuicultura existen conflictos sobre su uso para acuicultura con los pescadores artesanas y operadores turísticos, criterios que en este caso no se incorporaron porque no existen antecedentes para identificar zonas de conflicto, pero que de incorporarse podrían mejorar sustancialmente la calidad del modelo.

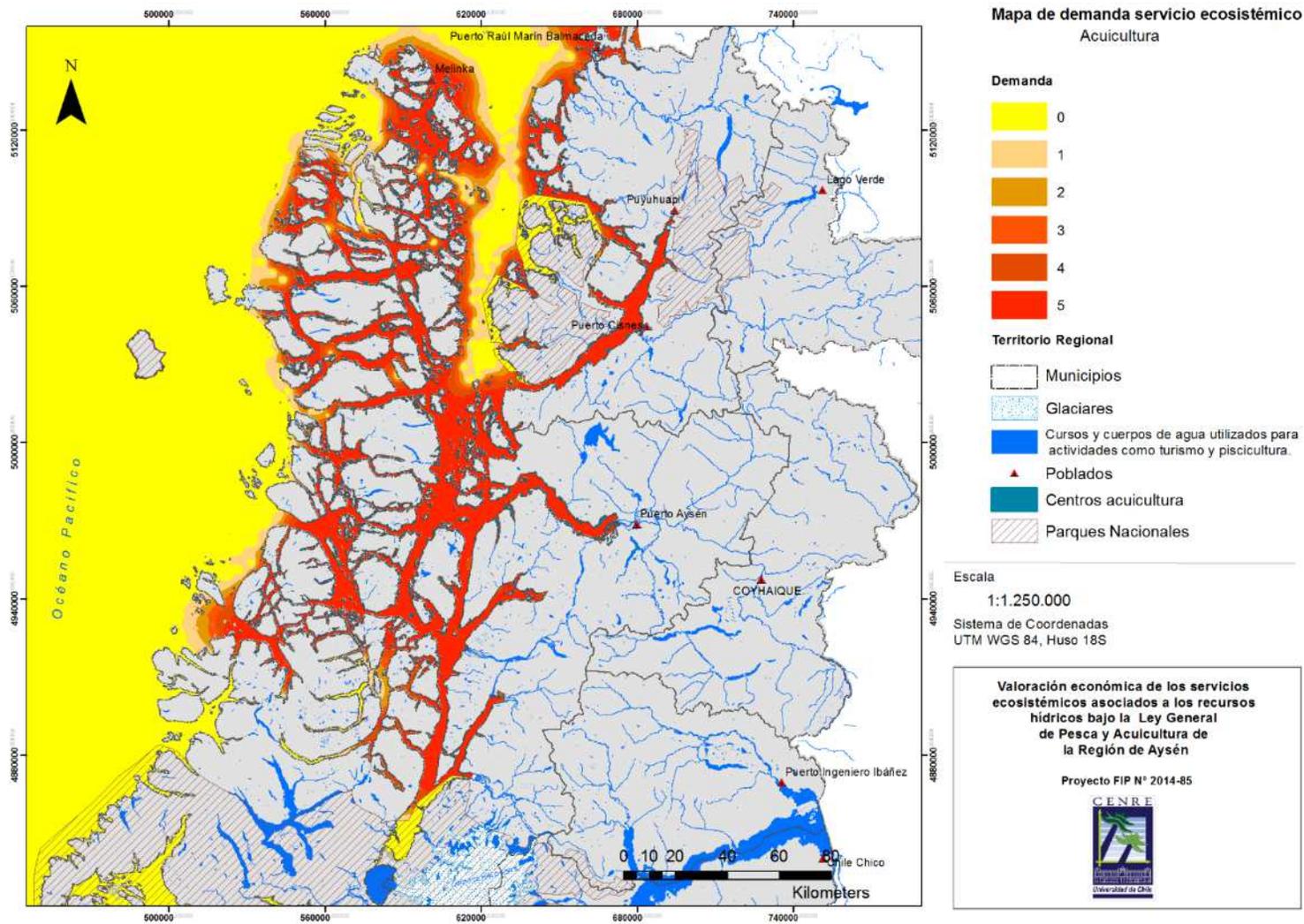


Figura 6. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona norte de la región de Aysén.

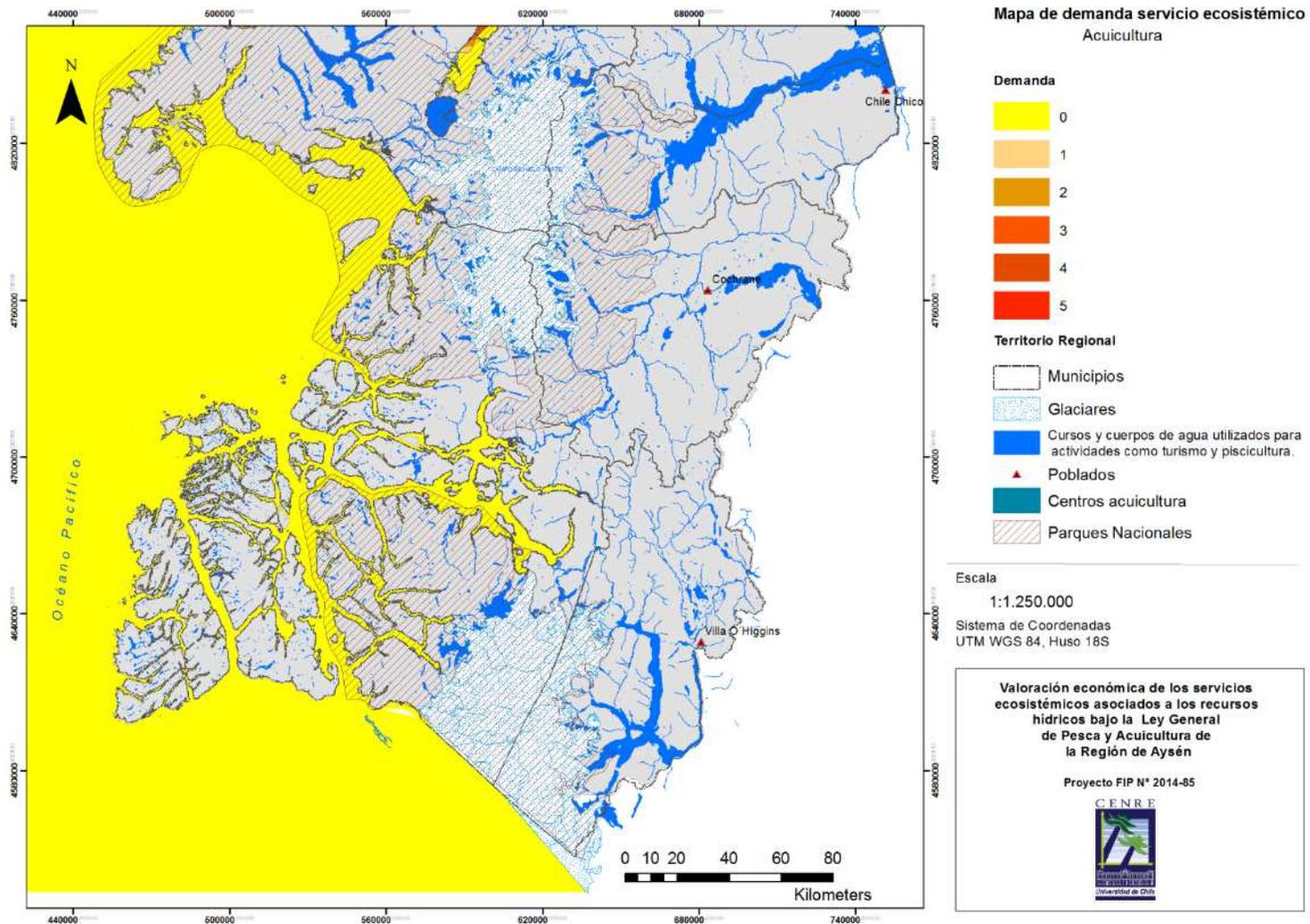


Figura 7. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona Sur de la región de Aysén.

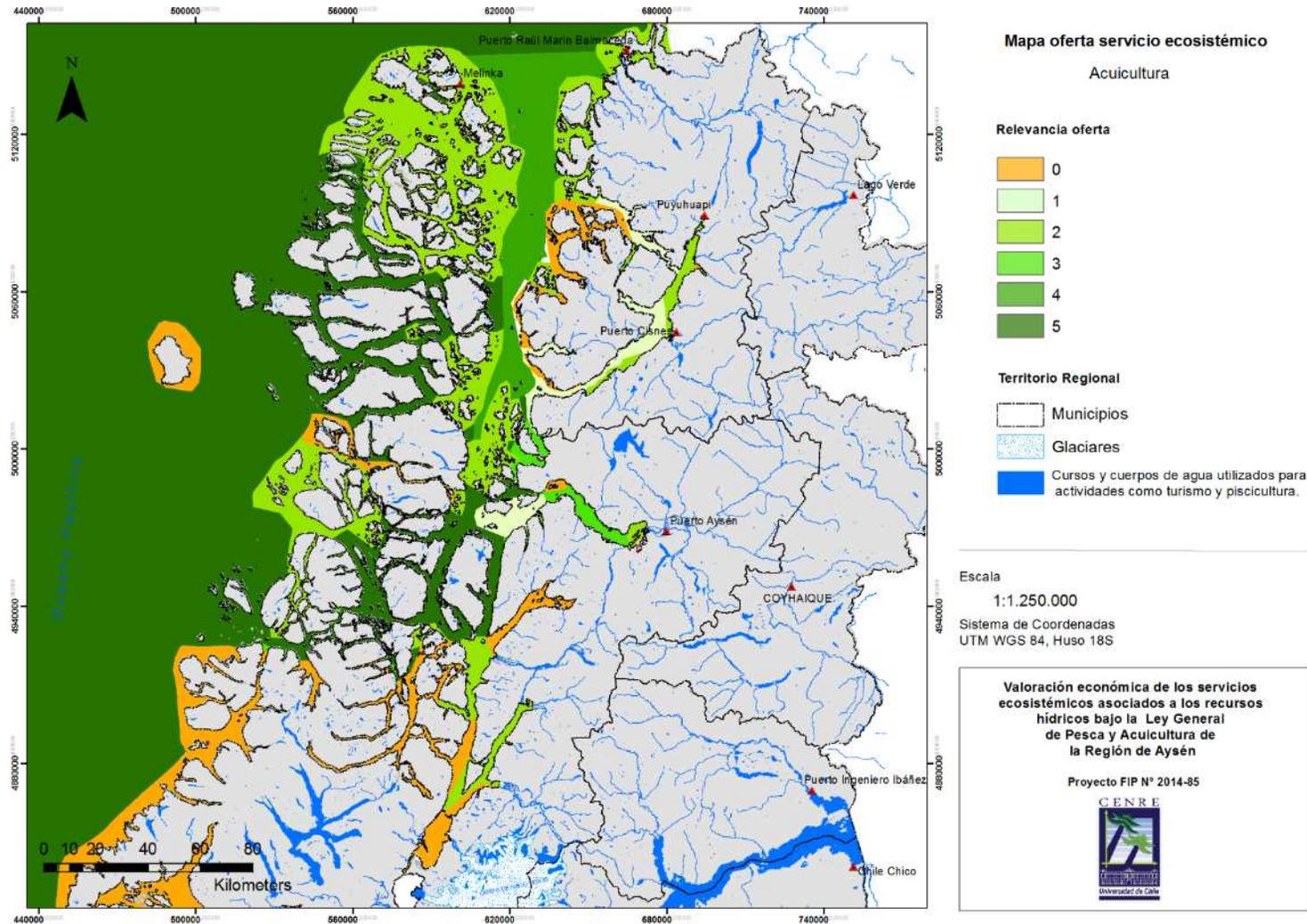


Figura 8. Mapa de provisión del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona Norte de la región de Aysén.

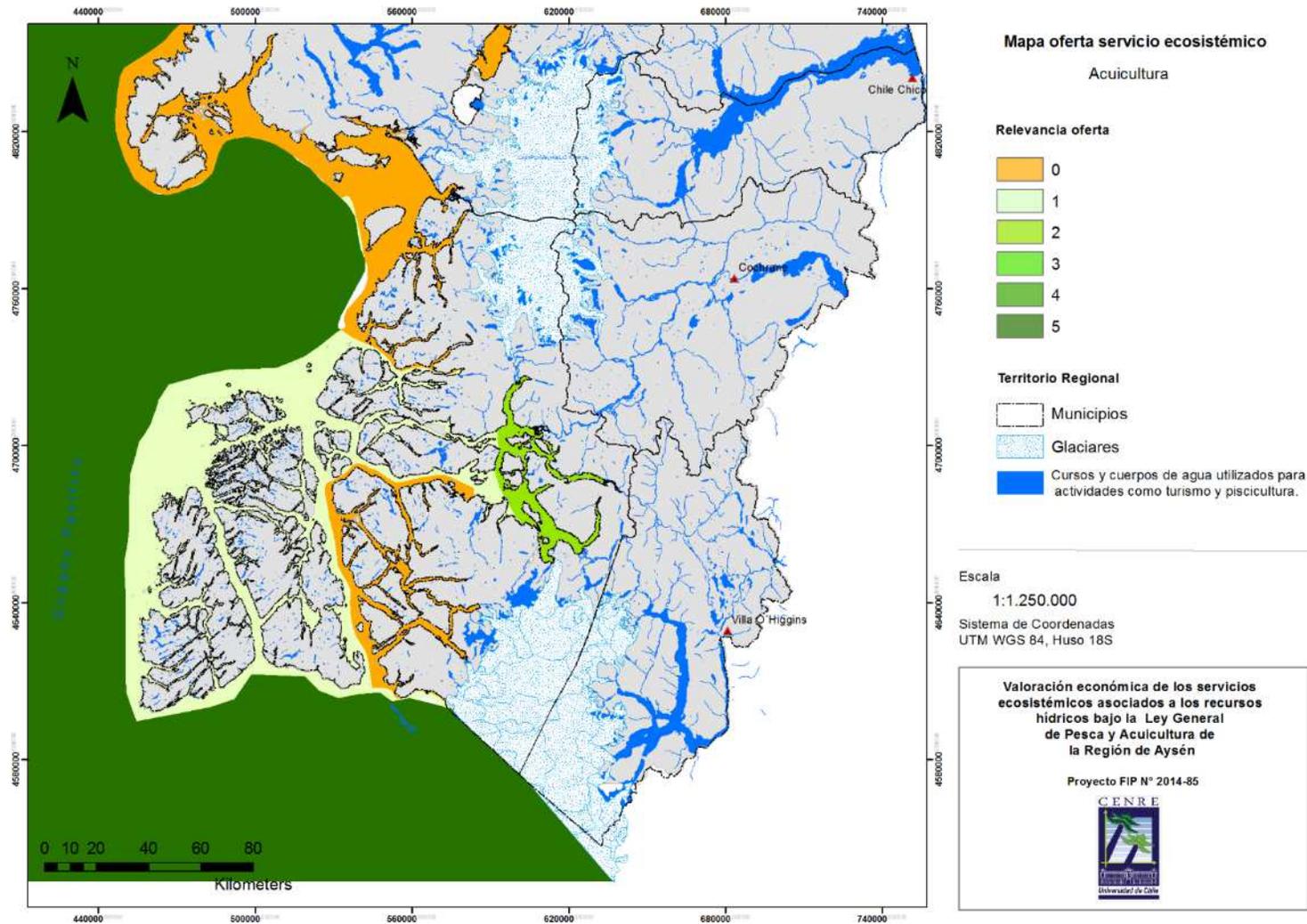


Figura 9. Mapa de provisión del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona Sur de la región de Aysén.

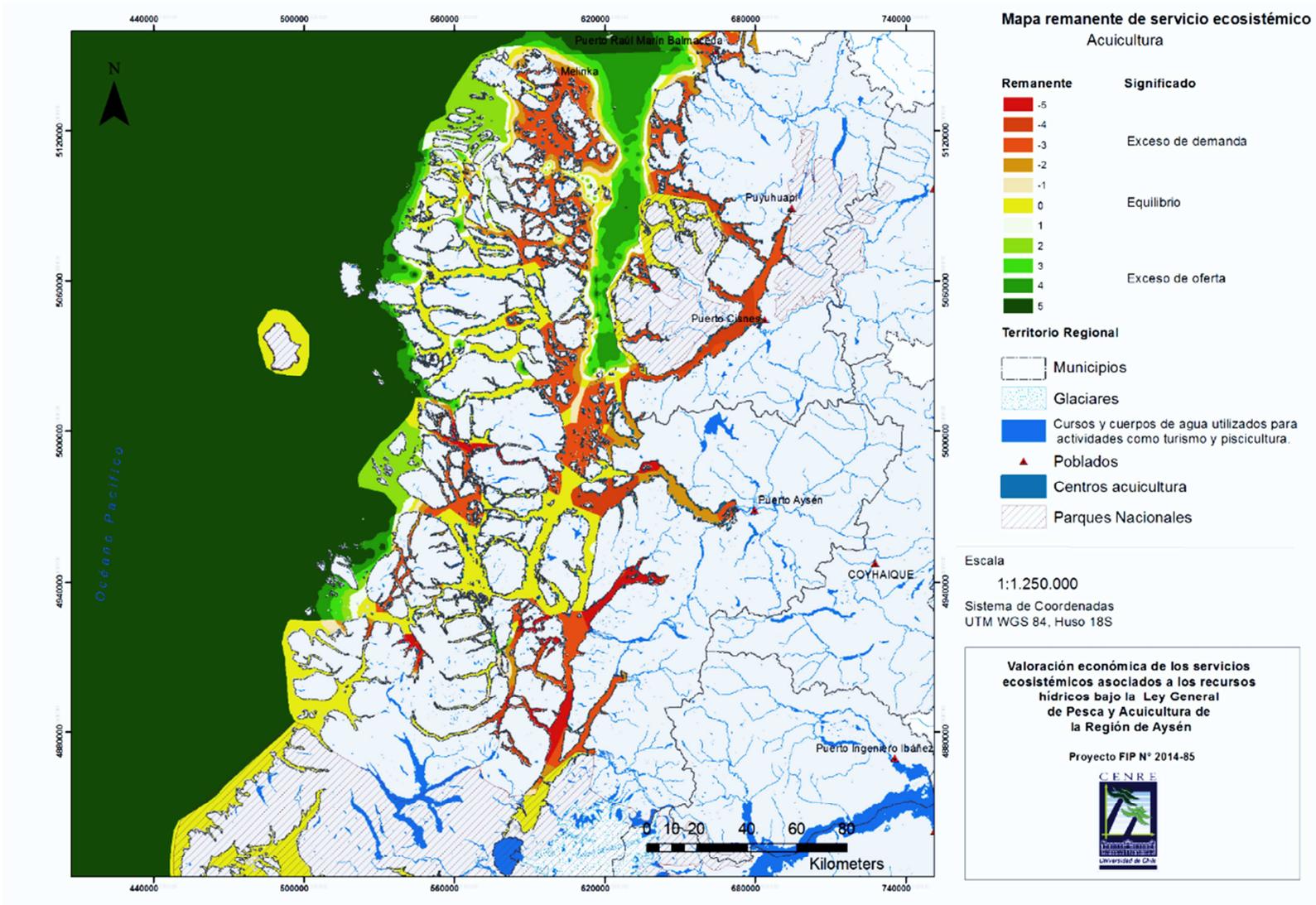


Figura 10. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona Norte de la región de Aysén.

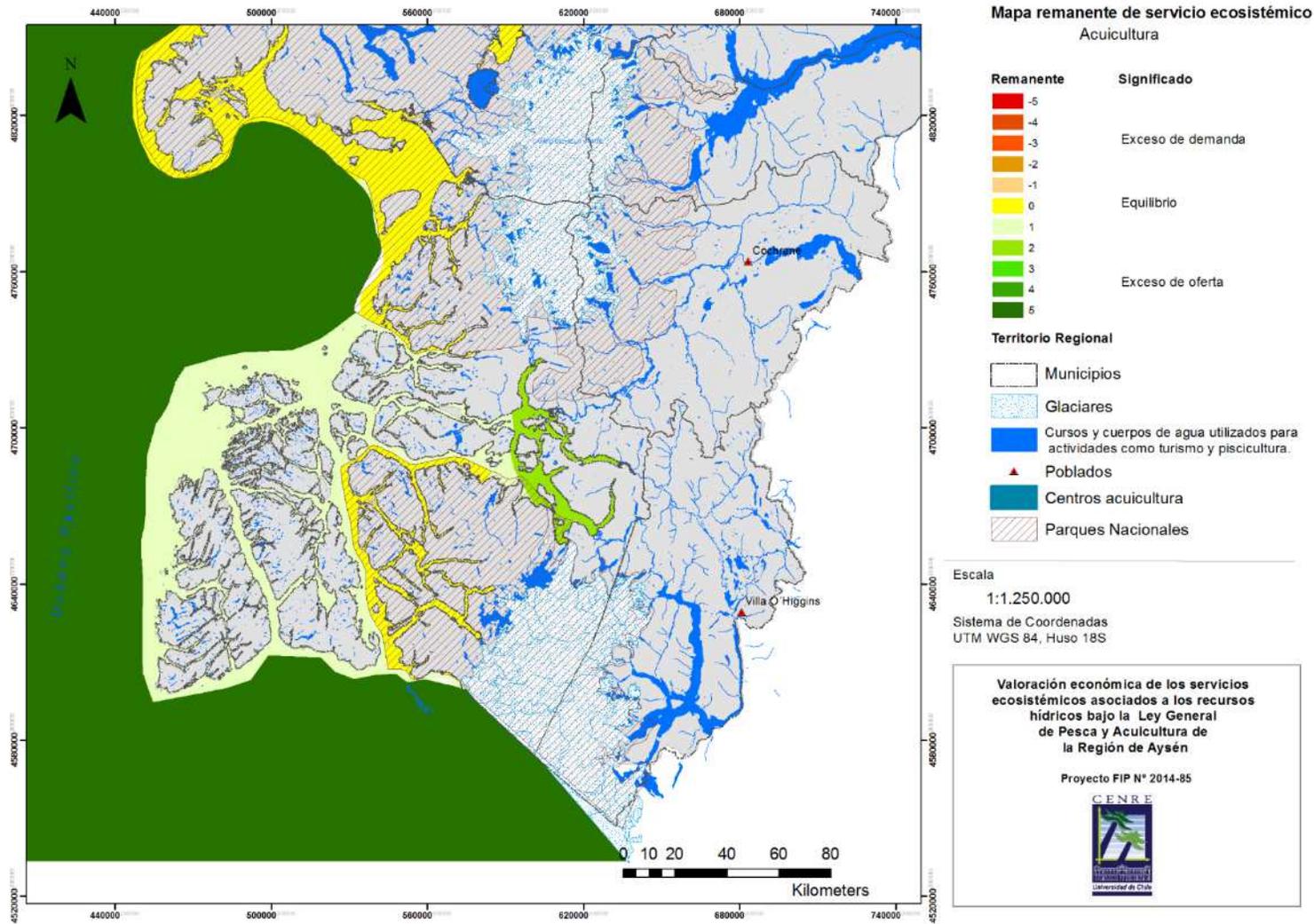


Figura 11. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de provisión por acuicultura para la zona Sur de la región de Aysén

Preguntas específicas respecto al servicio ecosistémico de provisión por acuicultura.

- 1.- Respecto al mapa de las Figuras 6 y 7, ¿Considera que es una buena representación de las zonas donde se concentra la actividad acuícola?, comente sus apreciaciones.
- 2.- Respecto a la tabla 2, ¿considera que los valores cualitativos asignados representan la compatibilidad entre la actividad acuícola y otras realizadas en los mismos ecosistemas?, comente e indique que valor cualitativo asignaría usted y porqué.}
- 3.- Respecto al mapa de las Figuras 8 y 9, ¿Está de acuerdo con los resultados del mapeo cualitativo, respecto a los sitios con potencial de entregar el servicio ecosistémico de provisión por acuicultura?, ¿Agregaría otra restricción que se pueda georreferenciar y ayude a mejorar la calidad del mapa?
- 4.- Respecto al mapa de las Figuras 10 y 11, ¿Está de acuerdo con los resultados del mapeo cualitativo respecto a los sitios con exceso de demanda?, comente sus apreciaciones

Regulación de nutrientes y sedimentos que provienen de las cuencas hacia los cursos y cuerpos de agua.

3.1. Metodología

El mapa de aprovechamiento o demanda del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos, se realizó bajo el supuesto de que la conservación de riberas con vegetación tienen un impacto positivo en las actividades que dependen de la buena calidad del agua como pisciculturas y turismo, este supuesto basado en investigaciones científicas fue corroborado por las observaciones hechas por operadores turísticos y el personal de SERNAPESCA y SUBPESCA en entrevistas hechas en el marco de este estudio los días 10 y 12 de Noviembre en la Región de Aysén; quienes afirmaron que los tramos de río con alta densidad de vegetación son los más atractivos desde el punto de vista de su actividad.

Considerando lo anterior, se realiza el mapa de demanda, estableciendo un buffer de 5 anillos de 2 kms cada uno, en los ríos donde actualmente operan pisciculturas de acuerdo al registro del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEA), y también aquellos ríos y lagos que fueron identificados como relevantes para el turismo por los operadores turísticos. A estos anillos buffer se les asignaron los valores cualitativos de 0 a 5 para crear el mapa de demanda, donde 5 corresponde al anillo más cercano al río, por ser la zona más funcional en términos de protección de riberas., y 0 a la zona más alejada.

El mapa de provisión u oferta del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos, se realizó en base a un modelo construido con la ecuación universal de pérdida de suelo revisada (RUSLE por sus siglas en inglés). Este mapa, entrega información sobre la pérdida de suelo de las cuencas debido a erosión hídrica, y por lo tanto del riesgo de arrastre de sedimentos hacia los cursos y cuerpos de agua. El mapa de oferta corresponde a este modelo el cual presenta valores cualitativos asignados siguiendo a UNESCO (2011)⁶¹, donde 5 corresponde a los sitios donde la buena calidad de los ecosistemas permite una alta retención de sedimentos en caso de lluvias erosivas y 0 a aquellos sitios donde hay más probabilidad de pérdida de suelo y por lo tanto de afectación en los cursos y cuerpos de agua., la escala de asignación de valores se indica en la sección de resultados.

El mapa diferencia resultó de la resta de ambos mapas e indica el balance entre la oferta y demanda del servicio.

⁶¹ UNESCO, 2011. Procesos de erosión – sedimentación en cauces y cuencas, Volumen 2. Brea JD & Balocchi F. Documentos Técnicos del PHI-LAC, N° 28.

3.2. Resultados

En las Figuras 12 y 13 se presenta el mapa de aprovechamiento, los valores cualitativos se asignan en base a la distancia de la orilla del río (Tabla 3).

Tabla 3. Valores cualitativos del mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos

DISTANCIA A ORILLA DEL RÍO (km)	VALOR CUALITATIVO (escala 1 a 5)
2	5
4	4
6	3
8	2
10	1
> 10	0

El mapa de provisión de éste servicio ecosistémico (Figuras 14 y 15) presenta los valores cualitativos establecidos en la Tabla 4 siguiendo a UNESCO, 2011.

Tabla 4. Valores cualitativos asignados al mapa de oferta del servicio ecosistémico de regulación

RANGO DE EROSIÓN (ton/ha/año)	RIESGO DE PÉRDIDA DE SUELO	VALOR CUALITATIVO (escala 1 a 5)
< 1	Insignificante	5
1 – 10	Ligera	4
10 – 20	Moderada	3
20 – 50	Severa	2
50 – 80	Muy severa	1
> 80	Extrema	0

En el mapa de “diferencia” (Figuras 16 y 17) se puede observar que existen zonas cercanas a los cursos de ríos donde hay un exceso de aprovechamiento, esto refleja los sitios de especial relevancia para la gestión del territorio con el fin de mantener este servicio ecosistémico. Los sitios que presentan exceso de aprovechamiento en este caso, presentan dos condiciones simultáneamente: son ríos o lagos utilizados por actividades de piscicultura y/o turismo, pero donde la estructura y cobertura del suelo no es óptima para la retención de sedimentos en caso de lluvias erosivas. En estos puntos de la cuenca se debe verificar este hecho y estudiar las consecuencias sobre los cursos y cuerpos de agua ya que debe considerar no solo la vulnerabilidad del territorio a la pérdida de sedimentos, sino también la capacidad de los cursos y cuerpos de agua de diluir los sedimentos que recibe, por tanto si bien este mapa es una aproximación para identificar posibles sitios de afectación a la calidad del agua, es necesario contrastarlo con estudios específicos para tomar acciones de gestión que eviten la pérdida del servicio ecosistémico.

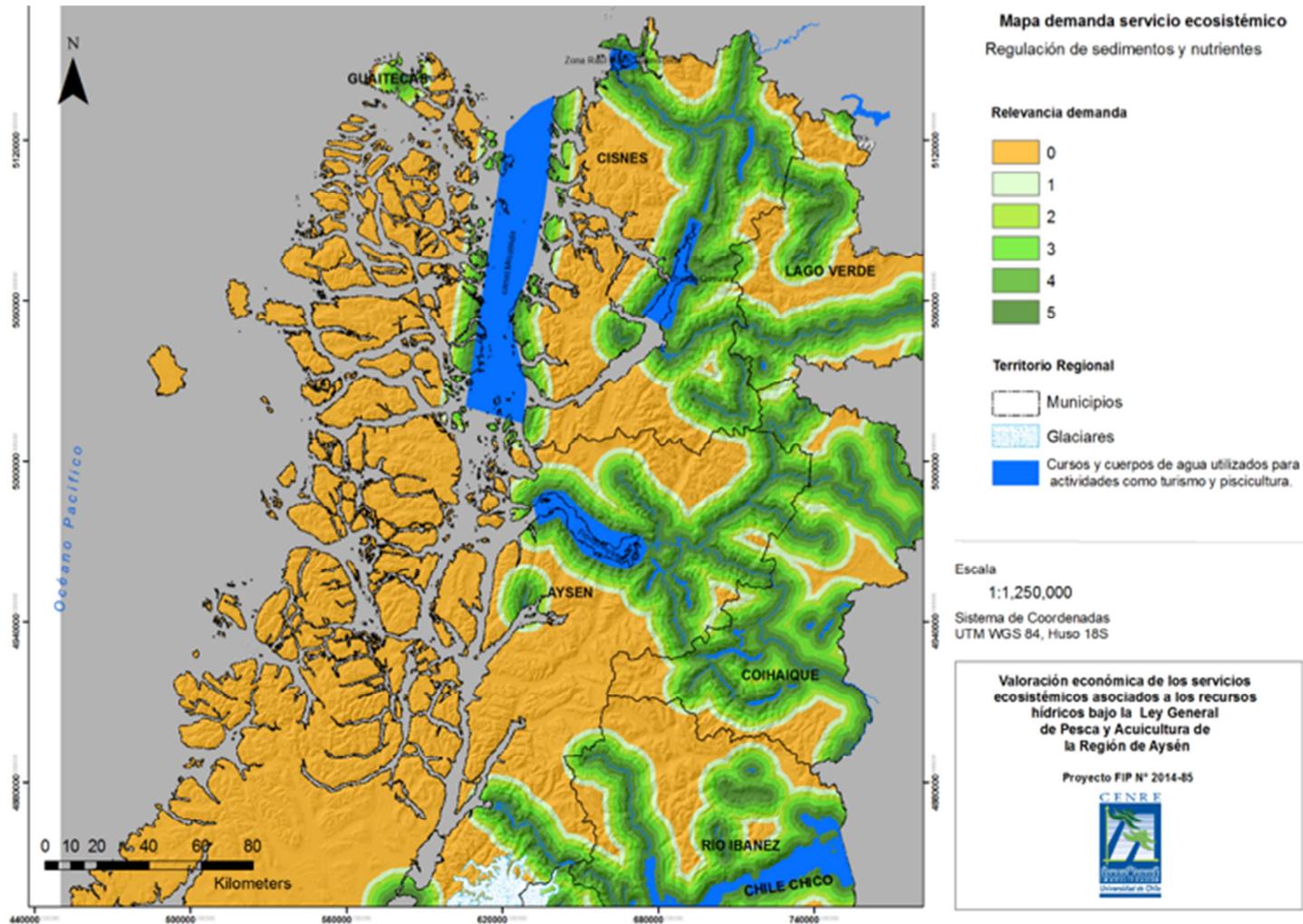


Figura 12. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona Norte de la región de Aysén.

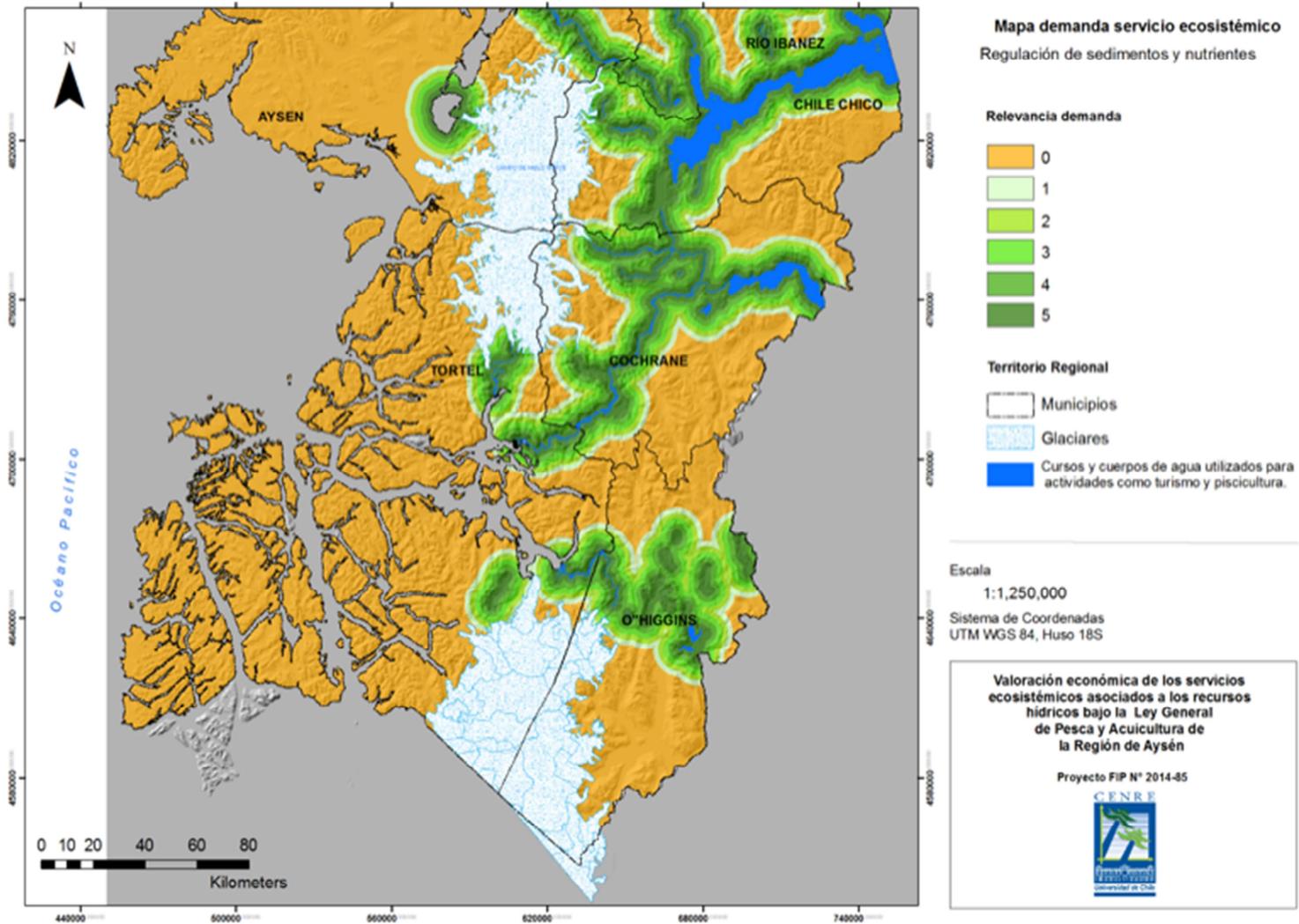


Figura 13. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona Sur de la región de Aysén.

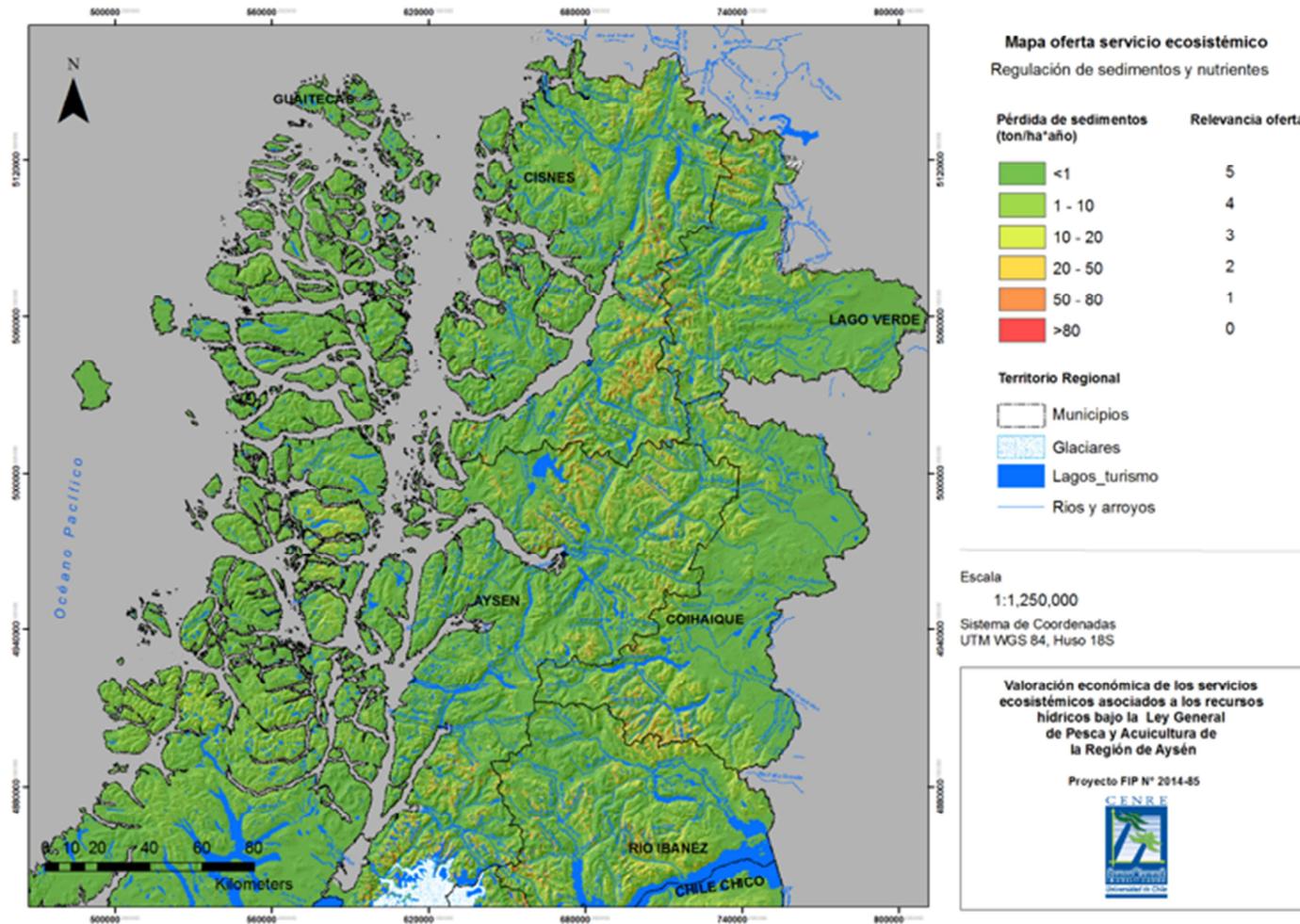


Figura 14 Mapa de provisión del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona Norte de la región de Aysén.

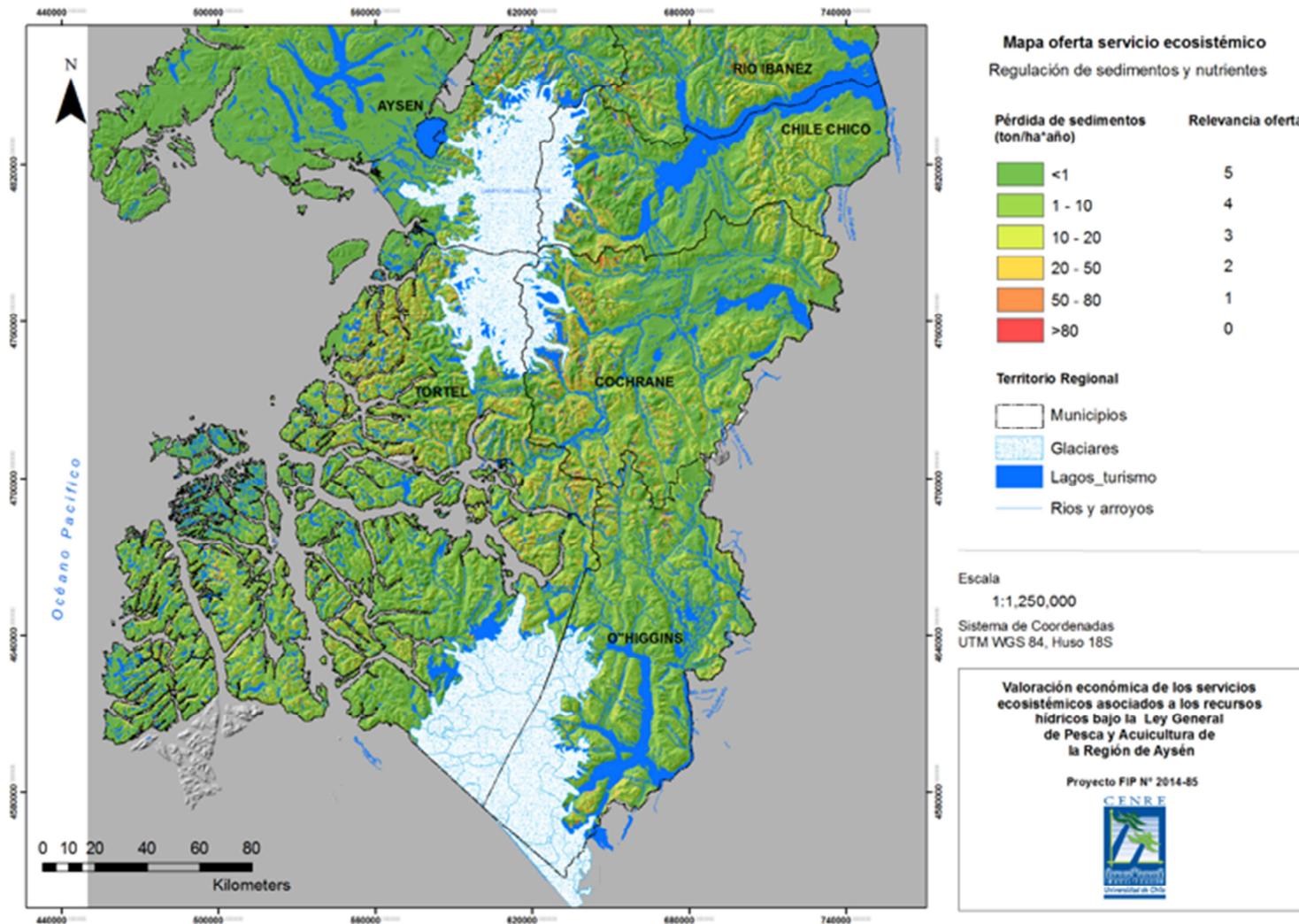


Figura 15. Mapa de provisión del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona Sur de la región de Aysén.

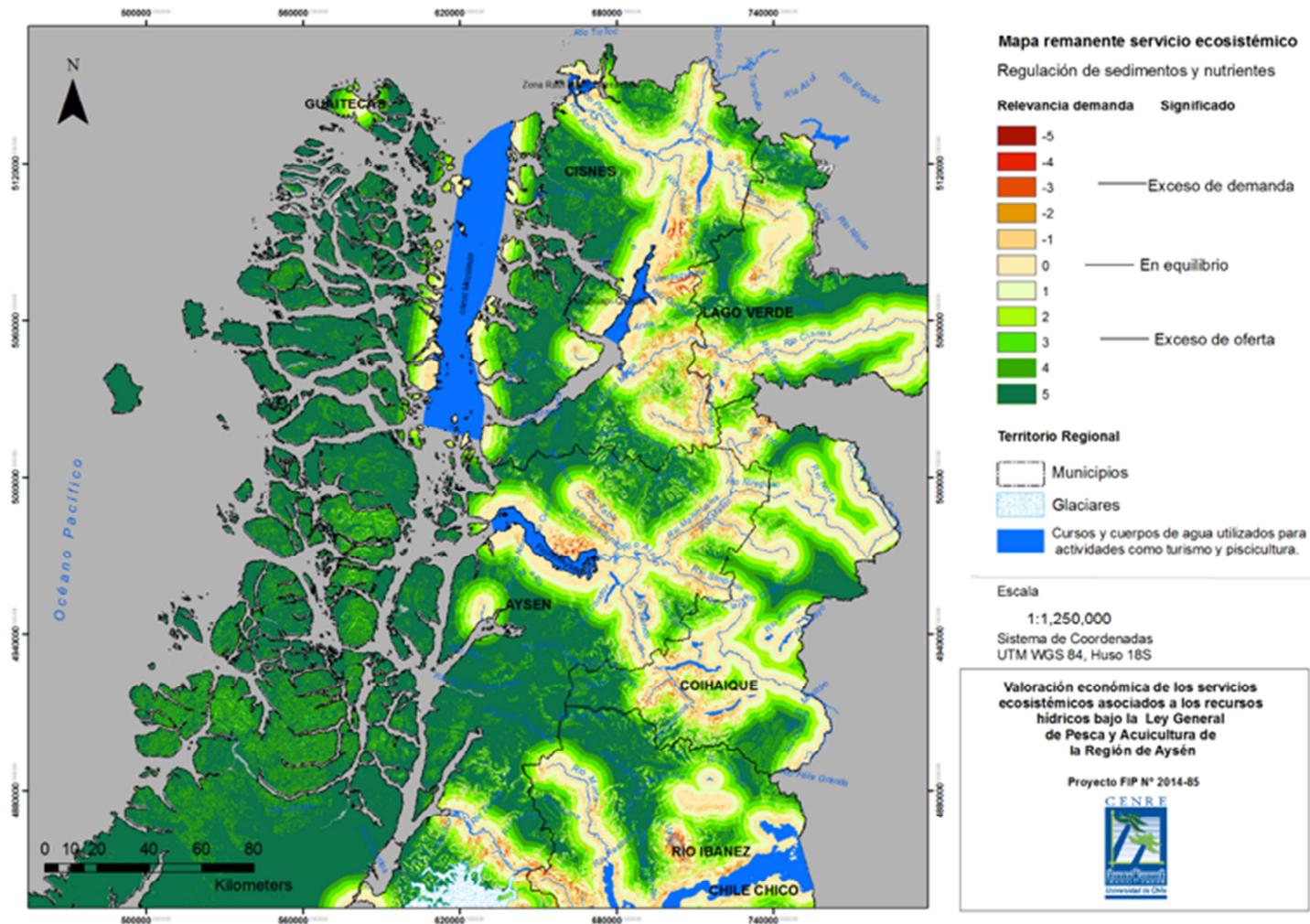


Figura 16. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona Norte de la región de Aysén.

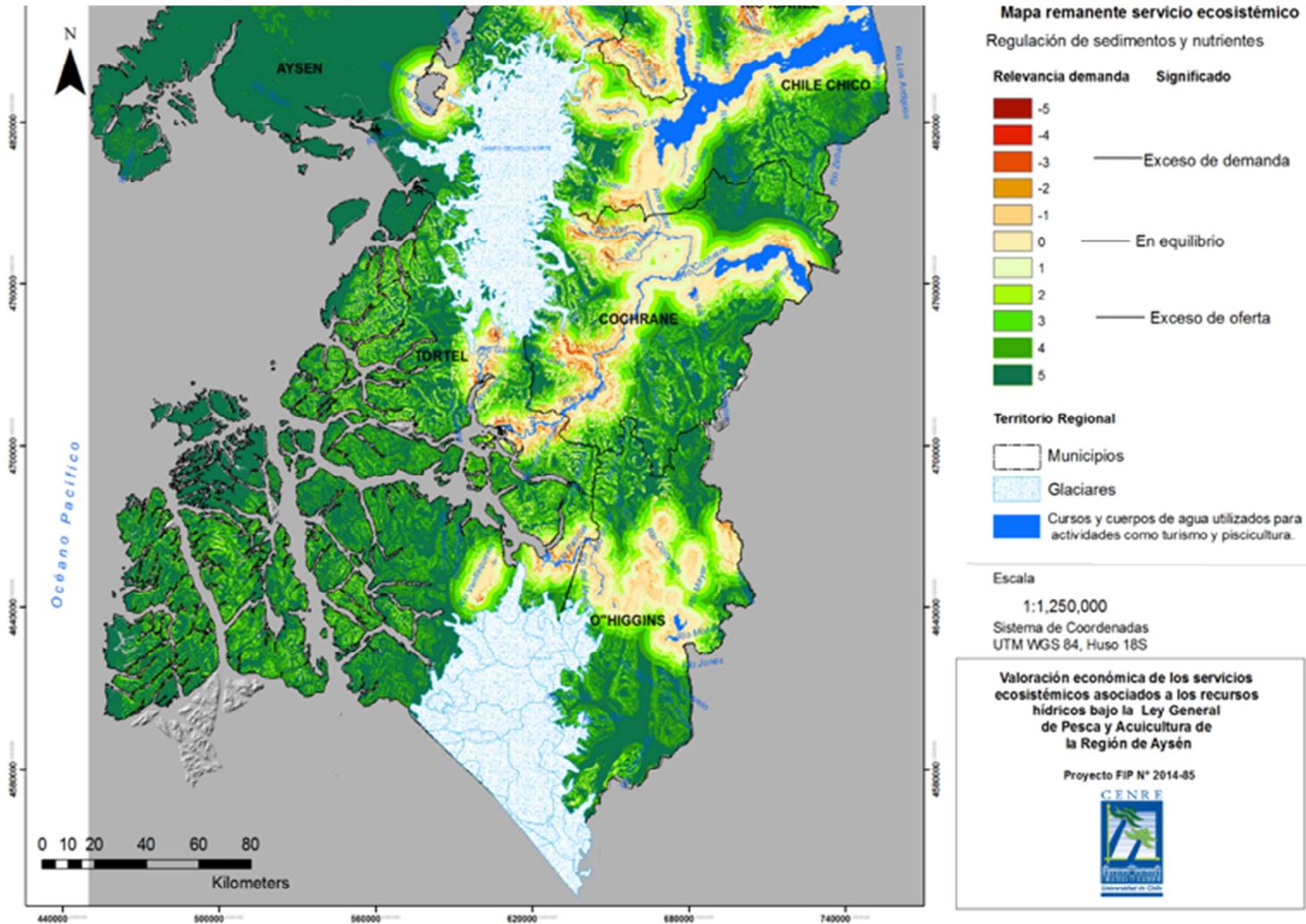


Figura 17. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de regulación de sedimentos y nutrientes para la zona Sur de la región de Aysén.

Preguntas específicas respecto al servicio ecosistémico de regulación de sedimentos

- 1.- Considerando que el mapa de las Figuras 13 y 14 corresponde a un mapa cualitativo, ¿cree ud. que representa los sitios de especial relevancia para la conservación de la vegetación nativa y de esta forma mantener el servicio ecosistémico de retención de sedimentos, con el objetivo de que estos no lleguen a los cursos y cuerpos de agua?
- 2.- ¿Está de acuerdo con el argumento de que la pérdida de vegetación nativa en las zonas contiguas a los cuerpos y cauces de agua afecta negativamente la calidad de agua y la integridad de los ecosistemas dulceacuícolas?
- 3.- ¿Respecto al mapa de las Figuras 16 y 17, ¿considera que refleja los sitios donde se observa problemas por arrastre de sedimento en la calidad o transparencia de las aguas, o alteración de los ecosistemas dulceacuícolas?

Turismo asociado a los recursos hídricos

4.1 Metodología

Para la construcción de estos mapas se utilizaron los datos de la encuesta realizada en el marco de este proyecto a operadores turísticos dedicados al servicio de Canotaje, Rafting y pesca deportiva; donde se le preguntaba en otras cosas, sobre los ríos, lagos y/o fiordos donde realizaban sus actividades.

El mapa de demanda se construyó en sobre al mapa de ríos y lagos disponible en la página web Infraestructura de Datos Geoespaciales del Gobierno Regional de Aysén⁶², en este mapa se agregaron el número de operadores que lleva turistas a cada río, lago o fiordo mencionado. De esta forma, los ríos que más veces fueron mencionados se le asignan un valor de 5 y a los que no fueron mencionados 0, la escala de asignación de valores se indica en los resultados.

El mapa de oferta se construyó bajo el supuesto de que existe un mayor potencial de que los ríos, lagos y fiordos sean usados para actividades turísticas mientras más cercanos estén a caminos de acceso, ya que esta actividad depende en un alto porcentaje de la conectividad vial. De esta forma se realizó un buffer de 5 anillos donde se considera que los ríos que están a menos de 15 km de caminos principales, tienen mayor potencial de ser utilizados, lo cual disminuye a medida que se aleja de los caminos, llegando a 0 en los sitios más aislados, la escala cualitativa de asignación de valores se indica en los resultados.

El mapa de diferencia se extrae de la resta de los mapas de oferta y demanda.

4.2 Resultados

El servicio ecosistémico de uso de los cursos y cuerpos de agua para realizar turismo aventura, específicamente pesca deportiva, rafting y canotaje, se representa en el mapa de la Figura 18 y 19. Este mapa se construyó en base a los cursos y cuerpos de agua que los operadores turísticos entrevistados mencionaban dentro de sus destinos. Los valores cualitativos asignados dependen del número de operadores (usuarios) que visitan cada sitio, donde el valor 5 representa los ríos, lagos o fiordos que más operadores turísticos utilizan y 0 si no son utilizados, el rango utilizado se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5. Valores cualitativos asignados al mapa de demanda en base a los operadores turísticos que usan los ríos/lagos/canales y fiordos de la región

USUARIOS	VALOR CUALITATIVO
(n°)	(escala 1 a 5)
0	0
1 - 3	1
3 - 5	2
5 - 10	3
10 - 15	4

⁶² <http://www.ide.cl/ayesen/>

>15	5
-----	---

En el mapa de las Figuras 18 y 19 se puede observar que los ríos Mañihuales, Baker y el Lago General Carrera son los más utilizados para el desarrollo de estas actividades.

Respecto al mapa de oferta construido en base a la distancia de los caminos de acceso, se puede observar que los sitios que presentan opciones de visita se restringen a la zona continental de la región (Figuras 20 y 21)

En el mapa de remanente (Figuras 22 y 23), se puede observar que en general aún existe una amplia oferta para el desarrollo de estas actividades turísticas, siendo el río Mañihuales el único que presenta un leve exceso de demanda.

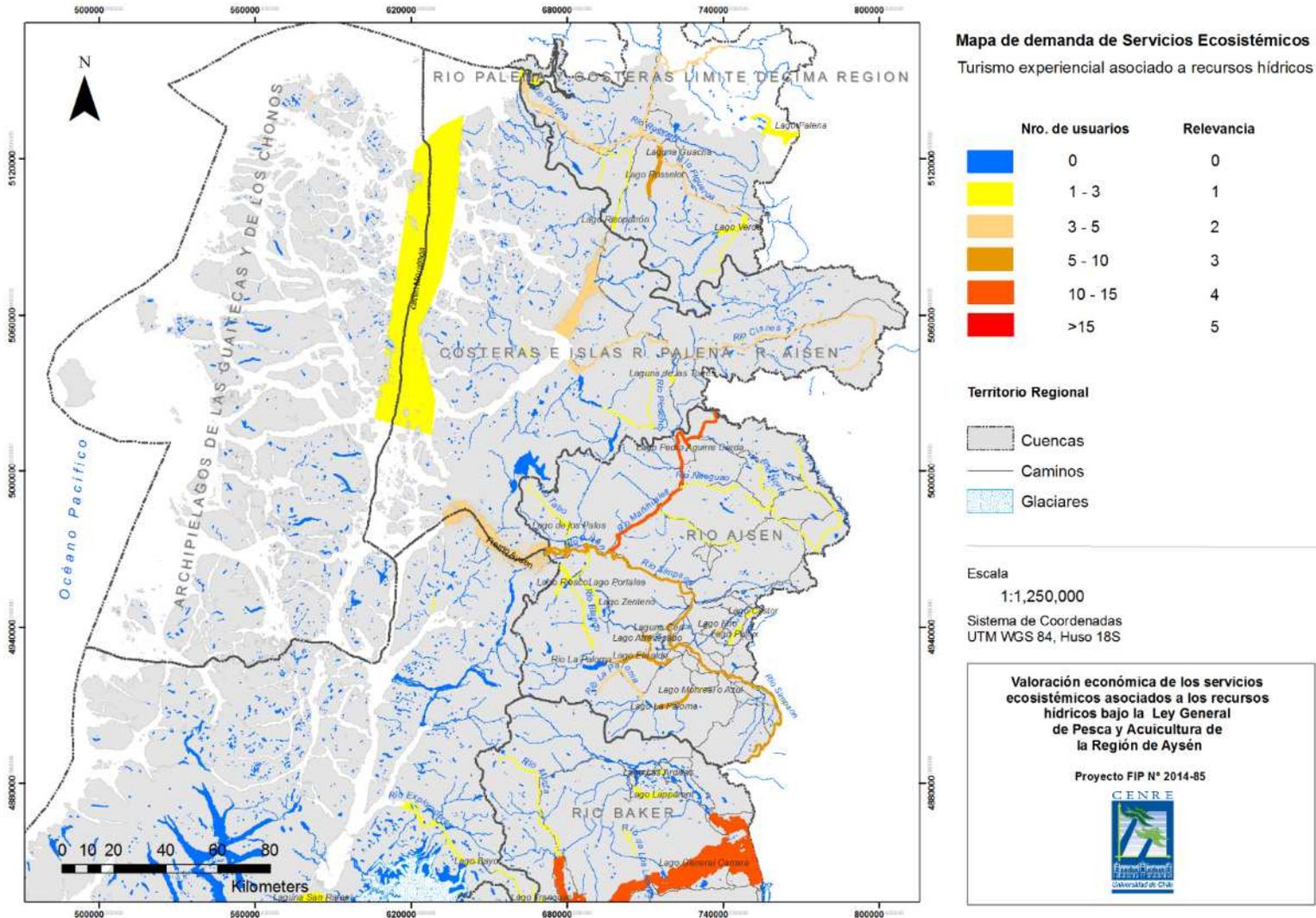


Figura 18. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona Norte de la región de Aysén.

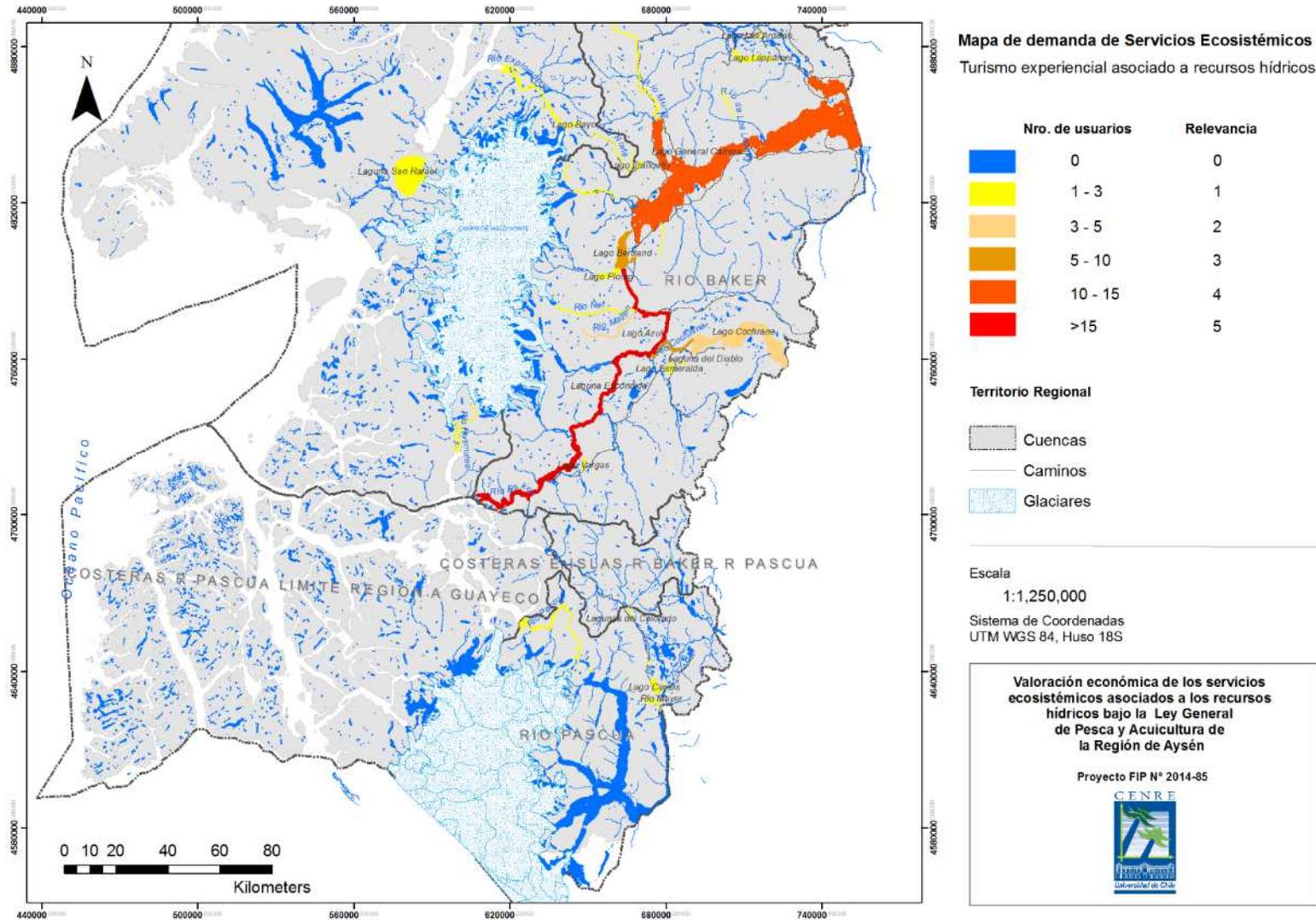


Figura 19. Mapa de aprovechamiento del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona Sur de la región de Aysén.

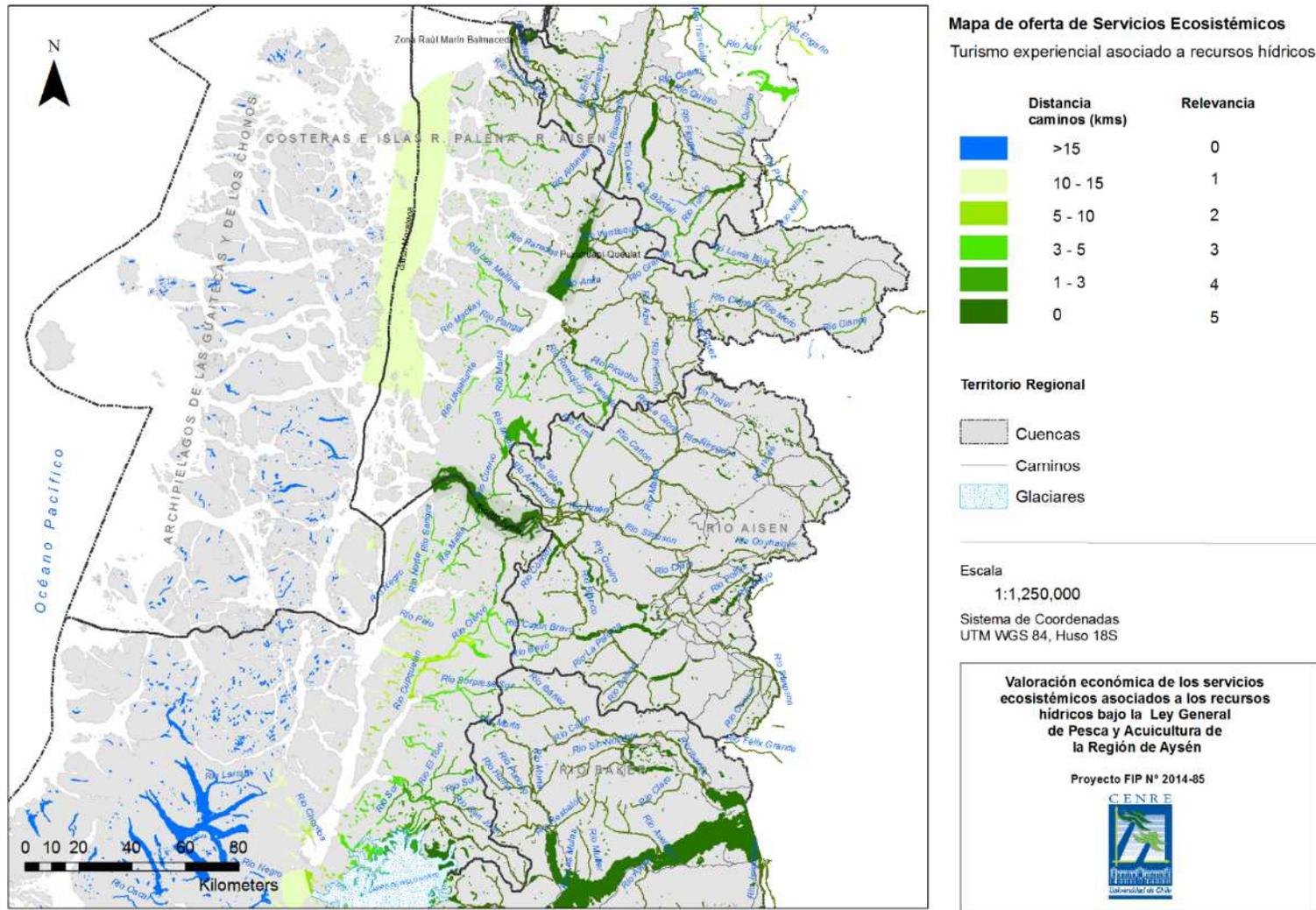


Figura 20. Mapa de provisión del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona Norte de la región de Aysén.

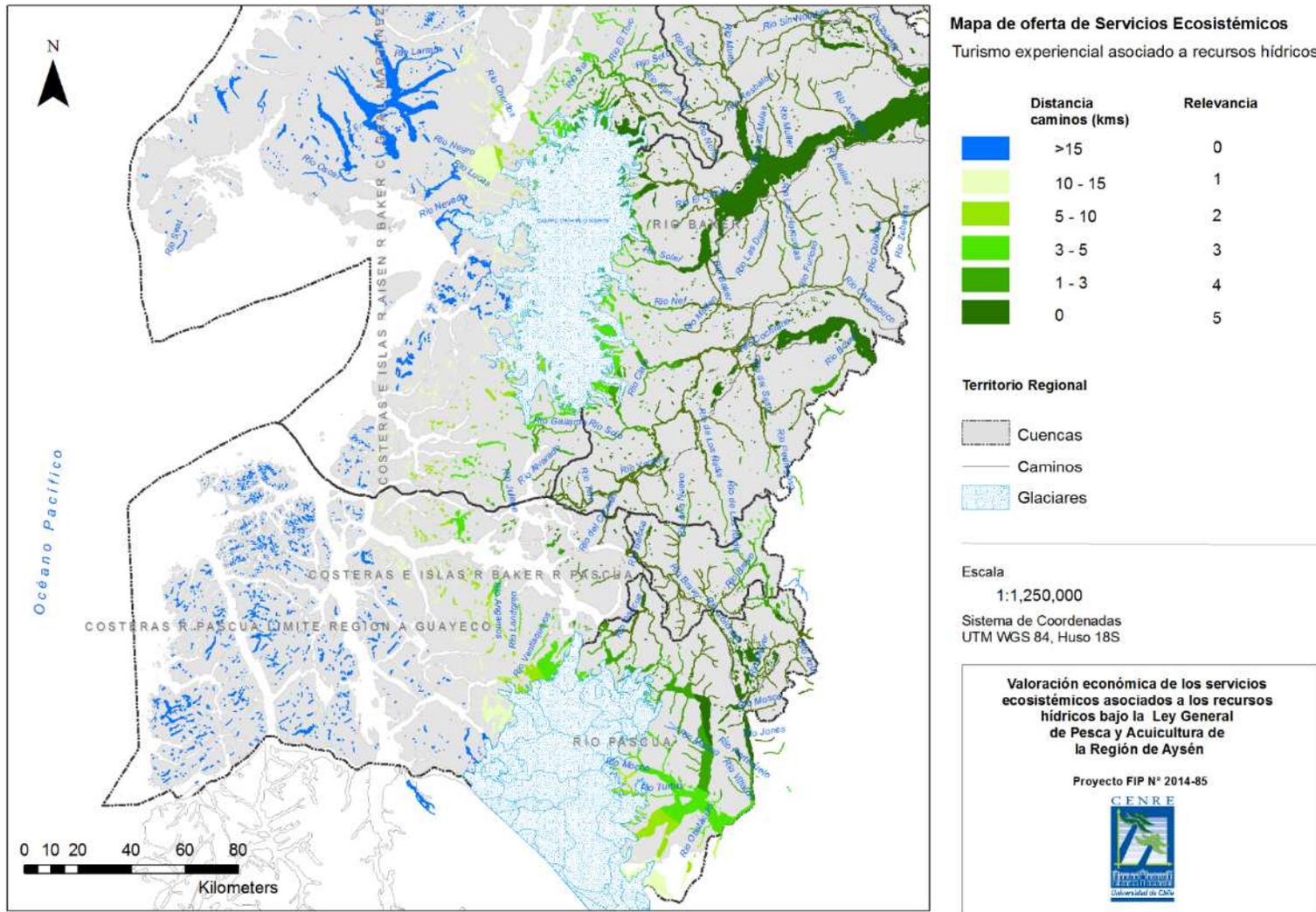


Figura 21. Mapa de provisión del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona Sur de la región de Aysén.

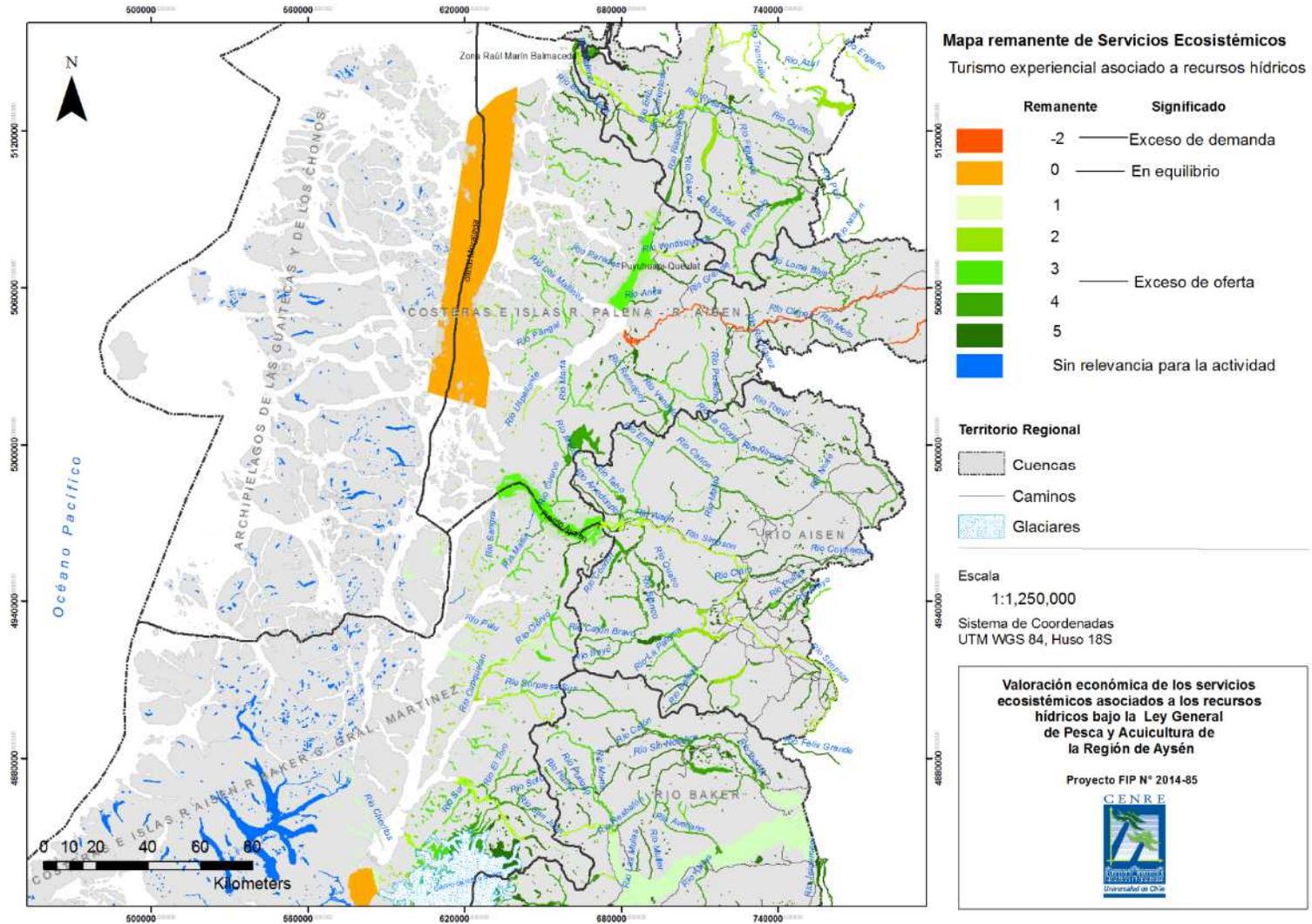


Figura 22. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona Norte de la región de Aysén.

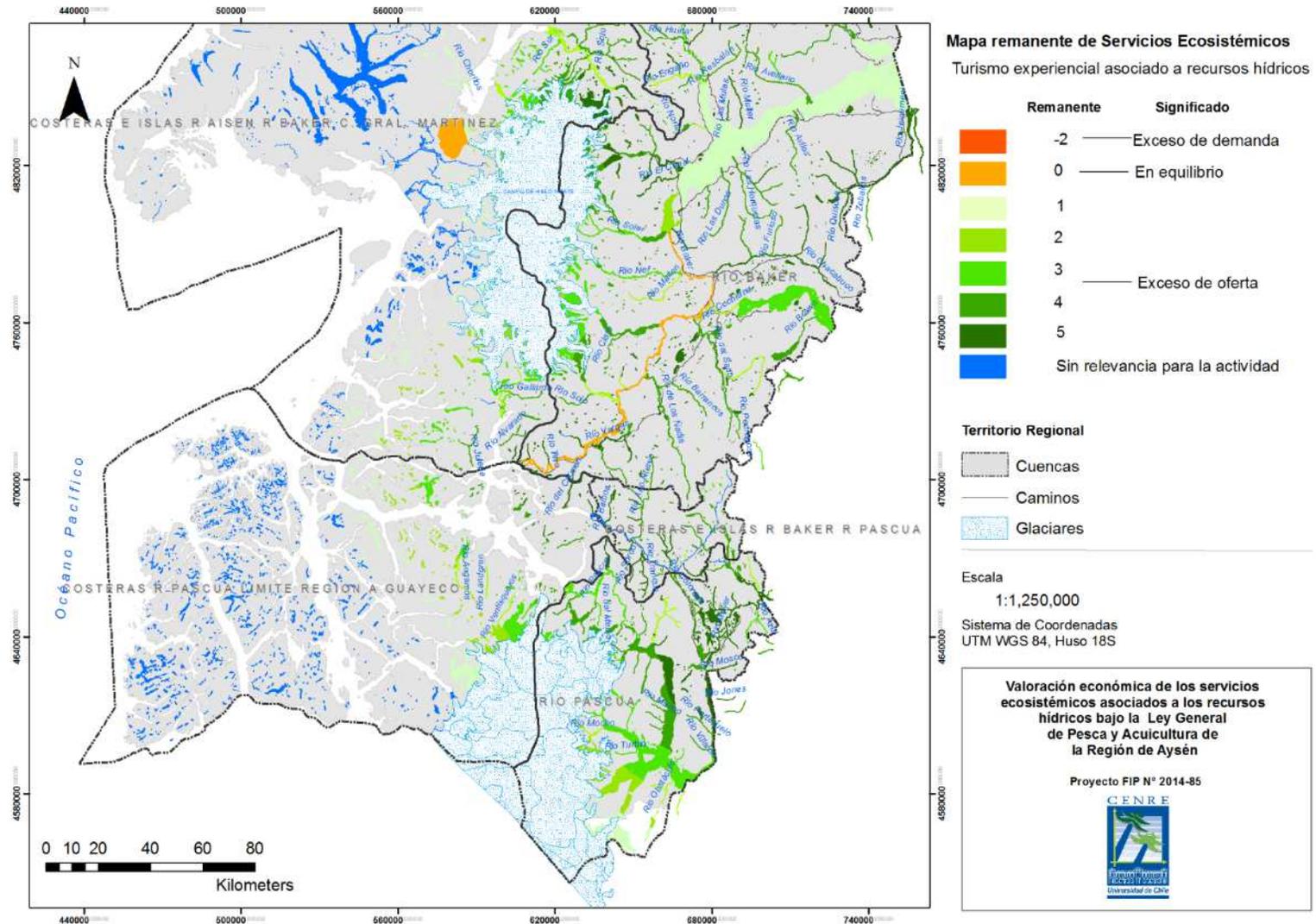


Figura 23. Mapa de diferencia del servicio ecosistémico de turismo aventura para la zona Norte de la región de Aysén

Preguntas específicas respecto al servicio ecosistémico de turismo

- 1.- Considerando que el mapa de las Figuras 18 y 19 fue construido con la opinión de un porcentaje de los operadores turísticos de la región, ¿Cree que representa los sitios más visitados por los turistas para la realización de actividades de canotaje, rafting y pesca deportiva?.
- 2.- Respecto al mapa de las Figuras 20 y 21, ¿Además de la restricción de accesibilidad, cree que existen otras restricciones territoriales que determinen la visita a otros sitios con potencial para el desarrollo de las actividades mencionadas?
- 3.- ¿Respecto al mapa de las Figuras 22 y 23, ¿Está de acuerdo con los resultados obtenidos en términos generales?. Comente en base a su conocimiento y experiencia.

Hábitat y reproducción de especies

5.1 Metodología

Los mapas del servicio ecosistémico de hábitat no se pudieron realizar siguiendo la misma lógica de los servicios anteriores dada la escasa información respecto al hábitat de las especies nativas productivas y no productivas en la región de Aysén. La única información georeferenciada con la que se contó fue extraída del proyecto FIP desarrollado por Molinet et al (2007), donde se monitoreó presencia de especies productivas.

5.2. Resultados

Como se explicó en la metodología solo se ha incluido un mapa con puntos de presencia de especies productivas, por lo que se trabaja bajo el supuesto que en los puntos donde se contabilizaron individuos de estas especies, representa parte de su hábitat natural. Es necesario destacar que estos monitoreos al realizarse en sitios puntuales no descartan la existencia de las especies monitoreadas en otros puntos de la región (Figura 24).

Respecto al hábitat de especies no productivas no se cuenta con los datos necesarios para georreferenciar su hábitat.

Figuroa E. (2007). Análisis Económico y Estudio de Factibilidad para el Financiamiento del Sistema de Áreas Protegidas de Chile; Informe Final (Versión 1). Proyecto PNUD-GEF. Santiago, Chile.