



Informe Final

“Análisis de las condicionantes para el desarrollo hidroeléctrico en las cuencas del Maule, Biobío, Toltén, Valdivia, Bueno, Yelcho y Puelo, desde el potencial de generación a las dinámicas socio-ambientales”

**Licitación N° 584105-23-LP15
Grupo de cuencas 1: Maule, Biobío y Toltén**

Preparado para:



Subsecretaría de Energía
División de Desarrollo Sustentable
Avenida Alameda Libertador Bernardo O'Higgins 1449
Edificio Stgo. Downtown II, Piso 14
Santiago, Chile

Diciembre, 2016

Tabla de Contenidos

1	Introducción	8
2	Diagnóstico de la historia del desarrollo de la hidroelectricidad	13
2.1	Descripción del territorio y del uso del agua	14
2.1.1	Cuenca del río Maule	14
2.1.2	Cuenca del río Biobío	30
2.1.3	Cuenca del río Toltén	43
2.1.4	Resumen	56
2.2	Historia del desarrollo hidroeléctrico	57
2.2.1	Políticas eléctricas.....	57
2.2.2	Desarrollo institucional y legal.....	61
2.3	Identificación de actores e intereses en torno al agua, una perspectiva desde los conflictos	68
2.3.1	Activismo ambiental	69
2.3.2	Disputa del agua con otros sectores productivos.....	71
2.3.3	Defensa territorial de la cultura indígena.....	73
2.4	Descripción histórica de conflictos en las cuencas	78
2.4.1	Actores y conflictos: cuenca del Maule	80
2.4.2	Actores y conflictos: cuenca del Biobío	85
2.4.3	Actores y conflictos: cuenca del Toltén	91
2.5	Infraestructura hidroeléctrica existente actualmente en las cuencas	97
2.6	Análisis de mecanismos de buena gobernanza de proyectos hidroeléctricos.....	112
3	Potencial hidroeléctrico.....	115
3.1	Metodología general.....	116
3.2	Actualización de base de datos para el cálculo del potencial	118
3.3	Cálculo del potencial hidroeléctrico.....	118
3.3.1	Reincorporación de potencial eliminado por restricciones territoriales	119
3.3.2	Remoción de potencial en base a centrales en operación y construcción	119
3.3.3	Ajustes según el factor de planta y potencial simulado	122
3.3.4	Remoción de centrales en tramitación ambiental.....	123
3.3.5	Resumen y cálculo del potencial hidroeléctrico	124
3.4	Agregación del Potencial a Escala de Sub-Subcuenca.....	126
3.4.1	Metodología	126
3.4.2	Resultados.....	128
3.5	Otros análisis y discusiones.....	138

3.5.1	Estimación de potenciales totales	138
3.5.2	Relevancia de los derechos consuntivos.....	139
3.6	Potencial y cambio climático.....	140
4	Transmisión	147
4.1	Topologías	154
4.1.1	Topología de red radial descentralizada	155
4.1.2	Topología de red radial con agrupaciones de sub-subcuenca	155
4.1.3	Topología de red integrada con agrupaciones de sub-subcuenca.....	156
4.2	Modelo de optimización	158
4.3	Relación de los OdV con el desarrollo de la transmisión eléctrica.....	160
4.4	Datos de entrada.....	166
4.4.1	Sistema eléctrico de transmisión	166
4.4.2	Modelo de costos del sistema de transmisión	166
4.4.3	Parque generador	167
4.4.4	Supuestos sobre la hidrología.....	168
4.4.5	Escenarios de operación: niveles de demanda, generación solar y eólica	169
4.4.6	Potencial hidroeléctrico a desarrollar.....	171
4.5	Metodología de planificación de la transmisión sin considerar penalización por presencia de OdV	175
4.5.1	Topología de red descentralizada (Radial).....	175
4.5.2	Topología de red con agrupaciones de sub-subcuencas (Pseudo coordinada)	187
4.5.3	Topología de red integrada con agrupaciones de sub-subcuencas (Full coordinada).....	195
4.6	Metodología de planificación de la transmisión considerando penalización por presencia de OdV.....	202
4.6.1	Topología de red descentralizada (Radial).....	202
4.6.2	Topología de red con agrupaciones de sub-subcuencas (Pseudo coordinada)	210
4.6.3	Topología de red integrada con agrupaciones de sub-subcuencas (Full coordinada).....	218
4.7	Efecto de los OdV en el ejercicio de planificación de la transmisión	226
4.8	Sensibilidad matriz energética ERNC	228
5	Objetos de Valoración	231
5.1	Clasificación de los OdV	231
5.2	Objetos de Valoración Fluviales	232
5.2.1	Explicación metodológica general para los OdV Fluviales	233
5.2.2	OdV F.1: Especies fluviales en categoría de amenaza	244
5.2.3	OdV F.2: Especies fluviales endémicas	253
5.2.4	OdV F.3: Régimen hidrológicamente no alterado	260
5.2.5	OdV F.4: Régimen de sedimentos no alterado	266

5.2.6	OdV F.5: Sistemas fluviales con conectividad longitudinal a nivel de cauce	274
5.2.7	OdV F.6: Sistemas fluviales con conectividad longitudinal del corredor ripariano.....	281
5.2.8	OdV F.7: Sistemas fluviales con conectividad lateral.....	287
5.2.9	OdV F.8: Accesibilidad de la red hidrográfica	293
5.2.10	OdV F.9: Sistemas fluviales con condiciones naturales de calidad físico-química del agua	299
5.2.11	OdV F.10: Sistemas fluviales morfológicamente intactos.....	306
5.2.12	OdV F.11: Comunidades fluviales con baja presencia de especies exóticas.....	313
5.2.13	OdV F.12: Áreas fluviales críticas para la conservación de la biodiversidad.....	320
5.2.14	OdV F.13: Ecosistemas lacustres.....	326
5.2.15	OdV F.14: Glaciares.....	331
5.3	Objetos de Valoración Terrestres	336
5.3.1	Explicación metodológica general para los OdV Terrestres	336
5.3.2	OdV T.1: Especies Terrestres en categoría de amenaza	338
5.3.3	OdV T.2: Especies endémicas terrestres.....	346
5.3.4	OdV T.3: Áreas terrestres críticas para la conservación de la biodiversidad	351
5.3.5	OdV T.4: Áreas de paisaje terrestre natural	356
5.3.6	OdV T.5: Paisaje natural no fragmentado.....	361
5.3.7	OdV T.6: Comunidades terrestres con baja presencia de especies exóticas	367
5.3.8	OdV T.7: Ecosistemas terrestres azonales	372
5.3.9	OdV T.8: Ecosistemas terrestres en categoría de amenaza.....	377
5.3.10	OdV T.9: Protección frente a la erosión.....	382
5.3.11	OdV T.10: Parques Nacionales.....	388
5.3.12	OdV T.11: Áreas oficiales de conservación excluyendo Parques Nacionales	388
5.3.13	OdV T.12: Áreas de conservación de interés privado y sitios prioritarios	388
5.4	Objetos de Valoración Sociales	401
5.4.1	Explicación metodológica general para los OdV Sociales	401
5.4.2	OdV S.1: Necesidades sociales de subsistencia: sanidad y agua potable	401
5.4.3	OdV S.2: Necesidades sociales de subsistencia alimentaria	407
5.5	Objetos de Valoración Culturales.....	413
5.5.1	Breve acercamiento a la cosmovisión mapuche.....	414
5.5.2	Descripción OdV culturales.....	424
5.5.3	OdV C.1.1: Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales indígenas .	424
5.5.4	OdV C.1.2: Relevancia de tierra indígena	434
5.5.5	OdV C.1.3: Relevancia de Áreas de Desarrollo Indígena.....	442
5.5.6	OdV C.1.4: Relevancia de demandas de tierra indígena	450

5.5.7	OdV C.1.5: Presencia de comunidades indígenas	459
5.5.8	OdV C.2.1: Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales	467
5.5.9	OdV C.2.2: Sitios arqueológicos	475
5.5.10	OdV C.2.3: Sitios de alto valor paisajístico	482
5.6	Objetos de Valoración Productivos	498
5.6.1	Explicación metodológica general para los OdV Productivos	498
5.6.2	OdV P.1: Producción Agrícola	499
5.6.3	OdV P.2: Producción Forestal	506
5.6.4	OdV P.3: Servicios Sanitarios	512
5.6.5	OdV P.4: Actividad Turística	518
5.6.6	OdV P.5: Actividad Acuícola	524
5.7	Lista de Objetos de Valoración modificados	531
6	Modelación	538
6.1	Introducción: respecto de la modelación y la relación entre el desarrollo hidroeléctrico y los objetos de valoración	538
6.2	Unidades de planificación: proyectos hidroeléctricos y tramos de ríos	541
6.3	Determinación de OdV a la escala de tramo y asociación a UP	547
6.3.1	Determinación de presencia de OdV en tramos	547
6.3.2	Normalización y condicionamiento de OdV en tramos	549
6.3.3	Asociación de OdV a cada proyecto potencial	552
6.3.4	Resumen de parámetros de los factores condicionantes	553
6.3.5	Distribución de factores condicionantes y potencial hidroeléctrico	558
6.4	Resultados de distintos ejercicios de modelación	560
6.4.1	Presentación de los ejercicios modelación	560
6.4.2	Primer ejercicio de modelación: selección de PH en función de máximo traslape con OdV	560
6.4.3	Segundo ejercicio de modelación: análisis particulares de la relación entre PH y OdV	565
6.5	Conclusiones y observaciones	567
7	Socialización, relevamiento de información y validación de metodologías	570
7.1	Servicios públicos	571
7.2	Talleres de expertos	571
7.2.1	Taller de Expertos en OdV Fluviales y Terrestres	572
7.2.2	Taller de Expertos OdV Sociales y Culturales	573
7.2.3	Entrevistas a Expertos OdV Productivos	574
7.3	Talleres locales con la comunidad: de Inicio y de Desarrollo	576
7.3.1	Objetivos de los talleres	579

7.3.2	Diseño de los talleres	579
7.3.3	Talleres desarrollados	586
7.4	Entrevistas con actores locales	590
7.4.1	Selección de comunas a entrevistar	591
7.4.2	Resultado del proceso de entrevistas	594
7.5	Seminarios de presentación de resultados preliminares	596
7.5.1	Seminario cuenca del Maule.....	597
7.5.2	Seminario cuenca del Biobío.....	598
7.5.3	Seminario cuenca del Toltén.....	599
8	Instrumentos de Planificación Territorial	600
8.1	Listado de instrumentos.....	603
8.1.1	Instrumentos de planificación a nivel nacional	612
8.1.2	Instrumentos de planificación a nivel regional	613
8.1.3	Instrumentos de planificación a nivel comunal	619
8.2	Análisis del vínculo de los instrumentos y el estudio de cuencas	626
8.2.1	Lineamientos sugeridos para abordar la temática energética.	626
8.2.2	Análisis a los instrumentos de planificación territorial.....	628
8.2.3	Estudio y su influencia en los IPT	629
8.3	Conclusiones	631
8.3.1	Instrumentos de Planificación Territorial	631
8.3.2	Análisis del vínculo de los instrumentos y el presente estudio	631
9	Recomendaciones.....	632
10	Referencias	637
	Anexo I: Cumplimiento de Objetivos del estudio	643
	Anexo II Base de Datos del Estudio	647
	Información recopilada.....	649
	Presentación y transferencia de la información oficial	650
	Otras consideraciones	650
	Anexo III: Formaciones Vegetacionales por cuenca	652
	Anexo IV: Listado de Estaciones de Monitoreo hidroclimático por cuenca	656
	Anexo V: Mapas de Bocatomas, Puentes y Embalses.....	671
	Anexo VI: Objetos de Valoración Cultural Indígena en la Legislación Nacional.....	675
	Anexo VII: Fichero Excel para la evaluación de tramos fluviales en Google Earth	683
	Anexo VIII: Minuta Técnica 1º Taller de Expertos OdV	686
	Anexo IX: Entrevistas Expertos OdV Productivos	698

Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV.....	707
Anexo XI: Análisis de Instrumentos	713
A nivel nacional.....	713
A nivel regional	730
A nivel comunal	735
Anexo XII: Fichas de talleres realizados	745
Anexo XIII: Metodología de recolección de información para OdV C.2.3	754
Etapa de gabinete 1: información secundaria y diseño metodológico.....	755
Etapa de terreno: recolección de información de fuentes primarias	756
Etapa de gabinete 2: informe de resultados y análisis experto.....	758
Metodología de análisis y valoración	758
Anexo XIV: Costos desagregados de transmisión a nivel de sub-subcuenca.....	761
Metodología de planificación de la transmisión sin considerar penalización por presencia de OdV	763
Topología de red descentralizada (Radial).....	763
Topología de red con agrupaciones de subsubcuencas (Pseudo coordinada)	773
Topología de red integrada con agrupaciones de subsubcuencas (Full coordinada)	782
Metodología de planificación de la transmisión considerando penalización por presencia de OdV	791
Topología de red descentralizada (Radial).....	791
Topología de red con agrupaciones de subsubcuencas (Pseudo coordinada)	800
Topología de red integrada con agrupaciones de subsubcuencas (Full coordinada)	810
Anexos Digitales.....	818

1 Introducción

Este documento corresponde cuarto informe y final del estudio “Análisis de las condicionantes para el desarrollo hidroeléctrico en las cuencas del Maule, Biobío, Toltén, Valdivia, Bueno, Yelcho y Puelo, desde el potencial de generación a las dinámicas socio-ambientales” correspondiente a las cuencas del Maule, Biobío y Toltén, que desarrolla el Consorcio de TECO Group Spa (TECO) y la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC).

Este estudio se enmarca en el siguiente contexto:

- la propuesta de Política Energética y la Hoja de Ruta 2050 que permite orientar el camino a seguir;
- la experiencia de Noruega en el ordenamiento del desarrollo hidroeléctrico;
- los resultados y experiencia de la fase anterior de este estudio; y
- los resultados que se están obteniendo a medida que se realiza este estudio y otras iniciativas en marcha.

En el marco de la presentación de la Hoja de Ruta Energía 2050, el Ministro de Energía ha declarado el pasado 29 de septiembre que *“como gobierno, nos interesa potenciar el uso de la hidroelectricidad, pero no cualquiera, sino aquella que sea respetuosa y compatible con los aspectos económicos, socioculturales y ambientales donde se desarrolla... (tomando en cuenta todas las dinámicas sociales en torno a la hidroelectricidad), queremos que esta fuente recupere su protagonismo”*.

La Política Energética 2050 propone lineamientos para el desarrollo hidroeléctrico del país incluyendo los conceptos de:

- Energía sustentable.
- Relación con las comunidades y pobreza energética.
- Gestión del territorio.
- Uso eficiente de la energía y cultura energética.
- Innovación y desarrollo productivo.

La Política Energética es un documento ambicioso, que requiere de una mejor base de información y análisis, y este estudio puede reforzar esta base de información y capacidad de análisis.

Por otra parte, la experiencia de Noruega en ordenamiento y planificación del desarrollo hidroeléctrico permite aprovechar algunas lecciones para el incipiente proceso de planificación en Chile en, al menos, dos aspectos:

- se basa en dos pilares: un plan de protección y un plan maestro de recursos hidrológicos, lo que implica que la comunidad comprende de mejor manera que, así como se necesita proteger los recursos naturales, también puede desarrollarlos en forma sustentable;
- la necesidad de ordenar/planificar y tomar decisiones en materia de protección y desarrollo, aún con información insuficiente. Se debe hacer el mejor uso de la información disponible y apoyarse en opinión experta.

El Plan Maestro de Recursos Hidrológicos de Noruega considera lineamientos similares a los ejes de la Política Energética y la Hoja de Ruta 2050: promoción de la energía sustentable; diálogo con los interesados en el uso de los recursos naturales del país; y la necesidad de una gestión ordenada del territorio. Noruega aspira a un uso eficiente de la energía y promover una cultura energética y, como consecuencia, innovación y desarrollo productivo. Dada la estructura de la sociedad noruega -con sus componentes urbanos, rurales e indígenas (Sami)- busca favorecer buenas relaciones con las comunidades rurales y un esquema justo para compartir los beneficios del desarrollo energético en el país.

En resumen, el Plan Maestro de Recursos Hidrológicos de Noruega establece una base de licencia social para el desarrollo hidroeléctrico del país; se basa en una decisión fundamental: Noruega debe conservar algunas de sus cuencas, subcuencas o sub-subcuencas y desarrollar el potencial hidroeléctrico en otras. En esta decisión fundamental se basa el resto del proceso del Plan Maestro: decidir cuáles conservar y cuáles desarrollar.

Chile debiera embarcarse en un afán similar, en particular si Chile quiere desarrollar un potencial suficiente para satisfacer los objetivos establecidos en la Política Energética y en la Hoja de Ruta 2050. Los chilenos deberían enfrentar la decisión crítica: ¿Qué conservamos? ¿Qué desarrollamos?

Para ayudar en esta decisión crítica, el Ministerio de Energía propuso el actual Estudio de Cuencas. En una primera fase (proyecto “Bases para planificación territorial en el desarrollo hidroeléctrico futuro” del Ministerio de Energía, 2014), aquí llamado *Cuencas 1*, se obtuvieron los siguientes resultados:

- reunió en un ambiente común la información biológica, social, cultural y productiva pública necesaria para la planificación hidroeléctrica;
- se informó del potencial hidroeléctrico disponible;
- se propuso una primera aproximación a un mecanismo para responder a la pregunta ¿qué conservamos? Se utilizó el concepto de “Altos Valores de Conservación” para definir un nuevo concepto, el de los “Objetos de Valoración”;
- se demostró que la distribución de potencial hidroeléctrico está espacialmente concentrada, mientras que la distribución de objetos de valoración, tomados en conjunto, está desconcentrada, sin embargo, diferentes tipos de objetos son más relevantes en distintas partes del territorio;

- se probó el concepto de modelación como mecanismo de apoyo a la toma de decisiones; y
- se reforzó la comunicación entre el Ministerio de Energía y los interesados en el desarrollo hidroeléctrico

Así como la primera fase del mapeo de cuencas tuvo estos avances para ayudar en la decisión crítica, también evidenció brechas:

- base de información débil (cantidad y calidad), que compromete su uso en la gestión del territorio;
- incertidumbre en la relación entre los factores que determinan objetos de valoración – por ejemplo, comunidades indígenas – y los puntos de potencial hidroeléctrico, que comprometen su uso en la gestión del territorio y en el robustecimiento de la relación con las comunidades; y
- falta de una base social para los instrumentos de planificación territorial -PROT, Planes Reguladores, SEIA estratégico, consulta indígena, etc.- que comprometen su efectividad en la gestión del territorio, la relación con la comunidad y, en último término, el desarrollo de una cultura energética en el país.

En este contexto, la fase actual del estudio debe cerrar las brechas detectadas en la fase anterior y aportar de forma más concreta a la discusión “¿Qué conservamos? ¿Qué desarrollamos?”. Esto no significa que la decisión se tome durante el desarrollo del presente estudio, pero sí pueden presentarse información y herramientas para apoyar la toma de este tipo de decisiones en los espacios de discusión pertinentes.

Así, este estudio realiza un análisis profundo del desarrollo de la hidroelectricidad en las cuencas del Maule, Biobío y Toltén. Este análisis contiene desde descripción histórica del desarrollo hidroeléctrico y un análisis del contexto socioambiental actual en los territorios estudiados, hasta la elaboración de un modelo que permite evaluar los tipos de condicionantes al desarrollo hidroeléctrico que están presentes en cada unidad hidrológica estudiada. Cabe señalar que este estudio no pretende indicar dónde sí se debe desarrollar un proyecto hidroeléctrico y dónde no, sino entregar la mejor información posible para poder tomar una buena decisión al respecto.

La estructura de este informe se compone de la siguiente manera:

Este **Primer Capítulo** describe el propósito de este documento, y el ámbito de la información que contiene.

El **Segundo Capítulo** analiza la realidad de la hidroelectricidad en las cuencas en estudio, de manera de complementar el trabajo metodológico del análisis de condicionantes para el desarrollo hidroeléctrico efectuado en este estudio, entendiendo el contexto social e histórico que determina la aproximación actual a todas las variables en estudio. Se presenta un diagnóstico territorial de manera de resaltar las características naturales y antrópicas del

territorio y que, de alguna u otra forma, condicionan la existencia de los Objetos de Valoración (OdV), además de otros factores culturales y sociales. También se presenta un análisis histórico del desarrollo de la hidroelectricidad en las cuencas, haciendo énfasis en la evolución de las políticas eléctricas y del desarrollo institucional y legado del rubro en el país. Finalmente, se describen algunos de los principales actores y conflictos asociados a la hidroelectricidad en cada una de las cuencas analizadas.

El **Tercer Capítulo** trata sobre el potencial hidroeléctrico, desde el análisis realizado en el estudio anterior, usando los datos originales entrados por el Ministerio de Energía, hasta la nueva metodología de cálculo del potencial hidroeléctrico a escala de sub-subcuenca, de acuerdo a la proporción de tramo de río intervenido para cada potencial central. Así, se ha identificado un potencial total de 1.368,3 MW para la cuenca del Maule, de 2.902,2 MW para la del Biobío y de 1.123,4 MW para la del Toltén. También se entrega la primera versión del cálculo del potencial hidroeléctrico en cuencas sin Derechos de Aprovechamiento de Aguas No Consuntivos. Se presenta la metodología para la estimación de los impactos del cambio climático en las cuencas del estudio, los mapas de escenarios climáticos y los efectos que estos cambios tendrían sobre la generación de energía en cada una de las potenciales centrales.

El **Cuarto Capítulo** presenta la metodología propuesta por el grupo de trabajo para estimar el costo de conectar todo el potencial hidroeléctrico identificado con el Sistema Interconectado Central y los resultados obtenidos, teniendo en cuenta que existe una interacción entre los costos de desarrollar líneas de transmisión para evacuar el potencial en las cuencas con los atributos que definen a los Objetos de Valoración. Se realizan pruebas con las tres posibilidades de la topología de la red conectada al SIC y el modelo de optimización propuesto.

El **Quinto Capítulo** trata sobre la construcción de los Objetos de Valoración (OdV) de cada una de las cuencas analizadas. Cada uno de los OdV (41 en total, organizados en cinco clases: fluviales, terrestres, sociales, culturales y productivos) es definido y se explica su método de obtención, la información utilizada y los resultados obtenidos para cada cuenca en cartografías a escala de sub-subcuenca, tanto si fue o no posible obtenerlos con los medios y fuentes de información descritos. Los OdV representan un insumo relevante para el proceso de modelación que se describe en la sección siguiente.

El **Sexto Capítulo** explica cómo se construyó una herramienta que permite visualizar la interacción entre el potencial hidroeléctrico identificado y los Objetos de Valoración y sus atributos, que permite explorar diferentes configuraciones o alternativas de aprovechamiento hidroeléctrico, de acuerdo a criterios de decisión que pueden adaptarse a las necesidades e interrogantes locales de planificación energética. Esta herramienta apoya el proceso de toma de decisiones a diferentes escalas. El capítulo muestra los resultados de algunos ejercicios de modelación, a modo de ejemplo del tipo de trabajo que se puede realizar con ella, pero no corresponde a una decisión tomada sobre desarrollo hidroeléctrico.

El **Séptimo Capítulo** da cuenta de cómo se realizó un trabajo de sociabilización del estudio para que contara con una legitimidad entre todos los actores relevantes del desarrollo hidroeléctrico: comunidades, ONG, instituciones públicas, expertos del sector productivo, especialistas temáticos y académicos.

El **Octavo Capítulo** aborda la revisión de los instrumentos de planificación territorial existentes a nivel nacional, regional y comunal, atinentes a las tres cuencas en estudio. Se analizó su vigencia, principales lineamientos y su vinculación con la temática energética, en particular con la hidroelectricidad, resultados que se espera sean base de recomendaciones para incluir el desarrollo de la energía hidroeléctrica de forma ordenada y planificada.

Por último, en el **Noveno Capítulo** se proponen recomendaciones y conclusiones generales del estudio, de manera que tanto el Ministerio de Energía, como la sociedad en general, puedan usar los resultados de este estudio para diseñar mejores políticas públicas y potenciar conceptos claves no solo para la hidroelectricidad, sino para una planificación territorial, en especial de los recursos naturales.

2 Diagnóstico de la historia del desarrollo de la hidroelectricidad

En este capítulo se presenta una descripción de las características de las tres cuencas del estudio y las principales actividades productivas de estos territorios, con especial atención en los diferentes usos del agua. También se realiza un análisis histórico del desarrollo hidroeléctrico nacional y local, y se identifican intereses del territorio que entran en conflicto con el desarrollo hidroeléctrico, a través de la descripción de actores locales y de algunos conflictos estructurales y actuales en las cuencas.

Aunque la metodología desarrollada en el análisis conjunto del potencial hidroeléctrico con los Objetos de Valoración (OdV) puede conducir a resultados interesantes, hay componentes que por la naturaleza de la simplificación de factores inherentes a la modelación y la generación de índices representativos (como en el caso de los OdV), no son tomados en cuenta en el análisis metodológico propuesto. El objetivo de este capítulo es, por lo mismo, construir una base que permita analizar y comprender los resultados del estudio en el contexto en que están insertos los territorios.

En la primera sección se presenta una descripción de las características naturales de las tres cuencas del estudio, las actividades productivas principales de estos territorios, con especial atención en los distintos usos del agua por parte de estas actividades. Estas características y usos pueden explicar o condicionar la existencia y las características de los OdV, además de otros factores culturales y sociales.

Luego se realiza un análisis histórico relacionado a la hidroelectricidad, el mapeo de algunos actores y de conflictos en cada una de las cuencas, de manera de complementar el trabajo metodológico de análisis de condicionantes para el desarrollo hidroeléctrico.

Es importante destacar la complementariedad que se alcanza en el diagnóstico al cruzar el análisis histórico con la información levantada en los talleres de desarrollo y con el informe relativo a los distintos OdV. Si bien todo el trabajo de diálogo con actores sociales y de identificación de los OdV se circunscribe al presente, el cruce de información con la mirada histórica de estos cuatro ámbitos permite comprender el contexto actual de las cuencas con una perspectiva temporal en donde se podrán distinguir aquellas valoraciones, actores y tipos de conflictos de larga data o estructurales, respecto de aquellos que puedan responder a coyunturas específicas o excepcionales. Todo esto será de ayuda para la toma de decisiones en materia de hidroelectricidad en las tres cuencas en estudio.

2.1 Descripción del territorio y del uso del agua

La primera parte del diagnóstico del desarrollo de la hidroelectricidad en las cuencas puede ser complementado con una descripción general del territorio y de los usos del agua por parte de diversos actores: los asuntos productivos, sociales, ambientales y de las características naturales de cada una de las cuencas del estudio.

A continuación, se describen las tres cuencas del estudio, caracterizando algunos de sus aspectos naturales y antrópicos más importantes y que pueden ayudar a contextualizar el estudio.

2.1.1 Cuenca del río Maule

Generalidades

La cuenca hidrográfica del río Maule se localiza casi completamente en la VII Región del Maule. Se ubica entre los paralelos 35°05' y 36°30' de latitud sur y los meridianos 70°25' y 72°30' de longitud oeste. En la cuenca se diferencian tres sectores orográficos: al este la cordillera de Los Andes; al centro la depresión o valle central y al oeste la cordillera de la Costa, atravesada por el cauce principal a través de un estrecho valle, hasta su desembocadura al mar. La superficie total de la cuenca es de 21.053 km² (DGA, 2003).

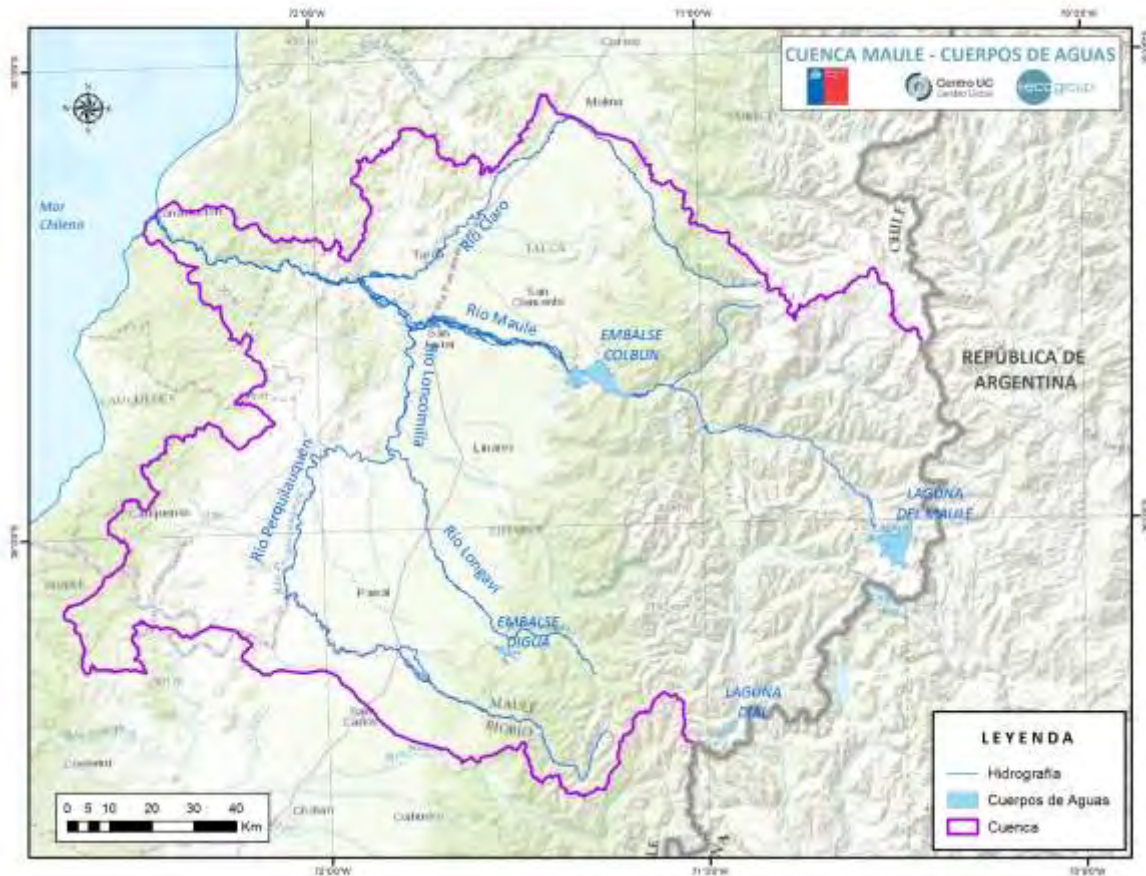


Figura 1. Delimitación de la cuenca del río Maule y sus principales ríos y cuerpos de agua.

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

La cuenca comprende 19 comunas, 17 de las cuales se encuentran en la VII Región del Maule y dos en la Región del Biobío (VIII). Las comunas de la VIII Región son las de Quirihue y Ñiquén, y las de la VII Región son Talca, Maule, Empedrado, Longaví, San Clemente, Pencahue, Curepto, Yervas Buenas, Retiro, Colbún, Licantén, San Javier, Villa Alegre, Cauquenes, Linares, Pelarco y Río Claro.

El patrón de asentamiento regional es concentrado en los grandes centros poblados como son las capitales provinciales (Curicó, Linares, Cauquenes) y en la capital regional, Talca. Estas ciudades se encuentran ubicadas principalmente en la depresión intermedia (DGA, 2003).

La

Tabla 1 muestra la distribución de población por comuna ubicadas dentro de la cuenca del río Maule:

Tabla 1. Población estimada en comunas dentro de la cuenca del río Maule.

Comuna	Población estimada
Cauquenes	40.661
Colbún	19.444
Constitución	50.754
Empedrado	4.478
Linares	91.030
Longaví	29.526
Maule	49.334
Molina	42.273
Parral	38.686
Pelarco	7.936
Pencahue	8.845
Retiro	19.706
Rio Claro	13.509
San Clemente	41.556
San Javier	41.099
San Rafael	9.782
Talca	233.339
Villa Alegre	15.350
Yerbas Buenas	18.239
TOTAL	775.547

Fuente: INE en base a Censo 2002¹

Indicadores Económicos de la Región del Maule

Tabla 2. PIB de la Región del Maule al año 2003.

Producto Interno Bruto (PIB) (2003)		
(Millones de pesos de 1996)		
Agropecuario-silvícola	\$233.661	18%
Pesca	\$2.546	0%
Minería	\$1.224	0%
Industria manufacturera	\$287.330	22%

¹ Instituto Nacional de Estadísticas.
http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/familias/demograficas_vitales.php.

Electricidad, gas y agua	\$158.868	12%
Construcción	\$101.720	8%
Comercio	\$115.594	9%
Transporte y comunicaciones	\$86.612	6%
Servicios financieros	\$86.059	6%
Propiedad de vivienda	\$92.027	7%
Servicios personales	\$146.545	11%
Administración pública	\$44.073	3%
Menos imputaciones bancarias	-\$22.588	-2%
Total PIB	\$1.333.671	100%

Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile².

Clima

En la Región del Maule existe un clima mediterráneo templado cálido. Las precipitaciones de aguas lluvias se concentran en los meses de invierno, las mayores temperaturas se presentan en verano y hacia el sector de la cordillera de Los Andes, por la altitud, el clima se torna más frío. Las precipitaciones de aguas lluvias son abundantes en la época invernal, las temperaturas veraniegas son altas, sobre todo en la depresión intermedia y en el interior, en tanto que los períodos secos oscilan entre cinco y siete meses, rango que está estrechamente vinculado con la longitud geográfica (DGA, 2008).

Como se muestra en la Figura 2, las líneas celestes representan las isoyetas de precipitación anuales provenientes del Balance Hídrico de Chile, mientras que las líneas naranjas o isotermas, representan las temperaturas medias anuales. Las precipitaciones tienden a aumentar hacia la zona cordillerana, con sectores donde las lluvias anuales pueden llegar a superar los 3.000 mm. Las temperaturas, por el contrario, disminuyen en tierras más altas, pudiendo presentar 10 °C menos como promedio anual que en la depresión intermedia.

² http://siit2.bcn.cl/nuestropais/region7/indica_eco.htm

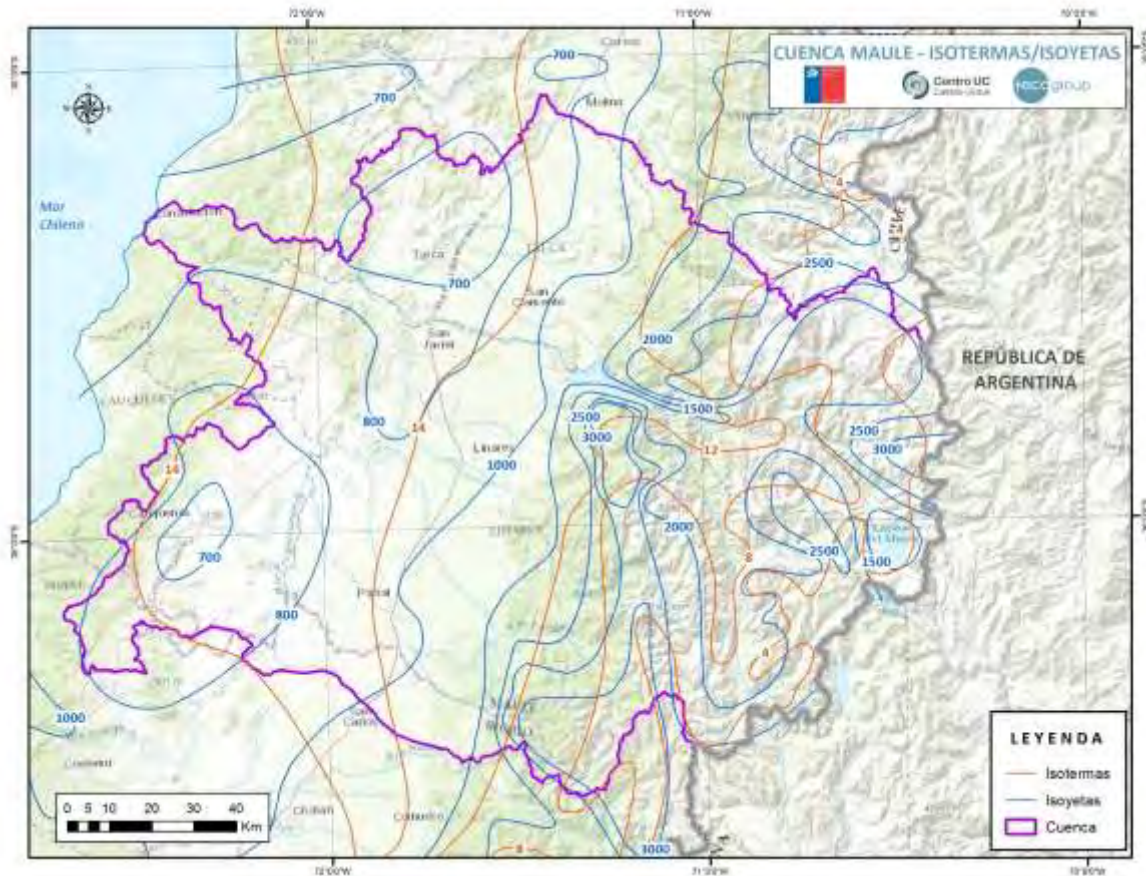


Figura 2. Isoyetas e isotermás para la cuenca del Maule.

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

Características de la cuenca hidrográfica

El río Maule nace en el extremo norponiente de la laguna del Maule, la cual es un cuerpo de agua natural formado en la cabecera de la cuenca y que fue intervenido a mediados del siglo XX, de manera de aumentar su volumen utilizable y controlar los flujos para uso en agricultura e hidroelectricidad (Convenio Endesa – Departamento de Riego del MOP, 1947).

El río luego corre por un lecho angosto y encajonado por altas montañas. A 31 km de su nacimiento, se le une el río Puelche y a partir de ese punto toma rumbo definitivo al oeste, que mantendrá hasta su desembocadura después de recorrer 240 km. A 90 km de su origen, el Maule expande su cauce para atravesar en un recorrido de 80 km la llanura aluvial central y penetrar en la cordillera de la Costa, donde se le une por el norte el río Claro, uno de los más importantes de sus tributarios. A partir de esa junta, corre confinado por cerros de la cadena costera y sólo en sus últimos 10 km se ensancha en un estuario que en su boca tienen cerca de

900 metros de ancho. En esta travesía por la cordillera de la Costa, el Maule recibe escasos afluentes que sólo llevan agua en la época de lluvias; el principal es el estero Los Puercos, que drena el amplio valle de Pencahue. En cambio, los más importantes tributarios provienen de la cordillera andina, aunque muchos de ellos se le unen en la depresión intermedia (DGA, 2008).

Las principales subcuencas de la cuenca del río Maule se presentan en la Tabla 3 y que abarcan, a su vez, los principales tributarios del Maule. El río Claro nace también en Los Andes y se une con el Maule a la altura de la ciudad de Talca; los ríos Longaví y Perquilauquén nacen en la cordillera de La Costa y se unen para formar el río Loncomilla que, a su vez, desemboca en el Maule. Estos últimos ríos poseen un régimen hidrológico más bien pluvial, debido a la menor acumulación de nieve en las subcuencas donde nacen, a diferencia del Maule y sus tributarios andinos, en donde el deshielo de primavera constituye el principal aporte de agua al caudal anual (DGA, 2008).

Tabla 3. Subcuencas DGA de la cuenca del Maule

Código	Nombre Subcuenca	Área [km²]
0738	Maule Bajo	1.316
0732	Maule Medio	943
0733	Perquilauquén Alto	4.163
0734	Perquilauquén Bajo	1.825
0431	Río Claro	3.065
0735	Río Loncomilla	4.391
0730	Río Maule Alto (Hasta antes junta Río Melado)	2.711
0736	Río Maule entre río Loncomilla y río Claro	341
0731	Río Melado	2.298

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

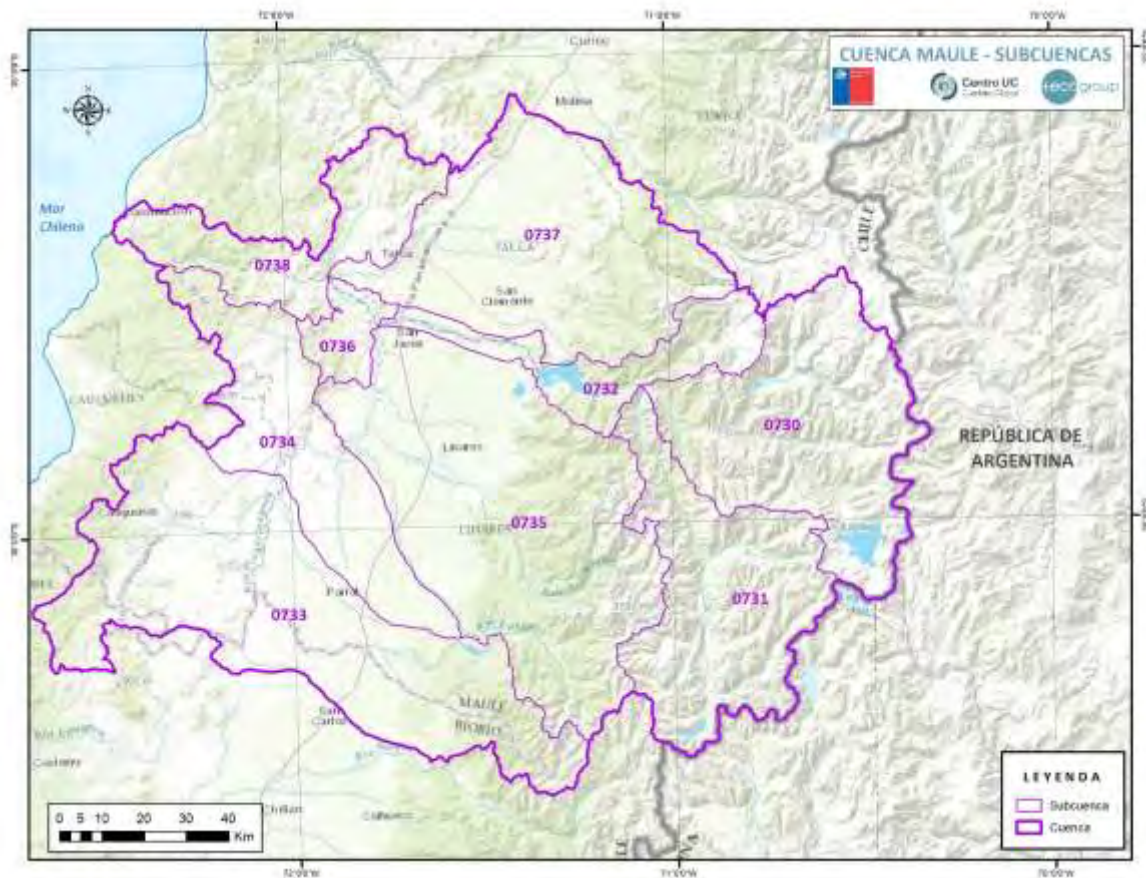


Figura 3. Delimitación de las subcuencas en la cuenca del río Maule

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

Las subcuencas están divididas en unidades menores, llamadas sub-subcuencas. Para el caso del río Maule, existen 64 de estas sub-subcuencas, con tamaños que van desde los 64 km² hasta los 1.031 km², con una superficie de 329 km². La Tabla 4 lista todas estas unidades y su tamaño.

Tabla 4. Sub-subcuencas DGA de la cuenca del Maule

Nombre Sub-subcuenca	Área [km ²]
Estero El Pangué	688
Estero Los Puercos Entre Bajo río Tutucura y río Maule	196
Estero Los Puercos hasta río Tutucura	423
Estero Perales y Cajón Troncosa	417
Estero Picazo	212
Estero Piduco	311
Estero Tabón Tinaja	217

Nombre Sub-subcuenca	Área [km ²]
Estero Torreón	248
Laguna del Maule en desagüe	317
Laguna Invernada y río Cipreses Hasta Junta río Maule	137
Río Achibueno Bajo Junta Estero de Pejerreyes	538
Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y río Ancoa	486
Río Achibueno entre río Ancoa y río Loncomilla	177
Río Ancoa	377
Río Barroso	325
Río Cato	319
Río Cauquenes Entre Arriba Estero Las Garzas y río Perquilauquén	169
Río Cauquenes entre río Tutuvén y Estero Las Garzas	194
Río Cauquenes hasta junta río Tutuvén	1.031
Río Claro	434
Río Claro entre Estero Carretón y Estero El Pangué	285
Río Claro entre Estero El Pangué y Junta Estero Piduco (excepto río Lircay)	64
Río Claro entre Estero Piduco y río Maule	157
Río Claro entre Estero Sin Nombre y Bajo Junta Estero Carretón	176
Río Claro Hasta Estero Sin Nombre	389
Río de La Invernada	483
Río de La Puente	382
Río Guaiquivilo entre Estero Perales, Cajón Troncosa y río Relbún	223
Río Guaiquivilo entre Estero Relbún y río de La Puente	329
Río Guaiquivilo hasta Junta Estero Perales y Cajón Troncosa	184
Río Liguay	460
Río Lircay entre Estero Picazo y río Claro	380
Río Lircay hasta Estero Picazo	403
Río Loncomilla entre río Longaví y río Putagán	230
Río Loncomilla entre río Putagán y río Maule	204
Río Longaví bajo junta río Bullileo	676
Río Longaví entre río Bullileo y río Loncomilla (excepto río Liguay)	289
Río Maule entre Desagüe Laguna del Maule y río Puelche	465
Río Maule entre Estero Claro y Bajo Junta Quebrada Los Sapos	280
Río Maule entre Estero Las Vegas y Desembocadura	239

Nombre Sub-subcuenca	Área [km ²]
Río Maule entre Muro Embalse Colbún y río Loncomilla	203
Río Maule entre Quebrada Los Sapos y Bajo Junta Estero Las Vegas	179
Río Maule entre río Cipreses y río Curillinque	314
Río Maule entre río Curillinque y río Melado	218
Río Maule entre río Melado y Muro Embalse Colbún	306
Río Maule entre río Puelche y río Cipreses	153
Río Maule entre ríos Loncomilla y Claro (excepto Estero Tabón Tinaja)	124
Río Melado entre Estero El Toro y río Maule	210
Río Melado entre río de La Puente y Bajo Junta Estero El Toro	272
Río Ñiquén	581
Río Perquillauquén entre Estero Sin Nombre y Antes Junta río Cauquenes	378
Río Perquillauquén entre Estero Torreón y río Longaví	356
Río Perquillauquén entre río Cato y río Ñiquén	349
Río Perquillauquén entre río Cauquenes y río Purapel	297
Río Perquillauquén Entre río Ñiquén y Estero Sin Nombre	212
Río Perquillauquén Entre río Purapel y Estero Torreón	122
Río Perquillauquén hasta junta río Cato	643
Río Puelche	301
Río Purapel entre Estero Llamico y río Perquillauquén	309
Río Purapel entre Estero Nivirilo y Estero Llamico	229
Río Purapel hasta Bajo Junta Estero Nivirilo	263
Río Putagán	953
Río Relbún	281
Río Tutuvén	287

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

La Figura 4 muestra, en forma de histograma, la distribución de las sub-subcuencas que forman parte de la cuenca del río Maule según rangos de tamaño, en km². La mayoría de éstas (87,5%) se encuentra en el rango de los 100 a los 500 km².

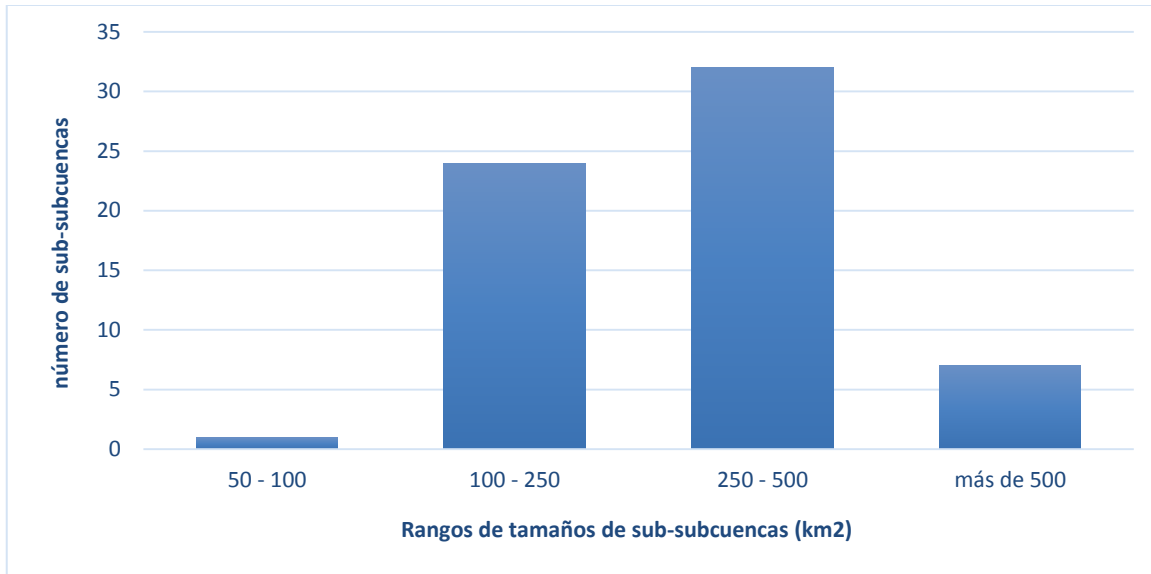


Figura 4. Distribución de tamaños de sub-subcuencas de la cuenca del Maule

Fuente: elaboración propia.

Esta cuenca cuenta con una serie de cuerpos de agua, ya sean naturales o de origen antrópico y que sirven de regulación del caudal principal del río Maule. La laguna del Maule es administrada por la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas (MOP) y es utilizada para almacenar agua para la agricultura y la hidroelectricidad de acuerdo al Convenio de Riego de 1947 y a la Resolución DGA 1983/105. El embalse Colbún fue construido a mediados de la década de los ochenta como regulador de las aguas de la zona intermedia de la cuenca, exclusivamente para uso hidroeléctrico en las centrales Colbún y Machicura, de propiedad de Colbún S.A. Entre la laguna del Maule y el embalse Colbún suman alrededor de 3 mil millones de m³ de capacidad de almacenamiento. Existen otras lagunas y embalses de menor volumen, como la laguna Invernada y el embalse Melado, los cuales son utilizados por Endesa S.A. para la generación hidroeléctrica de una serie de centrales en la zona alta del Maule. Los principales cuerpos de agua de la cuenca se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Cuerpos de aguas mayores de la cuenca del río Maule

Nombre	Superficie (km ²)	Almacenamiento (Mm ³)
Embalse Colbún	46	1.544
Embalse Digua	4,2	255
Embalse Melado	3,8	133
Laguna del Maule	51	1.420
Laguna Dial	7	
Laguna Invernada	7,5	174

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X:).

Estaciones de monitoreo hidroclimático

En el Anexo IV: Listado de Estaciones de Monitoreo hidroclimático por cuenca, se listan las estaciones meteorológicas, fluviométricas y de calidad del agua de la cuenca. Estas estaciones se muestran en la Figura 5. Es importante notar que la mayoría de las estaciones de medición se ubican en la depresión intermedia y algunas en la zona de la cordillera de La Costa, pero solo unas cuantas estaciones en la zona de la cordillera de Los Andes.

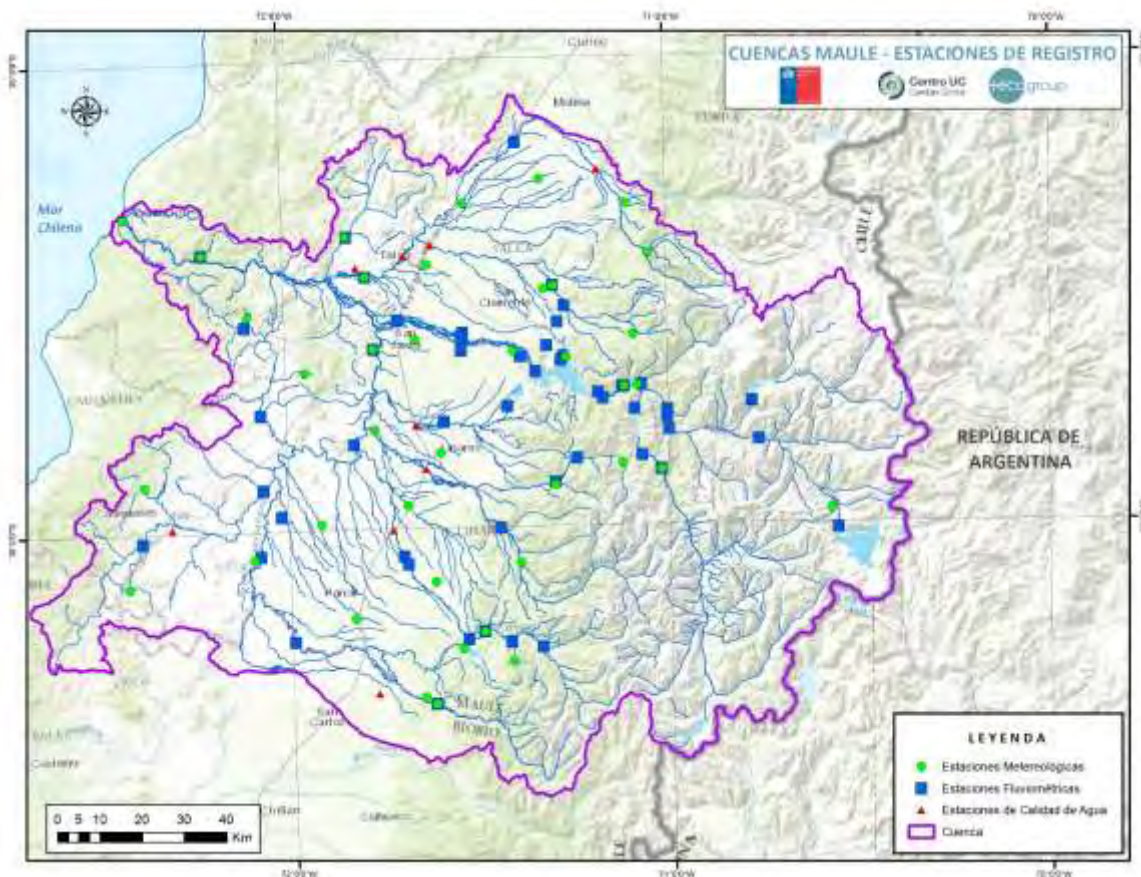


Figura 5. Ubicación de estaciones meteorológicas, fluviométricas y de calidad en la cuenca del río Maule

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

Usos del Agua

En la Tabla 6 se muestran los derechos concedidos para la cuenca del Maule según el catastro público de la DGA, tomando en cuenta sólo los derechos en los cuáles su unidad de medida fuera en “litros/segundo”, ya que otras unidades existentes, como “acciones” es imposible de comparar si las acciones no tienen una equivalencia en unidades de volumen por tiempo (l/s, m³/s, etc.).

El caso de los derechos consuntivos, hay concedidos derechos por poco más de 409 mil l/s (o 409 m³/s). Dentro de los usos de agua, el principal es el de Riego, con un 35,3% del total

(aunque los derechos sin uso especificado son superiores). Para los derechos no consuntivos, la Energía Hidroeléctrica es el principal uso, con más de 1 millón doscientos mil litros por segundo concedidos (aunque nuevamente, los derechos sin uso especificado son mayores).

Tabla 6. Usos del agua según derechos concedidos para la cuenca del río Maule (en litros/segundo). a) derechos consuntivos y b) derechos no consuntivos.

a)

Uso del Agua	Litros/segundo	%
Riego	144.516	35,3%
Bebida/Usos Doméstico/Saneamiento	2.988	0,7%
Uso Industrial	127	0,0%
Otros Usos	41.200	10,1%
Sin Uso Especificado	220.146	53,8%
TOTAL	408.977	100,0%

b)

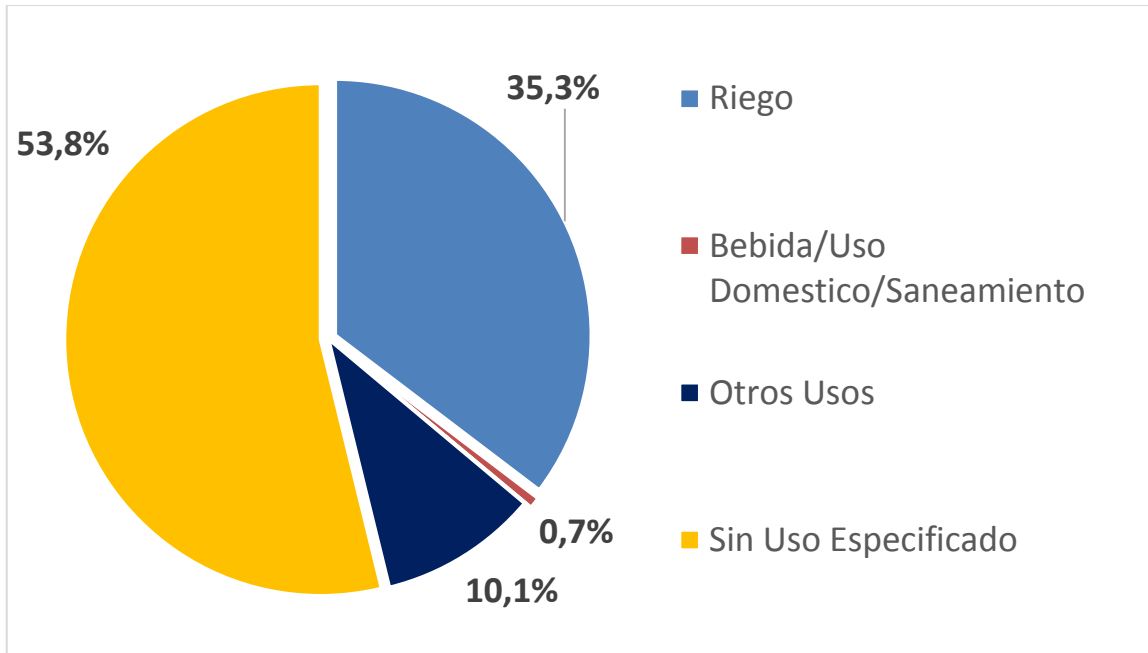
Uso del Agua	Litros/segundo	%
Energía Hidroeléctrica	1.272.458	45,9%
Uso Industrial	7.573	0,3%
Piscicultura	1.771	0,1%
Otros Usos	49.064	1,8%
Sin Uso Especificado	1.442.064	52,0%
TOTAL	2.772.930	100,0%

Fuente: elaboración propia a partir de datos DGA sobre derechos de aprovechamiento de agua en

<http://www.dga.cl>

La Figura 6 muestra la proporción de los principales usos del agua para la cuenca del río Maule, según la Tabla 6.

a)



b)

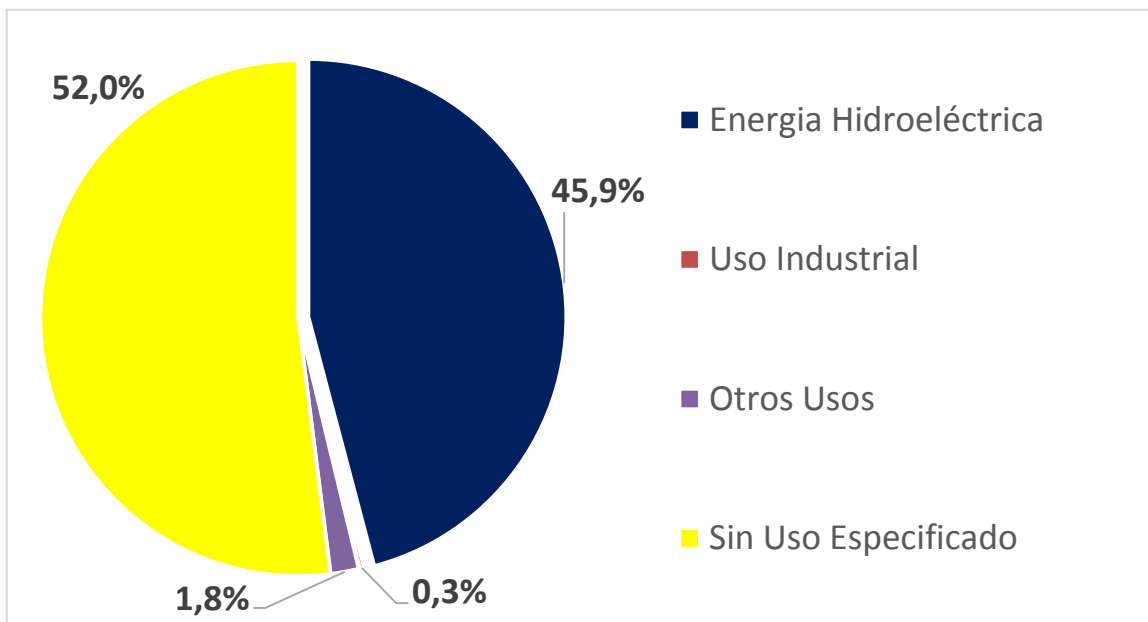


Figura 6. Porcentaje de los principales usos del agua en la cuenca del río Maule. a) derechos consuntivos y b) derechos no consuntivos.

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 7 se muestra el origen de los distintos derechos de agua otorgados. La gran mayoría de estos (92%) proviene de fuentes superficiales y corrientes (ríos, esteros, quebradas, etc.), mientras que el resto se distribuye en fuentes superficiales detenidas y aguas subterráneas.

Tabla 7. Origen del recurso según derechos concedidos para la cuenca del río Maule (en litros/segundo).

Naturaleza del Agua	Total	%
Subterránea	76.627	2,6%
Superficial y Corriente	2.688.742	92,0%
Superficial	26.548	0,9%
Superficial y Detenida	80.752	2,8%
Superficial Corrientes/Detenidas	50.000	1,7%

Fuente: elaboración propia a partir de datos DGA sobre derechos de aprovechamiento de agua en <http://www.dga.cl>.

Áreas de Interés de Protección

La Figura 7 muestra los Parques y Reservas Nacionales, sitios prioritarios para la conservación (del Ministerio del Medio Ambiente, MMA) y otras áreas protegidas o con intención de protección para la cuenca del río Maule. Los sitios referidos como IBA son Áreas importantes para la conservación de las aves por sus siglas en inglés (*Important Bird and Biodiversity Area*), declaradas por la ONG Internacional *Bird Life*. (<http://www.birdlife.org/>).

El listado completo de las áreas silvestres protegidas o con algún grado de interés de protección para la cuenca del Maule se muestra en la Tabla 8 y su ubicación dentro de la cuenca se ubica en la Figura 7.

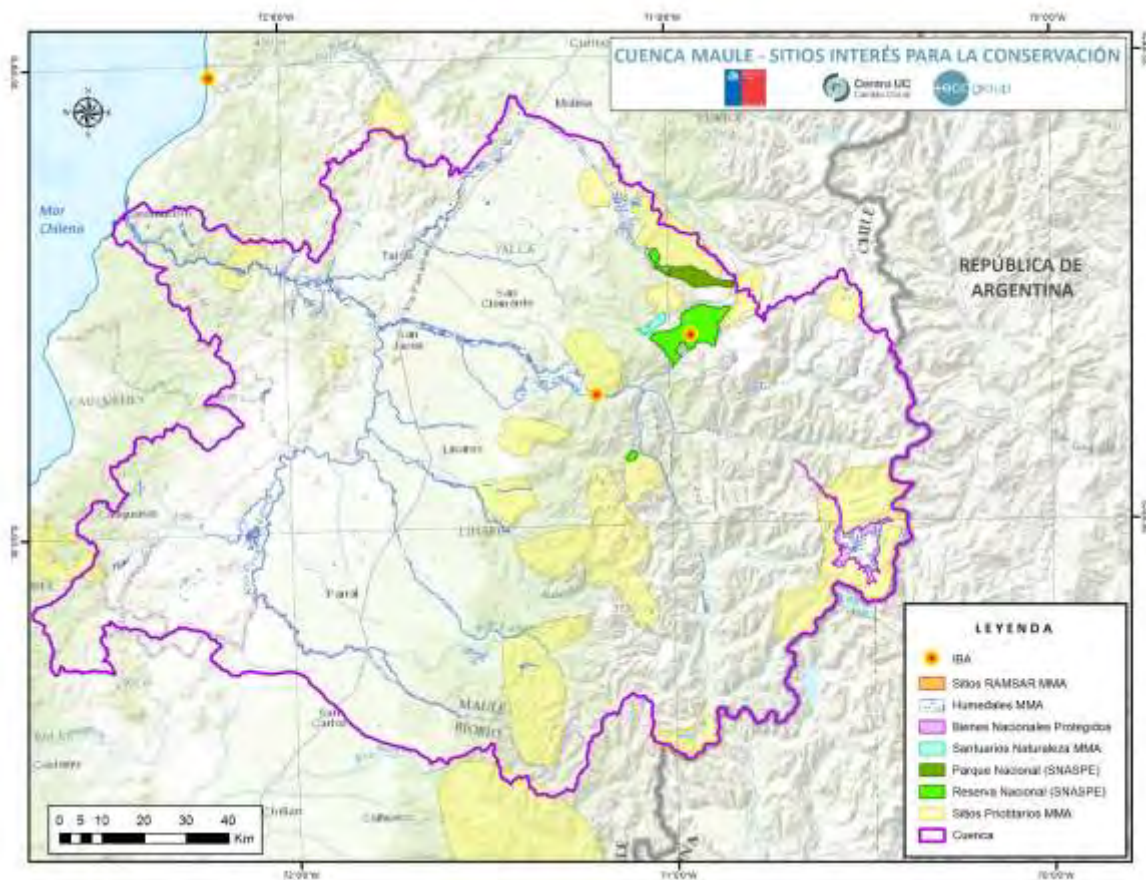


Figura 7. Sitios protegidos y con interés para la conservación en la cuenca del río Maule
Fuente: elaboración propia en base a shapes del Ministerio del Medio Ambiente (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

Tabla 8. Listado con sitios protegidos y sitios de interés para la conservación en la cuenca del río Maule

Categoría	Nombre	Superficie (ha)
Parque	Parque Nacional Radal Siete Tazas	4.145
Reserva	Reserva Nacional Altos de Lircay	11.597
Reserva	Reserva Nacional Los Bellotos	443
Reserva	Reserva Nacional Radal Siete Tazas	948
Total		17.134
Categoría	Nombre	Superficie
Sitios Prioritarios MMA	Cajón de Pejerreyes	14.697
Sitios Prioritarios	Alstroemerias de San Rafael	563
Sitios Prioritarios	Pichamán	9.608
Sitios Prioritarios	Cerros de Cumpeo	8.378
Sitios Prioritarios	Huaquén	7.741

Categoría	Nombre	Superficie (ha)
Sitios Prioritarios MMA	Lagunas Cuellar - Toro - Las Ánimas	15.678
Sitios Prioritarios MMA	Cajón de Achibueno	27.528
Sitios Prioritarios MMA	Tregualemu. Ramadil y Río Petorca	15.194
Sitios Prioritarios	Nevados de Chillán	157.422
Sitios Prioritarios	Laguna Dial	10.691
Sitios Prioritarios	Lomas de Putagán	9.702
Sitios Prioritarios MMA	Laguna del Maule - Cajón Troncoso Campanario	66.601
Sitios Prioritarios MMA	Laguna La Invernada	681
Sitios Prioritarios MMA	Unión RN Altos Lircay-Radal-Laguna Mondaca; Ampliación RN. Altos de Lircay (Corredor)	7.881
Sitios Prioritarios	Nacimiento Río Barroso	6.377
Sitios Prioritarios	Ampliación RN Los Bellotos	8.032
Sitios Prioritarios MMA	Bosques del Colorado y Bramadero	14.535
Sitios Prioritarios	Vegas de Ancoa	10.873
Sitios Prioritarios	Picazo - El Piojo	4.803
Sitios Prioritarios MMA	Agua Fría; Ampliación Reserva Radal 7 Tazas (Corredor Andino de Radal 7 Tazas-Agua Fría)	1.526
Sitios Prioritarios MMA	Matorral Esclerófilo de Vaquería	1.283
Sitios Prioritarios MMA	Humedal Relicto del Cruce Loncomilla	96
Sitios Prioritarios MMA	Bosques Nativos de Digua y Bullileo	3.136
Santuario	Predio El Morrillo	1.100
Santuario	Rocas de Constitución	108
Bienes Nacionales	Potrero Lo Aguirre	523
Bienes Nacionales	Laguna del Maule	4.858
Humedales MMA	Humedales Cuenca del Maule	40.020
IBA	Reserva Nacional Altos de Lircay	16.000
IBA	Lago Colbún	5.700
Total		531.334

Fuente: elaboración propia en base a shapes del Ministerio del Medio Ambiente (ver Anexo X: Información utilizada en construcción de OdV).

La cuenca del río Biobío se encuentra ubicada en un 72% en la Región del Biobío (Provincias de Concepción, Biobío y Ñuble) y el 28% restante en la Región de la Araucanía (provincia de Malleco). De las 30 comunas que tienen territorio dentro de la cuenca, algunas se encuentran íntegramente, otras poseen porciones significativas de territorio y/o población, otras solo una pequeña parte y en el caso de la conurbación Concepción – Talcahuano, que concentra gran cantidad de población, es más difícil determinar cuánta población reside dentro o fuera de la cuenca. La Región del Biobío, y en general la cuenca del río Biobío, presenta una alta tasa de urbanización y alta concentración de población, donde el 78% de la población es urbana, ubicándose en los principales centros poblados como Concepción, Talcahuano, Los Ángeles y Coronel (DGA, 1995).

La Tabla 9 muestra la distribución de población por comuna ubicadas dentro de la cuenca del río Biobío:

Tabla 9. Población estimada en comunas dentro de la cuenca del río Biobío

Comuna	Población estimada
Alto Biobío	6.118
Antuco	3.945
Cabrero	29.136
Chiguayante	99.036
Cobquecura	5.715
Concepción	229.017
Coronel	115.062
Florida	8.939
Hualpén	108.028
Hualqui	25.266
Laja	24.040
Los Ángeles	194.870
Lota	47.821
Mulchén	30.485
Nacimiento	28.392
Negrete	10.252
Ninhue	5.827
Ñiquén	11.665
Pinto	11.307
Quilaco	4.103
Quilleco	10.033
Quillón	16.840
Quirihue	13.419
San Carlos	53.085
San Fabián	4.044
San Pedro de La Paz	130.703
San Rosendo	3.936

Comuna	Población estimada
Santa Bárbara	12.929
Santa Juana	13.705
Talcahuano	178.052
Tucapel	14.378
Yumbel	21.596
Yungay	18.248
TOTAL	1.489.992

Fuente: INE en base a Censo 2002³

Indicadores Económicos de la Región del Biobío

Tabla 10. PIB de la Región del Biobío al año 2003

Producto Interno Bruto (PIB) (2003)		
(Millones de pesos de 1996).		
Agropecuario-silvícola	\$232.214	7%
Pesca	\$73.602	2%
Minería	\$5.738	0%
Industria manufacturera	\$1.085.081	32%
Electricidad, gas y agua	\$213.459	6%
Construcción	\$291.441	9%
Comercio	\$284.838	8%
Transporte y comunicaciones	\$237.648	7%
Servicios financieros	\$252.793	7%
Propiedad de vivienda	\$264.686	8%
Servicios personales	\$420.127	12%
Administración pública	\$113.530	3%
Menos imputaciones bancarias	-\$46.886	-1%
Total PIB	\$3.428.271	100%

Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile⁴.

Clima

El clima presente en la cuenca es el Templado Cálido con Estación Seca Corta, ya que presenta pequeñas diferencias térmicas entre el interior y el sector costero, pero por lo general las precipitaciones van en aumento a medida que se avanza en latitud. En cuanto a las

³ Instituto Nacional de Estadísticas.

http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/familias/demograficas_vitales.php.

⁴ http://siit2.bcn.cl/nuestropais/region8/indica_eco.htm

temperaturas, las oscilaciones anuales son más bajas en la costa que en el interior, debido a la influencia moderadora del mar, por ejemplo, Concepción con 11,6 °C versus Chillán con 12,8 °C. En cuanto a las variaciones pluviométricas, se presentan condiciones similares al Maule, donde en la zona de la depresión intermedia llueve un tercio aproximadamente que en la cordillera. Al igual que en el caso de la cuenca del Maule, las temperaturas disminuyen fuertemente hacia las zonas cordilleranas, permitiendo la acumulación de nieve durante la época fría y lluviosa en otoño-invierno (MOP, 2012).



Figura 9. Isoyetas e isotermas para la cuenca del Biobío

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

Características de la cuenca hidrográfica

En el caso de la cuenca del río Biobío entre sus principales afluentes por la ribera norte se encuentran los ríos Duqueco, Queuco, Pangué, Laja y Huaqui; y por su ribera sur sus principales afluentes son los ríos Bureo y Vergara. En esta cuenca es posible encontrar, además, algunos cuerpos de agua del tipo lacustre, siendo el principal de ellos la laguna del Laja, cuyo recurso hídrico es utilizado para riego y generación eléctrica en la parte alta de la subcuenca del río Laja. Se aprecia la existencia de glaciares en los sectores montañosos de Antuco y de los volcanes Copahue y Callaqui (MOP, 2012).

Tabla 11. Subcuencas DGA de la cuenca del Biobío

Código	Nombre Subcuenca	Área [km ²]
0838	Laja Bajo	1.918
0830	Río Biobío Alto (Hasta después junta río Lamín)	4.315
0839	Río Biobío Bajo	1.366
0833	Río Biobío entre río Duqueco y río Vergara	1.679
0831	Río Biobío entre río Ranquil y río Duqueco	3.625
0836	Río Biobío entre río Vergara y río Laja	2.662
0832	Río Duqueco	1.711
0837	Río Laja Alto (hasta bajo junta río Rucue)	2.750
0834	Río Renaico	1.508
0835	Ríos Malleco y Vergara	2.836

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).



Figura 10. Delimitación de las subcuencas en la cuenca del río Biobío

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

Para el caso del río Biobío, existen 71 sub-subcuencas, con tamaños que van desde los 52 km² hasta los 977 km², con un promedio de 343 km². La Tabla 12 lista todas estas unidades y su tamaño.

Tabla 12. Subsubcuencas DGA de la cuenca del Biobío

Nombre Sub-subcuenca	Área [km ²]
Desagüe Lago Laja	977
Estero Quilacoya	371
Río Biobío entre Arriba Junta río Pehuenco y Bajo río Pichipehuenco	307
Río Biobío entre Arriba Junta río Ranquil y río Lamín	555
Río Biobío entre Estero Hualqui y Desembocadura	312
Río Biobío entre Estero Pile (Calbuco) y río Duqueco	166
Río Biobío entre Estero Quilacoya y Bajo Estero Hualqui	145
Río Biobío entre río Butaco y río Queuco	304
Río Biobío entre río Duqueco, río Mulchén y río Vergara	216
Río Biobío entre río Gomero y Estero Quilacoya	238
Río Biobío entre río Guaqui y río Laja	282
Río Biobío entre río Laja y Bajo Junta río Gomero	300
Río Biobío entre río Lirquén y Bajo Estero Pile (Calbuco)	326
Río Biobío entre río Lonquimay y río Ranquil	188
Río Biobío entre río Pichipehuenco y río Lonquimay	439
Río Biobío entre río Queuco y río Lirquén	435
Río Biobío entre río Ranquil y Bajo Junta río Butaco	409
Río Biobío entre río Rucañuco y río Pehuenco	610
Río Biobío entre río Vergara y río Guaqui	71
Río Biobío Hasta Bajo Junta río Rucañuco	619
Río Bureo entre río Mulchén y río Biobío	484
Río Bureo entre río Pichibureo y río Mulchén	242
Río Bureo Hasta Bajo Estero Pichibureo	319
Río Caliboro	336
Río Claro entre Arriba Estero Coihueco y río Laja	452
Río Claro Hasta Estero Coihueco	454
Río Coihue y río Esperanza	617
Río Culenco	470
Río Duqueco entre bajo río Coreo y río Biobío	241
Río Duqueco entre Estero Cañicura y Bajo río Quilleco	283
Río Duqueco entre Estero Paulín y Bajo Estero Cañicura	289
Río Duqueco entre Estero Quilleco y río Coreo	572

Nombre Sub-subcuenca	Área [km ²]
Río Duqueco Hasta Bajo Estero Paulín	326
Río Guaqui entre río Raninco y río Biobío	343
Río Guaqui hasta río Raninco	347
Río Huequecura	342
Río Huequén	524
Río Laja entre Arriba Estero Alcapán y río Caliboro	265
Río Laja entre Desagüe Laja y río Polcura	208
Río Laja entre Estero Polcura y río Rucue	410
Río Laja entre río Caliboro y río Claro	143
Río Laja entre río Claro y río Biobío	52
Río Laja entre río Rucue y Estero Alcapán	216
Río Lamín	747
Río Lolco en junta río Villacura	366
Río Lonquimay	464
Río Malleco entre Bajo Estero Cherquenco y río Rahue	199
Río Malleco entre río Niblinto y Estero Cherquenco	179
Río Malleco entre río Rahue y río Renaico	301
Río Malleco hasta bajo junta río Niblinto	238
Río Mininco	568
Río Mulchén hasta junta río Bureo	419
Río Polcura entre Estero Blanquillo y río Laja	287
Río Polcura entre río Vallecito y Bajo Estero Blanquillo	390
Río Polcura Hasta Bajo río Vallecito (Cuatro Juntas)	237
Río Queuco entre río Niremetun y río Biobío	419
Río Queuco hasta bajo junta río Niremetun	568
Río Rahue	387
Río Raninco	315
Río Rehue entre Arriba Estero Romulhueco y río Malleco	254
Río Rehue entre Estero Lollue y Estero Romulhueco	367
Río Rehue Hasta Bajo Estero Lollue	326
Río Renaico entre río Amargo y Bajo Estero Luanrelun	225
Río Renaico entre río Luanrelun y río Mininco	158
Río Renaico entre río Mininco y río Vergara (Río Malleco)	218
Río Renaico hasta bajo junta río Amargo	339
Río Ricoiquen	218
Río Rucue	241
Río Toboleo entre Junta ríos Coihue y Esperanza y río Biobío	216

Nombre Sub-subcuenca	Área [km ²]
Río Vergara entre río Renaico y río Biobío	230
Río Villucura	290

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X:).

La Figura 11 muestra, en forma de histograma, la distribución de las sub-subcuencas que forman parte de la cuenca del río Biobío según rangos de tamaño, en km². La mayoría de estas unidades se encuentra en el rango de los 100 a los 500 km² (83%), similar a la proporción que presentaba la cuenca del río Maule.

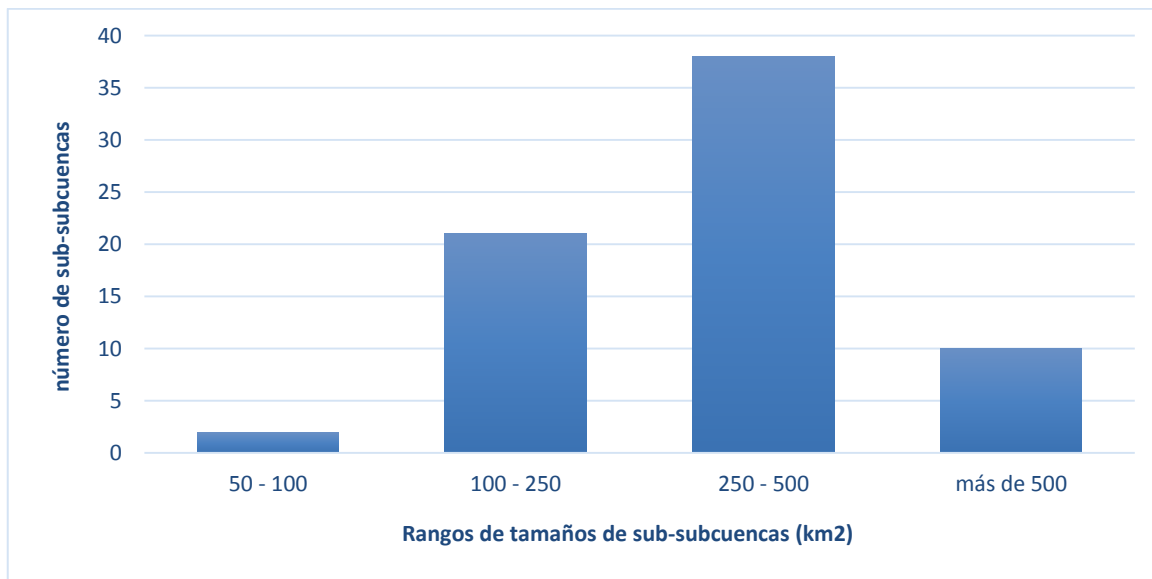


Figura 11. Distribución de tamaños de sub-subcuencas de la cuenca del Biobío.

Fuente: elaboración propia.

El principal cuerpo de agua de la cuenca del Biobío es la Laguna del Laja. Esta laguna se encuentra en la comuna de Antuco, en la VIII Región del Biobío. Se ubica en la cordillera de Los Andes, inserto en el Parque Nacional homónimo, en donde hay actividades deportivas y recreacionales, como el esquí y la pesca deportiva. En sus orillas se encuentra el volcán Antuco. Esta laguna también fue intervenida con el fin de aumentar su capacidad de almacenamiento, de manera de usar sus aguas para la generación hidroeléctrica en las centrales Abanico y El Toro en el río Laja, el cual nace en la laguna.

Tabla 13. Cuerpos de Aguas Mayores de la cuenca del río Biobío

Nombre	Superficie (Km ²)	Almacenamiento (Mm ³)
Lago Gualletué	10,6*	400*
Laguna del Laja	124**	5.582**
Laguna Los Litres		

Fuente: *Valdivinos y Parra (2006), **DGA (2016).

Estaciones de monitoreo hidroclimático

En el Anexo IV: Listado de Estaciones de Monitoreo hidroclimático por cuenca, se listan las estaciones meteorológicas, fluviométricas y de calidad del agua de la cuenca del Biobío. Estas estaciones se muestran en la Figura 12. Al igual que en el Maule, la mayoría de las estaciones de medición se ubican en la depresión intermedia, pero la cantidad de estaciones de monitoreo hidroclimático aumenta considerablemente comparado con la cuenca del Maule.

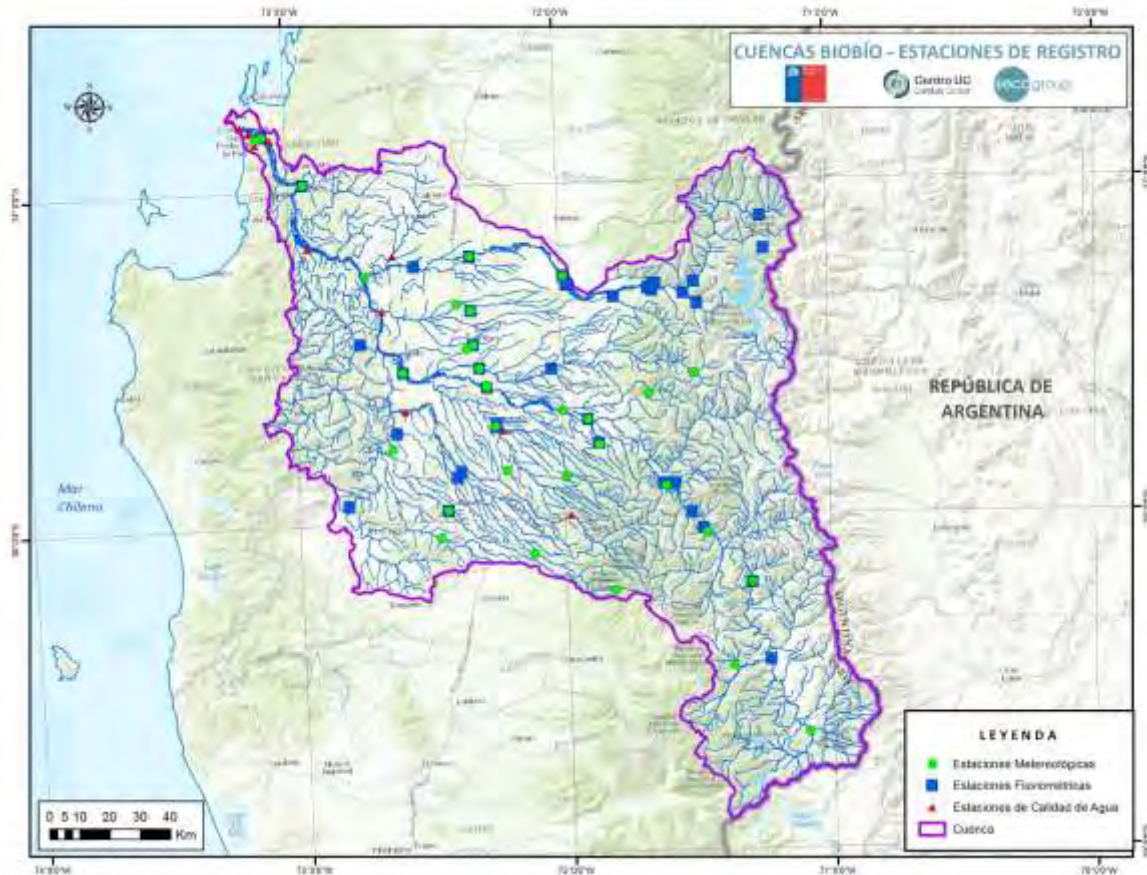


Figura 12. Ubicación de estaciones meteorológicas, fluviométricas y de calidad en la cuenca del río Biobío

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

Usos del Agua

En la Tabla 14 se muestran los derechos concedidos para la cuenca del Biobío según el catastro público de la DGA, tomando en cuenta sólo los derechos en los cuáles su unidad de medida fuera en “litros/segundo”, de igual manera que en la cuenca del Maule.

El caso de los derechos consuntivos, existen poco más de 187 mil l/s concedidos. Nuevamente el Riego es el principal uso, con un 57% del total de los consuntivos. Para los derechos no consuntivos, la Energía Hidroeléctrica es el principal uso, con más de 2,1 millones de litros por segundo concedidos (aunque nuevamente, los derechos sin uso especificado son mayores). En esta cuenca si aparecen usos llamativos, como los de Observación y Análisis, aunque en relación a los otros Usos del Agua a nivel no consuntivo, son bastante menos.

**Tabla 14. Usos del agua según derechos concedidos para la cuenca del río Biobío (en litros/segundo).
a) derechos consuntivos y b) derechos no consuntivos.**

a)

Uso del Agua	Litros/segundo	%
Riego	107.592	57,4%
Bebida/Usos Domésticos/Saneamiento	4.938	2,6%
Uso Industrial	241	0,1%
Otros Usos	180	0,1%
Sin Uso Especificado	74.492	39,7%
TOTAL	187.443	100,0%

b)

Uso del Agua	Litros/segundo	%
Energía Hidroeléctrica	2.151.740	29,8%
Para Observación y Análisis	13.552	0,2%
Otros Usos	203.167	2,8%
Sin Uso Especificado	4.862.860	67,2%
TOTAL	7.231.318	100,0%

Fuente: elaboración propia a partir de datos DGA sobre derechos de aprovechamiento de agua en <http://www.dga.cl>.

La Figura 13 muestra la proporción de los principales usos del agua para la cuenca del río Maule, según la Tabla 14.

a)

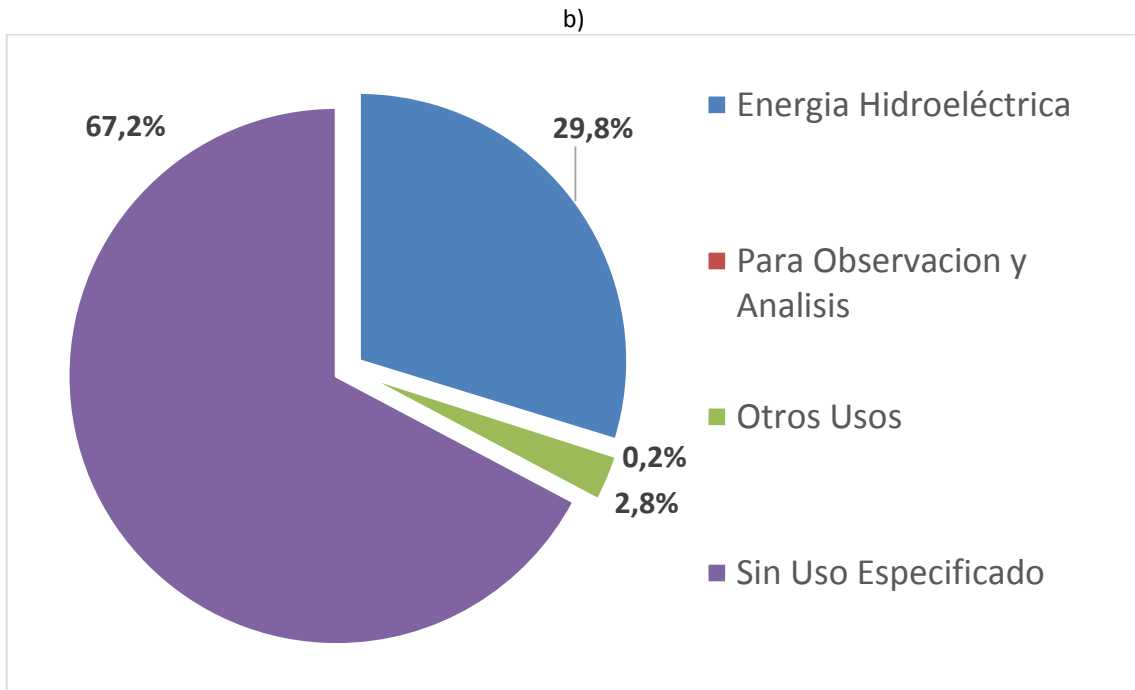
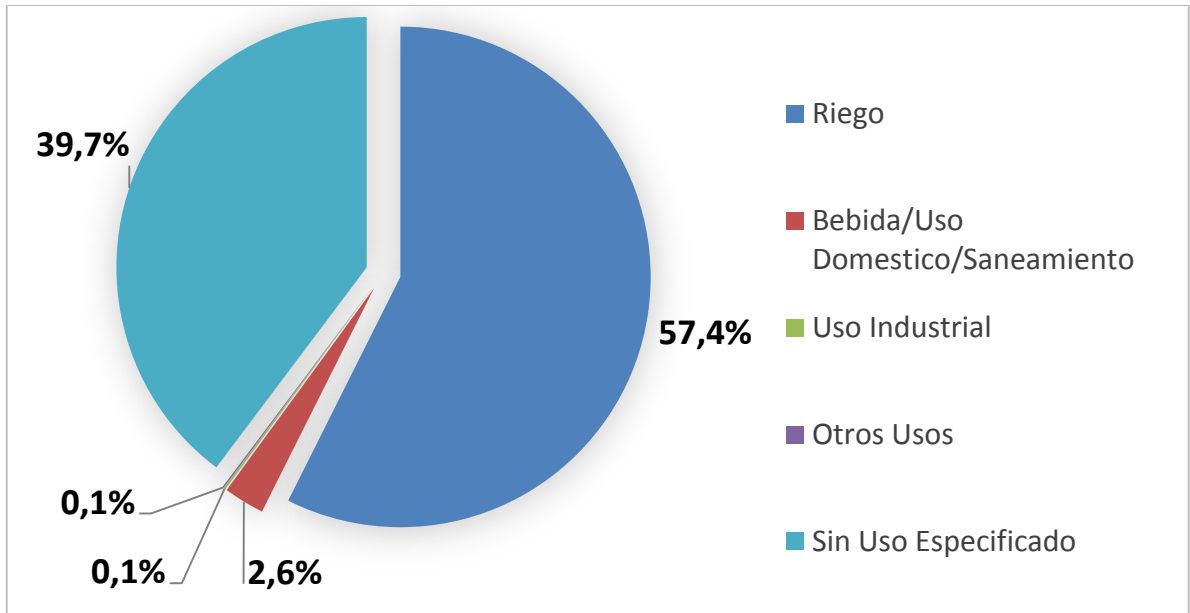


Figura 13. Porcentaje de los principales usos del agua en la cuenca del río Biobío. a) derechos consuntivos y b) derechos no consuntivos.

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 15 se muestra el origen de los distintos derechos de agua otorgados. La gran mayoría de estos (97,9%) proviene de fuentes superficiales y corrientes (ríos, esteros,

quebradas, etc.), mientras que el resto se distribuye en fuentes superficiales detenidas y aguas subterráneas.

Tabla 15. Origen del recurso según derechos concedidos para la cuenca del río Biobío (en litros/segundo).

Naturaleza del Agua	Total	%
Subterránea	9.470	0,1%
Superficial y Corriente	7.068.686	97,9%
Superficial	8.472	0,1%
Superficial y Detenida	43.540	0,6%
Superficial Corrientes/Detenidas	85.000	1,2%
Sin Naturaleza Especificada	2.599	0,0%

Fuente: elaboración propia a partir de datos DGA sobre derechos de aprovechamiento de agua en <http://www.dga.cl>.

Áreas de Interés de Protección

La Figura 14 muestra los Parques y Reservas Nacionales, sitios prioritarios para la conservación y otras áreas protegidas o con intención de protección para la cuenca del río Biobío. Los sitios referidos como IBA son Áreas importantes para la conservación de las aves por sus siglas en inglés (*Important Bird and Biodiversity Area*), declaradas por la ONG Internacional *Bird Life*. (<http://www.birdlife.org/>).

El listado completo de las áreas silvestres protegidas o con algún grado de interés de protección para la cuenca del Biobío se muestra en la Tabla 16.

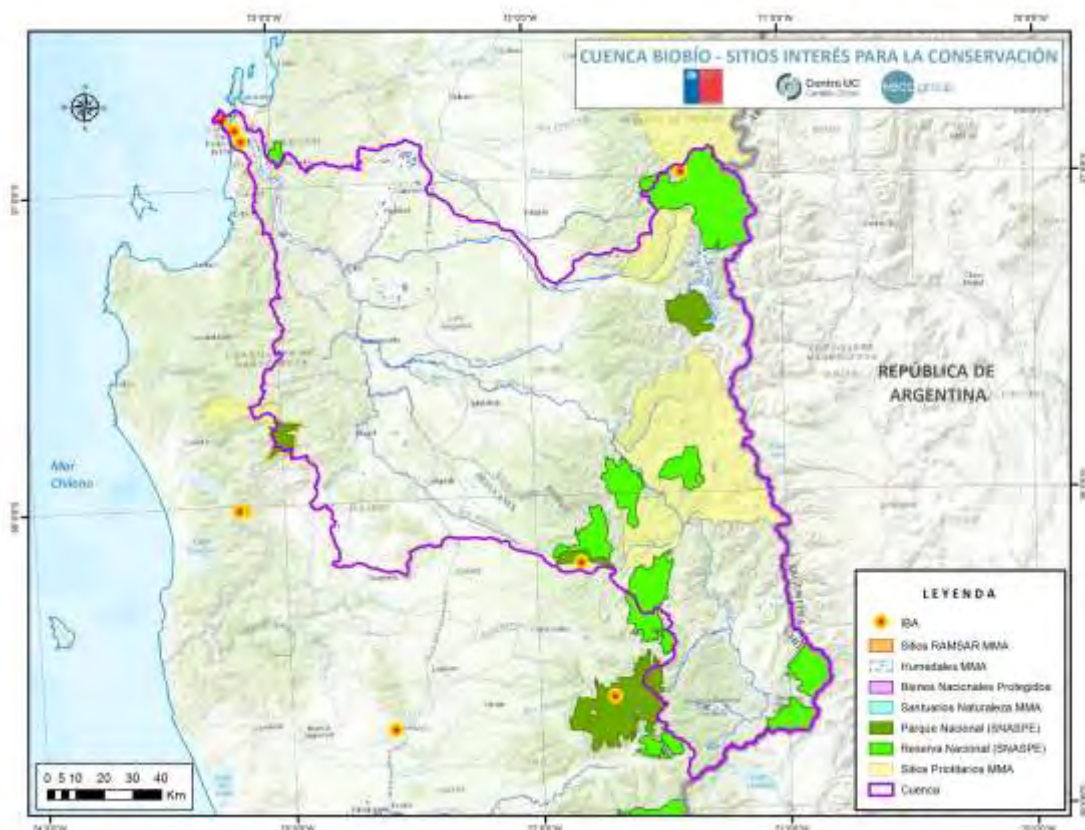


Figura 14. Sitios de protegidos y con interés para la conservación en la cuenca del río Biobío

Fuente: elaboración propia en base a shapes del Ministerio del Medio Ambiente (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

Tabla 16. Listado con sitios protegidos y sitios de interés para la conservación en la cuenca del río Biobío

Categoría	Nombre	Superficie (ha)
Parque Nacional	Parque Nacional Conguillio	58.660
Parque Nacional	Parque Nacional Laguna Laja	15.961
Parque Nacional	Parque Nacional Nahuelbuta	6.671
Parque Nacional	Parque Nacional Tolhuaca	5.708
Reserva Nacional	Reserva Nacional Alto Biobío	30.618
Reserva Nacional	Reserva Nacional Altos de Pemehue	18.364
Reserva Nacional	Reserva Nacional China Muerta	8.533
Reserva Nacional	Reserva Nacional Malalcahuello	13.655
Reserva Nacional	Reserva Nacional Malleco	16.107
Reserva Nacional	Reserva Nacional Nalcas	20.336
Reserva Nacional	Reserva Nacional Nonguen	3.036
Reserva Nacional	Reserva Nacional Ñuble	74.112
Reserva Nacional	Reserva Nacional Ralco	12.885
Total		284.646

Categoría	Nombre	Superficie (ha)
Sitios Prioritarios	Cerro Adencul	331
Sitios Prioritarios MMA	Amortiguación Nahuelbuta	4.679
Sitios Prioritarios MMA	ADI Alto del Biobío	210.691
Sitios Prioritarios MMA	Humedales Sistema Lacustre Intercomunal	1.952
Sitios Prioritarios	Fundo Nonguén	2.990
Sitios Prioritarios	Fundo Villucura	39.927
Sitios Prioritarios	Río Polcura	38.976
Sitios Prioritarios	Área Marina Hualpén	68
Sitios Prioritarios	Nevados de Chillán	157.422
Sitios Prioritarios	Quebrada Caramávida	17.966
Sitios Prioritarios	Altos de Escuadrón	159
Santuario Naturaleza	Península de Hualpén	2.338
Humedales MMA	Humedales cuenca del Biobío	38.829
IBA	Laguna Grande de San Pedro de la Paz y Humedal Los Batros	7
IBA	Desembocadura del Río Biobío	3
IBA	Corredor Biológico Nevados de Chillán-Laguna del Laja	5.600
IBA	Laguna Malleco	1
	Total	521.966

Fuente: elaboración propia en base a shapes del Ministerio del Medio Ambiente (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

Para más información sobre las características vegetacionales de la cuenca, ver el Anexo III: Formaciones Vegetacionales por cuenca.

2.1.3 Cuenca del río Toltén

Generalidades

En relación a las cuencas vecinas, la hoya andina del río Toltén es relativamente pequeña, con una extensión de 8.449 km² y una orientación general de oriente a poniente. En la cuenca alta de esta hoya existen numerosos lagos, en su mayoría de origen glacial, que se alimentan de la red de drenaje bien ramificada de la cordillera andina (DGA, 2004).



Figura 15. Delimitación de la cuenca del río Toltén y sus principales ríos y cuerpos de agua

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

Esta cuenca se encuentra totalmente incluida en la Región de la Araucanía y de la Provincia de Cautín. En su interior se encuentran total o parcialmente 20 comunas. La Tabla 17 muestra la distribución de población por comuna ubicadas dentro de la cuenca del río Toltén:

Tabla 17. Población estimada en comunas dentro de la cuenca del río Toltén.

Comuna	Población estimada
Yerbas Buenas	18.239
Angol	55.289
Collipulli	24.574
Cunco	19.047
Curacautín	17.221
Curarrehue	7.443
Ercilla	9.197
Freire	24.746

Comuna	Población estimada
Gorbea	15.684
Loncoche	23.425
Lonquimay	10.957
Los Sauces	7.847
Melipeuco	5.837
Pitrufquén	24.672
Pucón	27.680
Renaico	10.582
Teodoro Schmidt	16.163
Toltén	11.423
Traiguén	19.835
Villarrica	55.002
TOTAL	404.863

Fuente: INE en base a Censo 2002⁵

Indicadores Económicos de la Región de la Araucanía

Tabla 18. PIB de la Región de la Araucanía al año 2003.

Producto Interno Bruto (PIB) (2003)		
(Millones de pesos de 1996)		
Agropecuario-silvícola	\$147.853	16%
Pesca	\$415	0%
Minería	\$670	0%
Industria manufacturera	\$96.273	10%
Electricidad, gas y agua	\$19.601	2%
Construcción	\$115.823	12%
Comercio	\$96.224	10%
Transporte y comunicaciones	\$62.738	7%
Servicios financieros	\$71.580	8%
Propiedad de vivienda	\$111.716	12%
Servicios personales	\$167.477	18%
Administración pública	\$56.654	6%
Menos imputaciones bancarias	-\$18.575	-2%
Total PIB	\$928.449	100%

Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile⁶.

⁵ Instituto Nacional de Estadísticas.
http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/familias/demograficas_vitales.php.

Clima

El clima en esta cuenca es templado cálido lluvioso con influencia mediterránea. Se caracteriza por presentar precipitaciones a lo largo de todo el año, aunque los meses de verano presentan menor pluviosidad que los meses invernales. El mes más frío tiene una temperatura media comprendida entre 18°C y -3°C, y la media del mes más cálido supera los 10°C. Las temperaturas no sufren una gran variación por latitud, siendo la unidad térmica y lo poco significativo de las oscilaciones, una notable característica de este clima (DGA, 2004).

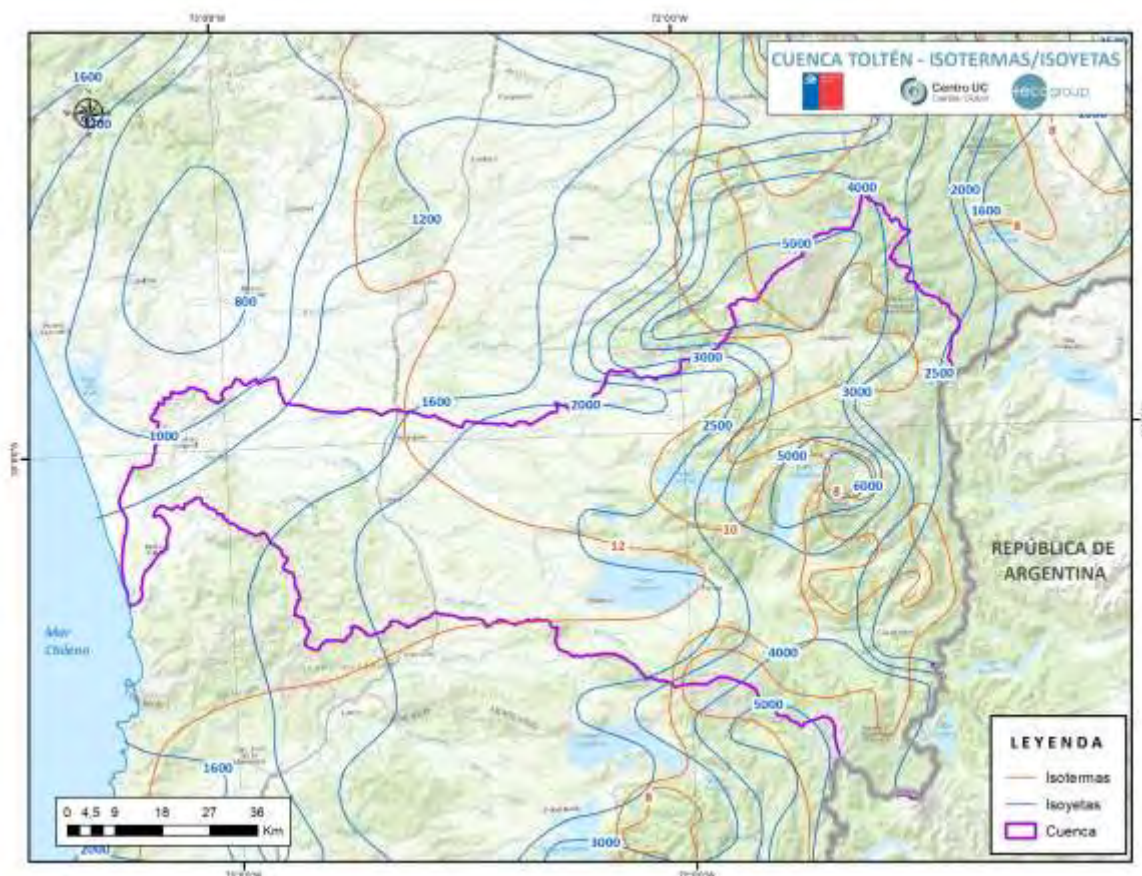


Figura 16. Isoyetas e isotermas para la cuenca del Toltén

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

Características de la cuenca hidrográfica

El río Toltén nace en el extremo poniente del lago Villarrica, donde se ubica la ciudad de este nombre, una de las más antiguas de Chile. A partir de Pitrufrquén, a unos 40 metros de su origen, el lecho es ancho, de poca pendiente y, por lo tanto, tortuoso. El río, ya engrosado con

⁶ http://siit2.bcn.cl/nuestropais/region9/indica_eco.htm

las aguas del Allipén, se divide en numerosos brazos que vuelven a juntarse dejando otras tantas islas entre sí, lo que le confiere el carácter de anastomosado. Tras 123 km, desemboca en el mar al norte de la punta Nilhue, presentando un ancho superior a 500 metros. El terremoto de 1960 produjo cambios notables en el comportamiento del bajo Toltén, quedando inundados por el mar los terrenos aledaños, lo que obligó a cambiar el pueblo de Toltén más arriba (DGA, 2004).

Su principal tributario, el Allipén, se forma cerca de Melipeuco, de la confluencia del río Trifultruful que proviene del norte con el Zahuelhue que viene del oriente. El área drenada por el río Allipén es de 2.325 km² y su longitud total, de 108 km. Por la ribera norte, el Allipén recibe varios tributarios menores y por la ribera sur, los ríos Llaima y Curaco, este último, el más importante, se alimenta del emisario del lago Colico, llamado también río Colico. Este lago, que antiguamente se llamaba Quechurehue, inicia la cadena de lagos antepuestos a la cordillera de Los Andes que se prolonga hasta el seno de Reloncaví. Tiene una extensión cercana a 60 km² y se orienta con un eje mayor E-W de 19 km (DGA, 2004).

Tabla 19. Subcuencas DGA de la cuenca del Toltén

Código	Nombre Subcuenca	Área [km²]
0942	Lago Villarrica y Toltén Alto	1.135
0940	Río Allipén	2.584
0941	Río Pucón	2.382
0943	Toltén Bajo	2.347

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).



Figura 17. Delimitación de las subcuencas en la cuenca del río Toltén.

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

Para el caso de la cuenca del río Toltén, existen solo 30 sub-subcuencas, con una dispersión menor relativa a las otras dos cuencas, pues los tamaños de las subcuencas van desde los 127 km² hasta los 561 km², con un promedio de 281 km². La Tabla 20 lista todas estas unidades y su tamaño.

Tabla 20. Sub-subcuencas DGA de la cuenca del Toltén

Nombre Sub-subcuenca	Área [km ²]
Estero Neicuf	326
Estero Quitratrue (Puyehue)	155
Lago Caburga y río Carrileufú en junta río Pucón	195
Lago Villarrica	497
Río Allipén entre Estero Cunco y río Curaco	215
Río Allipén entre río Curaco y río Toltén	339
Río Allipén entre río Llaima y Bajo Estero Cunco	335
Río Allipén entre Tres Juntas y bajo río Llaima	393

Nombre Sub-subcuenca	Área [km ²]
Río Blanco en desagüe Lago Caburga	183
Río Curaco	561
Río Donguil Bajo Junta Estero Polul	439
Río Donguil entre Estero Polul y Estero Quitratrue	131
Río Donguil entre Estero Quitratrue y río Toltén	172
Río Liucura	364
Río Mahuidanche Bajo Junta Estero Pidenco	295
Río Mahuidanche entre Estero Pidenco y río Toltén	295
Río Maichin entre Estero Cuatro M. y río Trancura	237
Río Maichin Hasta Bajo Estero Cuatro M.	252
Río Pedregoso	191
Río Pucón entre Junta Ríos Maichin y Trancura y Bajo río Cavisani	374
Río Pucón entre río Cavisani y río Curileufu	241
Río Pucón entre río Curileufu y Desembocadura Lago Villarrica	175
Río Toltén entre Desagüe Lago Villarrica y río Pedregoso	270
Río Toltén entre Estero Danquil y Estero Neicuf	127
Río Toltén entre Estero Neicuf y Desembocadura	256
Río Toltén entre río Allipén y río Donguil	151
Río Toltén entre río Pedregoso y río Allipén	177
Río Trafultraful	325
Río Trancura	361
Río Zahuelhue y río Guallerrupe	417

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

La Figura 18 muestra, en forma de histograma, la distribución de las sub-subcuencas que forman parte de la cuenca del río Toltén según rangos de tamaño, en km². La mayoría de estas sub-subcuencas se concentran nuevamente en el rango de los 100 a los 500 km², existiendo sólo una de las 30 sub-subcuencas mayores a los 500 km². Esta cuenca es la que presenta la menor dispersión entre los tamaños de sus sub-subcuencas si se compara con las cuencas del Maule y Biobío.

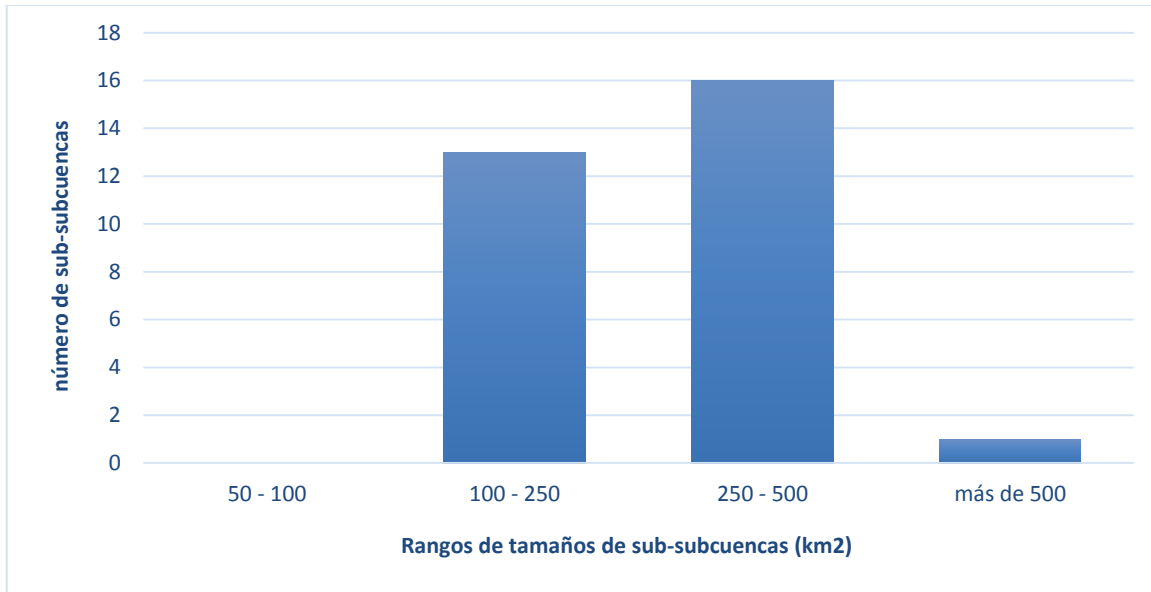


Figura 18. Distribución de tamaños de sub-subcuencas de la cuenca del Toltén

Fuente: elaboración propia.

El lago Villarrica conocido por los mapuche como Mallalafquén o Mallalavquén es uno de los más importantes del sur de Chile, con 173 km² de extensión. Es de forma elíptica, con un eje mayor E-W de 22 km y uno menor de 11 km y su espejo de agua se encuentra a 230 metros sobre el nivel del mar. Su alimentación principal le llega a través del río Pucón o Trancura, de 78 km de longitud que proviene del oriente. El tributario más importante al lago es el río Maichín, ya en su curso inferior recibe por su ribera norte al río Carrilcufú, que es el emisario del lago Caburga. Este último lago tiene la característica de contener un fiordo interior con un eje mayor N-S de 16 km y un diámetro de 4 km en promedio, siendo su espejo de agua de 52 km².

Tabla 21. Cuerpos de aguas mayores de la cuenca del río Toltén

Nombre	Área [km ²]	Almacenamiento [Mm ³]
Lago Caburga	52	8.880*
Lago Colico	51	
Lago Huilipilún	11	
Lago Villarrica	173	21.000**

*Fuente: *DGA 1998, **Butkus y Villalobos 2001.*

Estaciones de monitoreo hidroclimático

En el Anexo IV: Listado de Estaciones de Monitoreo hidroclimático por cuenca, se listan las estaciones meteorológicas, fluviométricas y de calidad del agua de la cuenca del Toltén. Estas estaciones se muestran en la Figura 19. Es importante notar que la mayoría de las estaciones de medición se ubican en la depresión intermedia y algunas en la zona de la cordillera de La Costa, pero solo unas cuentas estaciones en la zona de la cordillera de Los Andes.

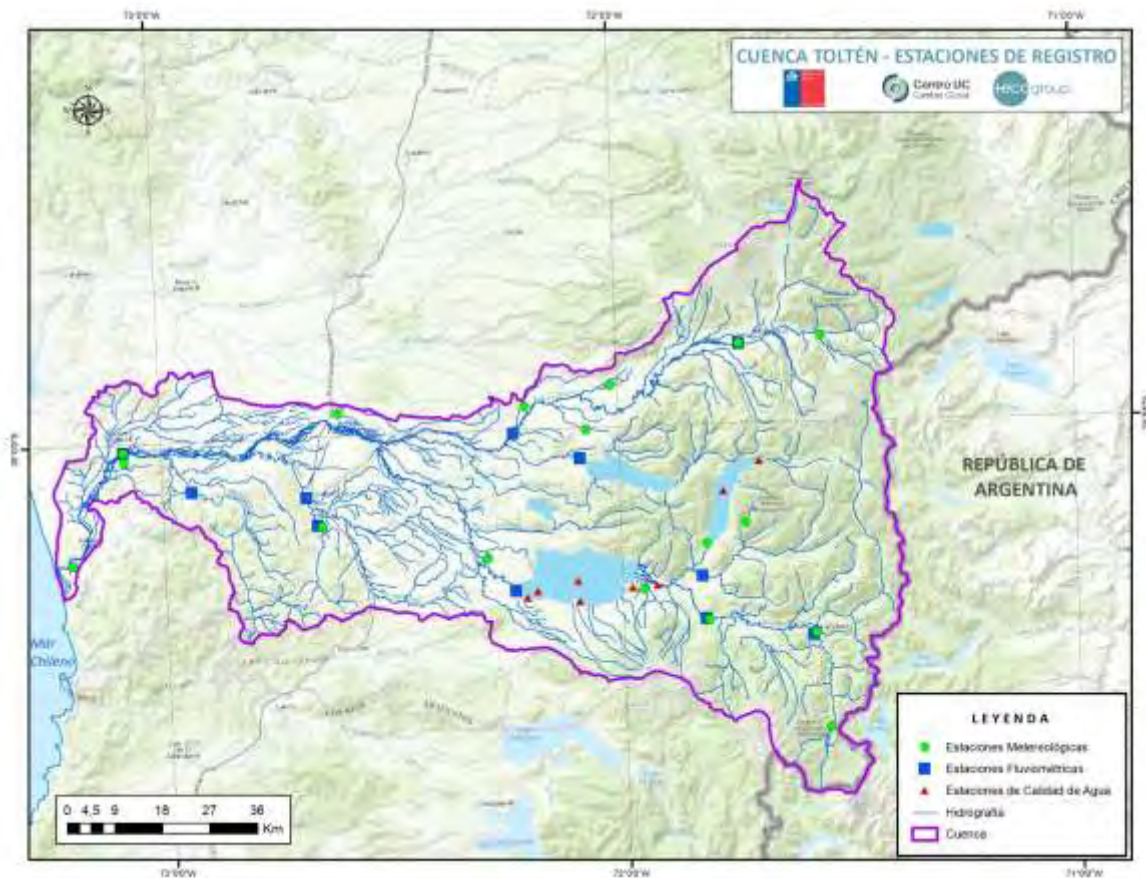


Figura 19. Ubicación de estaciones meteorológicas, fluviométricas y de calidad en la cuenca del río Toltén

Fuente: elaboración propia en base a shapes DGA (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

Usos del agua

En la Tabla 22 se muestran los derechos concedidos para la cuenca del Toltén según el catastro público de la DGA, tomando en cuenta sólo los derechos en los cuales su unidad de medida fuera en “litros/segundo”.

El caso de los derechos consuntivos, nuevamente el Riego es el principal uso declarado, pero en esta cuenca, especialmente, los derechos consuntivos sin declaración de uso específico son mayoritarios (89%). En los usos no consuntivos, la Energía Hidroeléctrica y los derechos sin uso especificados acaparan alrededor del 93% de todos los derechos de la cuenca. También existen en esta cuenca otros usos llamativos, como los de Observación y Análisis y los de Uso Medicinal.

**Tabla 22. Usos del agua según derechos concedidos para la cuenca del río Toltén (en litros/segundo).
a) derechos consuntivos y b) derechos no consuntivos.**

a)

Uso del Agua	Litros/segundo	%
Riego	9,320	7.1%
Bebida/Usos Domésticos/Saneamiento	1,577	1.2%
Piscicultura	221	0.2%
Uso Medicinal	20	0.0%
Otros Usos	3,100	2.4%
Sin Uso Especificado	117,118	89.2%
TOTAL	131,355	100.0%

b)

Uso del Agua	Litros/segundo	%
Energía Hidroeléctrica	1,209,990	41.2%
Uso Industrial	115,112	3.9%
Piscicultura	57,019	1.9%
Otros Usos	19,477	0.7%
Sin Uso Especificado	1,533,584	52.2%
TOTAL	2,935,181	100.0%

Fuente: elaboración propia a partir de datos DGA sobre derechos de aprovechamiento de agua en <http://www.dga.cl>.

La Figura 20 muestra la proporción de los principales usos del agua para la cuenca del río Toltén, según la Tabla 22.

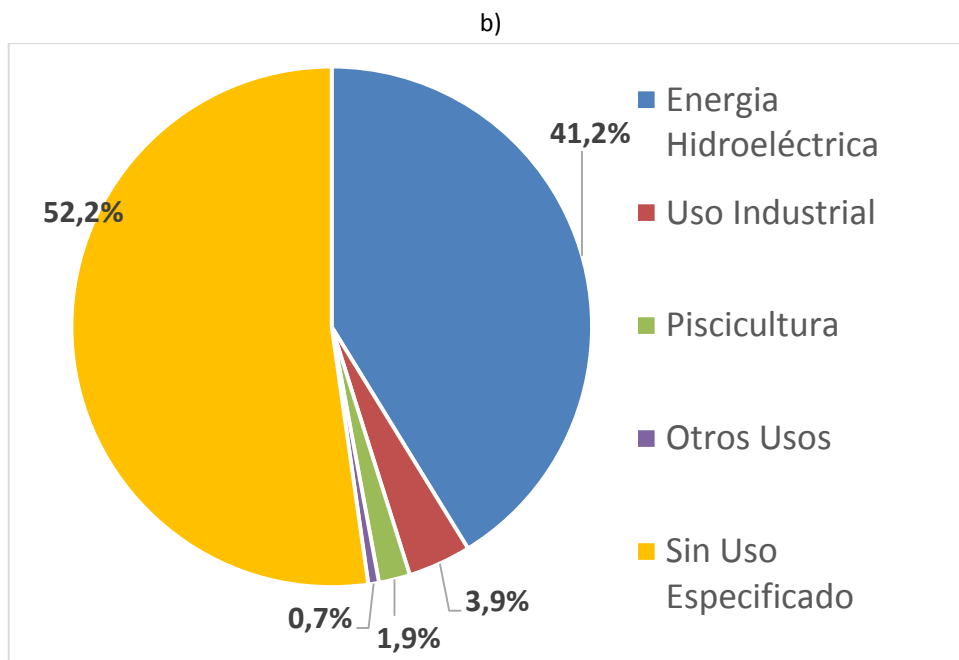
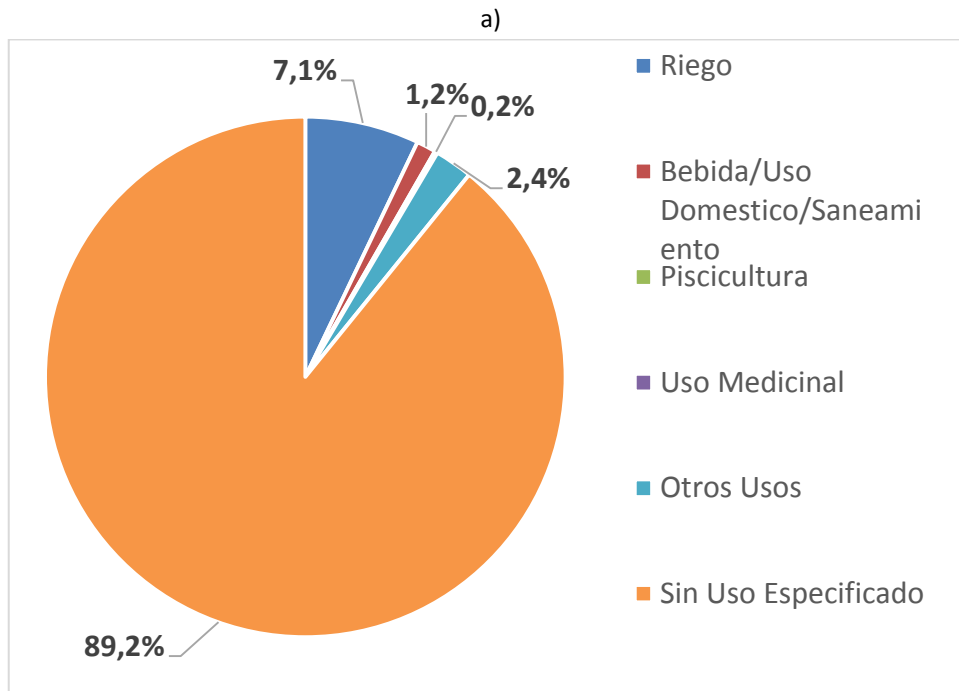


Figura 20. Porcentaje de los principales usos del agua en la cuenca del río Toltén. a) derechos consuntivos y b) derechos no consuntivos.

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 23 se muestra el origen de los distintos derechos de agua otorgados. La gran mayoría de estos (99,5%) proviene de fuentes superficiales y corrientes (ríos, esteros, quebradas, etc.), mientras que el resto se distribuye en fuentes superficiales detenidas y aguas subterráneas.

Tabla 23. Origen del recurso según derechos concedidos para la cuenca del río Toltén (en litros/segundo).

Naturaleza del Agua	Total	%
Subterránea	5.653	0,2%
Superficial y Corriente	3.050.771	99,5%
Superficial	0	0,0%
Superficial y Detenida	10.131	0,3%
Superficial Corrientes/Detenidas	0	0,0%
Sin Naturaleza Especificada	82	0,0%

Fuente: elaboración propia a partir de datos DGA sobre derechos de aprovechamiento de agua en <http://www.dga.cl>.

Áreas de Interés de Protección

La Figura 21 muestra los Parques y Reservas Nacionales, sitios prioritarios para la conservación y otras áreas protegidas o con interés de protección para la cuenca del río Toltén. Los sitios referidos como IBA son Áreas importantes para la conservación de las aves por sus siglas en inglés (*Important Bird and Biodiversity Area*), declaradas por la ONG Internacional *Bird Life*. (<http://www.birdlife.org/>).

El listado completo de las áreas silvestres protegidas o con algún grado de interés de protección para la cuenca del Toltén se muestra en la Tabla 24.

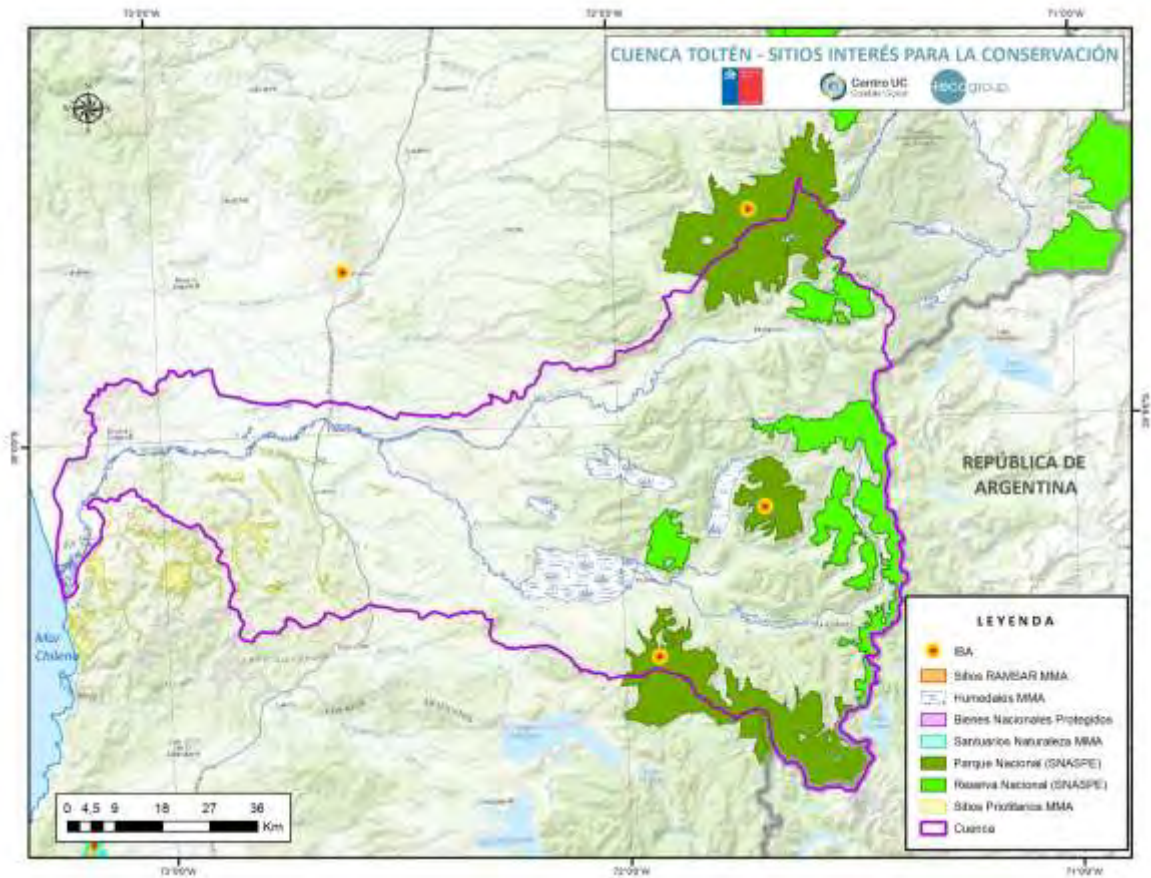


Figura 21. Sitios protegidos y de interés para la conservación en la cuenca del río Toltén
Fuente: elaboración propia en base a shapes del Ministerio del Medio Ambiente (ver Anexo X: información utilizada en la construcción de OdV).

Tabla 24. Listado con sitios protegidos y con interés para la conservación en la cuenca del río Toltén

Categoría	Nombre	Superficie (ha)
Parque	Parque Nacional Conguillío	58.660
Parque	Parque Nacional Huerquehue	11.960
Parque	Parque Nacional Villarrica	53.314
Reserva	Reserva Nacional China Muerta	8.533
Reserva	Reserva Nacional Hualafquén	44.407
Total		176.874

Categoría	Nombre	Superficie (ha)
Sitios Prioritarios MMA	Humedales de Mahuidanche	4.348
Sitios Prioritarios MMA	Humedales de Queule	9.659
Humedales MMA	Humedales Cuenca Toltén	37.505
IBA	Parque Nacional Huerquehue	12.500
IBA	Parque Nacional Villarrica	63.000
	Total	127.011

Fuente: elaboración propia en base a shapes del Ministerio del Medio Ambiente (Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

Para más información sobre las características vegetacionales de la cuenca, ver el Anexo III: Formaciones Vegetacionales por cuenca.

2.1.4 Resumen

La Tabla 25 muestra un resumen de los datos para todas las cuencas con respecto a la información recopilada para el estudio.

Tabla 25. Datos para el diagnóstico territorial por cuenca

Ítem	Maule	Biobío	Toltén
Superficie (km ²)	21.053	24.370	8.449
Bosque nativo (km ²)	2.713	859	604
Porcentaje de bosque nativo	12,9%	4,1%	7,1%
Plantaciones forestales (km ²)	2.584	790	393
Porcentaje de plantaciones forestales	12,3%	3,8%	4,7%
Número de sub-subcuencas	64	71	30
Longitud red hidrográfica DGA (km)	11.356	14.326	4.752
Número de embalses	230	93	16
Número de bocatomas	951	1.426	31
Número de centrales de pasada	16	9	7
Número de puentes	851	559	445
Número de centros urbanos	176	134	54
Número de lagos	114	67	8
Número de glaciares	153	115	88
Número de humedales	430	367	179

Fuente: elaboración propia en base a shapes Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Energía, Dirección General de Aguas, CONAF (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

2.2 Historia del desarrollo hidroeléctrico

Para efectos de lograr un diagnóstico amplio y útil para la toma de decisiones, se ha realizado un breve estudio que permite una aproximación histórica al desarrollo hidroeléctrico en las cuencas de Maule, Biobío y Toltén en perspectiva temporal. Esto es útil para lograr una comprensión de los principales procesos, actores, instituciones y conflictos asociados a la planificación y concreción de proyectos hidroeléctricos en la zona.

El estudio histórico cubre el período 1936-2015, marco temporal abarca desde la publicación del texto Política Eléctrica Chilena de 1936, elaborado entonces por un grupo de connotados ingenieros, hasta la actualidad. El análisis se realiza en tres ámbitos: políticas eléctricas, desarrollo institucional y legal, actores y conflictos.

Si bien el estudio histórico tiene como foco de análisis tres cuencas claramente definidas, hay una serie de ámbitos en donde es necesario flexibilizar el marco espacial del análisis. Las cuencas tienen una localización espacial concreta y definida, pero ciertos actores y procesos históricos permean dichas realidades geográficas, lo que hace necesario un análisis que vincule transversalmente lo local, lo nacional y lo global (Khagram, 2004), aunque siempre con la finalidad de abordar y comprender la realidad específica de las cuencas del Maule, Biobío y Toltén.

2.2.1 Políticas eléctricas

Se ha podido establecer con claridad que la primera gran política de desarrollo eléctrico se gestó, bajo el alero del Estado, a fines de la década de 1930. Con anterioridad hubo importantes regulaciones del sector eléctrico, especialmente con leyes y decretos especiales como los de 1904, 1907, 1924, 1925 y 1931. Sin embargo, no hubo necesariamente políticas ni planes de desarrollo de alcance nacional, por lo que el desarrollo hidroeléctrico inicial fue inorgánico y nació especialmente a partir del impulso de iniciativas privadas, siendo casos emblemáticos el de las centrales de Chivilingo (1897) en Lota y el del embalse Sloman en el río Loa (1904), la primera represa usada en el país para generar energía hidroeléctrica (Villalobos, 1990: 209-218).

A contar de 1939 se inició una larga etapa en la historia de la hidroelectricidad en Chile, la que estuvo caracterizada por el protagonismo del Estado en la planificación, desarrollo y regulación de la energía hidroeléctrica, especialmente en la zona centro-sur del país, donde se ubican las tres cuencas en estudio. Esta etapa se prolongó hasta fines de la década de 1980, cuando se dio inicio a la etapa que se vive hoy, caracterizada por el predominio de la empresa privada, al menos, en el desarrollo y control de la generación hidroeléctrica y el desarrollo de las redes de transmisión. Sin embargo, más allá de la caracterización general de estas grandes etapas de la

hidroelectricidad en Chile, se han podido identificar hitos o momentos significativos en materia de políticas de planificación y regulación eléctrica. Llama la atención que, en coincidencia con el crecimiento de los índices de conflictividad en torno a los proyectos hidroeléctricos a contar de inicios de la década de 1990, se hayan sucedido una cantidad importante de planes de desarrollo eléctrico en un corto período de tiempo, lo que ha restado continuidad a los mismos, más allá del afán de estos planes de perdurar en el tiempo.

A continuación, se caracterizan los elementos esenciales de las grandes políticas o contextos significativos en materia de desarrollo eléctrico nacional.

1) Debido a las necesidades de industrialización que se hicieron urgentes tras la Gran Depresión de 1929, se hizo evidente la necesidad de desarrollar energéticamente el país. Esta carencia llevó a un grupo de ingenieros liderados por Reinaldo Harnecker, a preparar un estudio denominado Política Eléctrica Chilena en 1936. En dicho estudio se proponía un plan de desarrollo de 12 años que calificaba a la electricidad no como "un objeto de comercio o lucro, sino como un artículo de primera necesidad", como un servicio "de extrema necesidad pública", que debía ser explotado "directamente por el Estado, o por particulares sometidos a una estricta reglamentación y fiscalización". El plan contemplaba la construcción inicial de centrales con sus líneas de transmisión en diversas zonas del país, abastecidas de forma independiente y el progresivo avance hacia la creación de un sistema interconectado. La Corporación de Fomento de la Producción, CORFO, creada en 1939, comenzó a diseñar la primera política eléctrica nacional siguiendo los planteamientos de los ingenieros liderados por Harnecker (Villalobos, 1990: 339-346).

2) En 1943 la CORFO comenzó sus labores con el denominado Plan de Acción Inmediata, de modo de resolver los problemas de abastecimiento eléctrico más apremiantes, especialmente en el norte del país. La primera etapa buscaba la consolidación de los sistemas regionales, la que se extendió hasta 1955. Ya en 1943 se estableció en propiedad el Plan de Electrificación del País que suponía la construcción, a través de CORFO, de centrales generadoras y líneas de distribución primaria para grandes bloques productivos (Sagredo, 2012: xxiii). Ese mismo año, se constituyó la Empresa Nacional de Electricidad S.A. (Endesa), con el fin de poder ejecutar el plan con la flexibilidad comercial que exigía el desarrollo de los ambiciosos proyectos energéticos. Hubo una continuidad con el planteamiento de los ingenieros de 1936, al punto que Reinaldo Harnecker pasó a ocupar la Gerencia Técnica de Endesa, pasando a ser más tarde su Gerente General. En los años iniciales se proyectaron una serie de centrales hidroeléctricas, dentro de las cuales destaca Abanico, que aprovechaba las aguas del río Laja y que se constituyó, a contar de 1948, en un hito del desarrollo económico de la Región del Biobío.

3) Entre 1955 y 1968 se logró desarrollar el Sistema Interconectado Central (SIC). La construcción en 1955 de la central Cipreses en la cuenca del Maule, marcó un hito de esta segunda etapa del Plan de Electrificación de Endesa porque permitió el desarrollo de los sistemas de interconexión de cobertura nacional, al quedar conectada a Santiago por la línea

Cipreses-Itahue-Cerro Navia y a Concepción, por la línea de transmisión Cipreses-Itahue-Charrúa. Con esto se dio impulso al desarrollo del SIC, el más importante y extenso de los cuatro que existen hoy.

4) En la década de 1960, dado el impulso en materia de productividad e industrialización, se dio paso a una nueva etapa en las políticas de desarrollo hidroeléctrico, a través de los proyectos de gran magnitud. Es así como la construcción de la central Rapel y su inicio de operaciones en 1968, marcó una nueva etapa en la electrificación del país dada la magnitud de las obras civiles y el desarrollo tecnológico. Con Rapel se inauguró una etapa de proyectos de gran magnitud, complementado en décadas posteriores con las obras de las centrales El Toro (1973), Antuco (1981) y otras obras mayores como las de Colbún-Machicura (1985), Pehuenche (1991), Pangué (1996) y Ralco (2004), hito de cierre de los grandes proyectos de represas hasta el momento.

5) En 1975, como parte del interés por el desarrollo de políticas energéticas se redefinieron las siete regiones eléctricas diseñadas a comienzos de la década de 1940, las que pasaron a denominarse zonas eléctricas, de modo de no generar confusión con el nuevo proyecto de regionalización en marcha. De este modo, las siete zonas eléctricas del país quedaron definidas de la siguiente manera:

- Primera Zona Eléctrica: Arica-Taltal.
- Segunda Zona Eléctrica: Chañaral-Illapel.
- Tercera Zona Eléctrica: Los Vilos-Parral.
- Cuarta Zona Eléctrica: San Carlos-Victoria.
- Quinta Zona Eléctrica: Lautaro-Canal de Chacao.
- Sexta Zona Eléctrica: Canal de Chacao-Angostura Inglesa.
- Séptima Zona Eléctrica: Angostura Inglesa-Cabo de Hornos.

En 1978 se creó la Comisión Nacional de Energía con la finalidad de elaborar y coordinar los planes del sector eléctrico, antecedente directo de la Ley General de Servicios Eléctricos de 1982, que se constituyó en un marco legal fundamental para la generación de una nueva política eléctrica en el país, que buscaba apartar al Estado del manejo la generación de hidroelectricidad, así como de otras áreas productivas y de servicios (Vergara, 2012). A partir de este momento se delineó un papel del Estado en materia de desarrollo eléctrico exclusivamente normativo y regulador, lo que dio paso al consecuente proceso de privatización del sector eléctrico, siendo la privatización de Endesa, a contar de 1987, el hito más significativo. La ley dio, entonces, libre acceso al mundo privado al negocio eléctrico en materia de generación y transmisión.

6) En 1994 se lanzó un Programa Nacional de Electrificación Rural como parte de una estrategia de superación de la pobreza, política que fue coordinada por la Comisión Nacional de Energía y que logró aumentar de forma significativa la cobertura eléctrica, especialmente en las zonas más críticas correspondientes a las regiones de Coquimbo, de la Araucanía y de Los Lagos.

7) A mediados de la década de 1990 hubo también un plan de diversificación de la matriz energética que buscó el aprovechamiento del gas argentino como combustible barato para la generación eléctrica, el que quedó trunco luego del corte del suministro de gas desde Argentina en 2004.

8) Si bien no se puede hablar de una política consistente de desarrollo eléctrico, la década del 2000 al 2010 se caracterizó por la actualización de una serie de normativas de desarrollo eléctrico. En este contexto destacan las leyes 19.940 de 2004 (Ley Corta) y 20.018 de 2005 (Ley Corta II), las que vinieron a modificar la Ley General de Servicios Eléctricos de 1982 con el objetivo de regular aspectos relacionados con la transmisión de electricidad, estableciendo incentivos para empresas de generación no convencionales y proyectos más pequeños (2004) y estimulando nuevas inversiones de generación a través de licitaciones de suministro que fueran realizadas por empresas dedicadas a la distribución (2005). La década culminó con la creación del Ministerio de Energía en febrero de 2010, el que pasó a ser responsable de las políticas, planes y normas para el desarrollo eléctrico, incluyendo también el manejo de concesiones para el desarrollo hidroeléctrico, las líneas de transmisión, las subestaciones y la distribución eléctrica. El Ministerio pasó, además, a controlar la Comisión Nacional de Energía, organismo técnico que se convirtió en el responsable del análisis de las tarifas, precios y normas técnicas, además del plan de obras.

Los cambios en las normativas se dieron en un contexto de desarrollo minero que obligaba a fomentar el sector energético. En 2006, el 33% del consumo eléctrico nacional venía del sector minero, el 28% del industrial y el 11 % del comercial. Por su parte, sólo el 16 % del consumo provenía del ámbito residencial (CONICYT, 2007: 2). Lo anterior, en un contexto de aumento progresivo de las importaciones de gas y petróleo con las que se generaba, en 2005, poco más del 40% de la energía eléctrica del país (CONICYT, 2007: 8).

9) En el año 2012 se lanzó una política energética denominada Estrategia Nacional de Energía, ENE, que se apoyaba en tres pilares fundamentales: energía limpia, segura y económica. El proyecto del gobierno buscaba acelerar la incorporación de las ERNC y potenciar el desarrollo hidroeléctrico, de modo de ir disminuyendo la participación de la generación termoeléctrica. La política se apoyaba, de modo complementario, en el crecimiento sostenido de la eficiencia energética, una mayor competitividad en el mercado eléctrico y la proyección de una carretera eléctrica de carácter público, como eje estructurador del Sistema Interconectado.

10) En la actualidad destaca la última gran política energética de largo plazo lanzada en diciembre de 2015 por el Ministerio de Energía y denominada Política Energética 2050. Ésta

busca proyectarse en el tiempo a través de la consolidación de una visión compartida con validación social, política y técnica, tendiente a lograr energía sustentable e inclusiva para la sociedad chilena. La Agenda Energía busca avanzar hacia la equidad en el acceso a la electricidad, lo que se apoya en la generación de energía limpia y en una gestión de las energías renovables, apostando también a los avances en seguridad energética y transmisión y en el cambio en las formas de consumo tendientes a la eficiencia energética.

La revisión de información en relación a las políticas eléctricas evidencia cambios significativos y profundos en las últimas dos décadas, luego de que al entrar al siglo XXI se cumpliera definitivamente con la meta de alcanzar una cobertura significativa de abastecimiento eléctrico en todo el país, cercana al 100% e incluyendo las zonas rurales. Los cambios en la planificación eléctrica se relacionan directamente con el aumento de la conflictividad en torno a los proyectos hidroeléctricos y las nuevas normativas e institucionalidad ambiental. Esto implica que, por primera vez se iniciaran planes serios de diversificación de la matriz energética al entrar al siglo XXI, lo que ha ido aparejado a otro tipo de iniciativas en materia de eficiencia energética y competitividad, de modo de bajar los costos del consumo para empresas y la ciudadanía. Al mismo tiempo, las políticas energéticas de las últimas dos décadas denotan una recuperación del protagonismo que el Estado tuvo en materia hidroeléctrica entre 1939 e inicios de la década de 1980, ya no en materia de generación, transmisión y distribución, pero sí de regulación y planificación a nivel nacional.

2.2.2 Desarrollo institucional y legal

En materia institucional hubo avances significativos a contar del DFL del 15 de mayo de 1931 que aprobó la Ley General de Servicios Eléctricos, la cual creó la oficina gubernamental de control y supervigilancia de las instalaciones eléctricas del país, que es la actual Dirección General de Servicios Eléctricos. En ese momento, predominaban las iniciativas privadas de centrales hidroeléctricas y, por tanto, la Dirección General de Servicios Eléctricos venía a regular dichas empresas por medio de una supervisión fiscal. Esta ley se mantuvo vigente hasta 1959, pero ya a fines de la década de 1930, la creación de la CORFO vino a impactar en materia hidroeléctrica al "formular un plan general de fomento de la producción nacional destinada a elevar el nivel de vida de la población mediante el aprovechamiento de las condiciones naturales del país (...)".⁷ Con la creación de la CORFO, el tema de la producción eléctrica quedó bajo control del Departamento de Energía y Combustibles, el cual tuvo como misión estudiar, determinar y dirigir los proyectos y obras de servicios eléctricos, entre ellos, la construcción de centrales hidroeléctricas comprendidas en el Plan de Electrificación Nacional que se terminó de delinear en 1943.

⁷ CORFO, Reglamento General de la Corporación de Fomento de la Producción (Santiago: Talleres Gráficos La Nación, 1939), p. 7.

A pesar de lo anterior, todo lo relativo a expropiaciones, servidumbre de terrenos y adquisiciones de bienes e instalaciones eléctricas se realizaba por medio de leyes emanadas desde el Ministerio del Interior. Inicialmente, la imposición de servidumbre a terrenos públicos y privados era competencia del Presidente de la República, sin embargo, a partir de la creación de la Dirección General de Servicios Eléctricos en 1931 es este organismo que pasó a actuar en representación del Fisco.

A partir de la década de 1950 se observa en la legislación chilena la aparición del Ministerio de Obras Públicas y Comunicación Vial como una nueva institución vinculada a los proyectos y obras destinadas a la producción de energía hidroeléctrica, a raíz de la reestructuración de la organización y obligaciones de dicho Ministerio en 1953, actuando a partir de este punto como ente coordinador en la planificación y ejecución de proyectos de obras públicas en las cuales participarán instituciones fiscales y privadas asociadas al fisco, además de empresas autónomas del Estado. Acorde al DFL 150, que define las obligaciones de dicho Ministerio, se indica que la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas y Comunicación Vial es la encargada del "estudio del mejor y más racional aprovechamiento de las aguas de los cauces naturales de uso público, con fines de obtención de energía hidroeléctrica, en relación con la construcción de obras de regadío u otras".

Años más tarde, la acción de la Junta Militar procedió a privatizar la Empresa Nacional de Electricidad, pero modificó también el marco institucional de la producción de energía del país. En una de las sesiones mantenidas por la Junta Militar, el Secretario de Legislación -Capitán de Navío Mario Duvauchelle Rodríguez- presentó un Proyecto de Decreto de Ley que proponía la creación de una Comisión Nacional de Energía, en razón de que existía entonces una legislación dispersa con un Ministerio de Minería que aplicaba ciertas normas sobre energía, el Ministerio del Interior, que normaba también aspectos de la energía eléctrica y el Ministerio de Obras Públicas, que se hacía cargo de temas hidráulicos, existiendo en muchos casos una duplicidad de funciones, lo que a juicio de los militares, impedía el establecimiento de una política nacional de energía. Todo esto llevó al establecimiento de la Comisión Nacional de Energía, institución que modificó la Ley General de Servicios Eléctricos a través del DFL 1 del Ministerio de Minería en 1982, el cual establecía que las concesiones provisorias sobre centrales hidroeléctricas habrían de ser concedidas por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles -creada por el DL N° 2.224 de 1978-, en tanto las concesiones provisionales habrían de ser entregadas por el Ministro del Interior, todo lo cual fue acompañado por un rápido proceso de privatización de las empresas energéticas estatales (Marcel, 1988).

Estas facultades se vieron modificadas a partir de la década de 1990 y la nueva institucionalidad asociada al regreso a la democracia en Chile. A partir de 1990 las concesiones definitivas y provisorias van a recaer en el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción -existente como tal desde 1960-, y desde el año 2010, en el Ministerio de Energía.

En 1997 el Ministerio de Minería promulgó un decreto que creaba un Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos, el cual se aplica -entre otros- a las centrales hidroeléctricas. La promulgación de este decreto obedeció a que el DFL N° 1 de 1982 y la Ley General de Servicios Eléctricos eran considerados incompletos y superados por los avances tecnológicos, y la inexistencia de un reglamento que definiera íntegramente las materias normadas por la Ley General de Servicios Eléctricos. El nuevo decreto estableció que las normas contenidas en el reglamento habrían de ser dictadas por el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, previa aprobación de la Comisión Nacional de Energía. En concreto, y respecto a la proyección y construcción de centrales hidroeléctricas, el decreto señalaba que las solicitudes de concesiones debían presentarse a la Superintendencia de Energía y Combustibles (perteneciente al Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción), previa autorización de las obras hidráulicas por parte de la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, manteniéndose un esquema multi-ministerial en la toma de decisiones relativas a la energía hidroeléctrica.

La creación del Ministerio de Energía en febrero de 2010 constituyó un nuevo hito en la institucionalidad del desarrollo hidroeléctrico chileno. Para efectos de organizar el territorio, se definieron originalmente seis Secretarías Regionales Ministeriales de esta cartera. En relación a las zonas que interesan en este informe, cabe señalar que las regiones del Maule, Biobío y la Araucanía -identificadas en conjunto como Zona Centro Sur- quedaron agrupadas primero dentro de una misma Secretaría Regional Ministerial, con sede en Concepción, para luego contar con su Secretarías autónomas a contar de fines de 2014. Es interesante mencionar que, en forma paralela, en enero de ese mismo año se constituyó el Ministerio de Medio Ambiente, que vino a reemplazar a la Corporación Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), creada a inicios de la década de 1990.

En un mensaje presidencial realizado en 1992, Patricio Aylwin señalaría que, a partir de las primeras imágenes de la tierra vista por el espacio, surgía una nueva conciencia sobre el entorno, y una urgencia en torno a la necesidad de conservación. En el discurso, Aylwin señalaba: "Esta visión de la Tierra nos enfrenta a una realidad que en nuestra vida diaria parecemos desconocer y negar: la existencia de un planeta con límites. La percepción nítida de las fronteras del planeta viene a subrayar la necesidad de adecuar el comportamiento de la humanidad a esos límites, que no podemos seguir vulnerando sin arriesgar la propia viabilidad de la vida futura sobre la Tierra".

Sumado a este llamado al desarrollo sustentable, Aylwin señalaba que la presión ejercida por el desarrollo económico del país había comprometido al medioambiente, siendo imperativo buscar un camino que pusiese en equilibrio la economía, naturaleza y comunidad humana.

Si bien se reconocían por entonces ciertos antecedentes de normas orientadas a la conservación, también había conciencia de que estas normas eran dispersas y, en su conjunto, carentes de practicidad al ser promulgadas en razón de la contingencia, y no por una visión

globalizante de política ambiental. Tal parece haber sido el diagnóstico que llevó a la creación de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), por medio de un Decreto Supremo del presidente Patricio Aylwin el año 1990, aunque dicha institución terminó de consolidarse recién en 1994. El carácter de esta Comisión inicial habría de ser interministerial, y sus actividades se orientarían a toda “tarea destinada al estudio, propuesta, análisis y evaluación de todas aquellas materias relacionadas con la protección y conservación del medio ambiente”. Con la creación de la CONAMA no sólo se creó un organismo centralizado que tomaba conocimiento de los diversos proyectos y normativas relacionadas con política ambiental; por medio del Decreto N° 544 de 1992, que modificó el Decreto Supremo N° 240 de 1990, se crearon Comisiones Regionales y Provinciales del Medio Ambiente, las cuales tenían “los mecanismos que permitan la adecuada participación y coordinación de las Organizaciones Sociales que existan en el respectivo nivel, todas aquellas en materias referidas al medio ambiente” . Esto da señales de reconocimiento, temprano en la década de 1990, de la importancia de los actores sociales a nivel local en materia de proyectos que afectarían el medioambiente.

El gobierno de Patricio Aylwin formuló una política ambiental que aunase todos los esfuerzos normativos disgregados existentes hasta el momento, culminando este esfuerzo en la promulgación de una Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente en los días finales de su mandato, destinada a regular “el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental”. Esta normativa viene a crear una política ambiental institucionalizada y coherente. En lo relativo a la producción de energía hidroeléctrica, esta ley señala en su artículo 10° que los proyectos afectos a esta ley, y que deben someterse a un sistema de evaluación de impacto ambiental son, entre otros, embalses; líneas de transmisión eléctrica y subestaciones; y centrales generadoras de energía. Esto implica que estos proyectos deben evaluar si presentan uno o más de una serie de efectos enumerados, entre ellos, el “Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos; localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación; alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona; alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico, y en general, los pertenecientes al patrimonio cultural” .

Uno de los puntos interesantes de destacar de dicha ley es el espacio contemplado en ella para la participación, información y acción ciudadana. Si la Ley N° 544 indicaba escuetamente la creación de organismos que mediaran entre el Estado y las organizaciones sociales del ámbito local, la Ley 19.300 dará un paso hacia adelante al establecer y definir la participación ciudadana dentro de la gestión de las políticas ambientales. La ley 19.300, impulsada por la Comisión Nacional de Medio Ambiente, estableció en sus disposiciones generales la importancia del acceso a la información y enseñanzas medioambientales, señalando que “es deber del Estado facilitar la participación ciudadana, permitir el acceso a la información

ambiental y promover campañas educativas destinadas a la protección del medio ambiente”. Adicionalmente, se señaló la importancia del proceso educativo orientado a la toma de conciencia de los problemas ambientales. El conjunto de ambos artículos de la Ley 19.300 apuntó a la consideración de las políticas medioambientales como un esfuerzo que debía ser puesto en práctica no sólo a nivel estatal, sino también a nivel de acción social. A través del Decreto Oficial N° 63 del 2010 se acaba con la Comisión Nacional del Medio Ambiente para dar lugar a la creación del Ministerio del Medio Ambiente, el cual se posicionará como continuador y sucesor legal de la CONAMA. Al mismo tiempo, la Ley 20.417 de 2010 creó la Superintendencia de Medioambiente e instaló la Evaluación Ambiental Estratégica. En la actualidad, la Política de Energía 2050 busca no sólo respetar sino asegurar el fortalecimiento de actores, organizaciones y comunidades, tanto indígenas como no indígenas, en materia de desarrollo energético. Esto, a través del registro de organizaciones, planes de información y formación de organizaciones comunitarias y el fortalecimiento organizacional de comunidades indígenas.

La interferencia entre organismos fue uno de los factores que llevó a la disolución de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y la creación del Ministerio del Medio Ambiente, puesto que la primera contaba con la participación de 13 ministerios en su proceso de toma de decisiones y elaboración de políticas medioambientales. Sin embargo, la creación del Ministerio del Medio Ambiente no significó el fin de la acción interministerial sobre temas medioambientales, ya que la creación del Servicio de Evaluación Ambiental en 2010 – dependiente de dicho Ministerio- requiere en sus procesos la participación de múltiples Ministerios, Subsecretarías y Servicios Nacionales de diversa índole, mientras que el Comité de Ministros encargado de conocer y resolver recursos de reclamación contra resoluciones de un determinado impacto ambiental están constituido por el Ministro del Medio Ambiente; de Salud; de Economía, Fomento y Turismo; de Agricultura; de Energía y de Minería.

Todo proyecto de política energética implica la confluencia de ministerios representantes de los sectores asociados a estos recursos naturales (Ministerio de Minería, Ministerio del Medio Ambiente) y Ministerio de Energía, además de otros organismos relacionados. En el encuentro entre política medioambiental y desarrollo hidroeléctrico, la acción interministerial se presencia en varias etapas. Cada proyecto hidroeléctrico superior a 3 MW de potencial hidroeléctrico debe ser sometido a un estudio de impacto ambiental bajo observación del Servicio de Evaluación Ambiental, dependiente del Ministerio del Medio Ambiente. A esta instancia acuden múltiples organismos, como Servicio Nacional de Pesca, CONAF, SERNATUR, entre otros. En este sentido, el Ministerio del Medio Ambiente conserva la acción interministerial de la CONAMA, aunque no ya en su organización central, sino en instancias de evaluación de proyectos, y conocimiento y resolución de conflictos asociados a impactos ambientales de determinados proyectos.

En relación a la institucionalidad y la participación de actores sociales es importante mencionar que, en lo fundamental, la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente no se vio modificada

por la creación del Ministerio del Medio Ambiente. Desde el período de la Comisión Nacional del Medio Ambiente los actores sociales son agentes importantes para la política ambiental, cuestión que se ha proyectado hasta el día de hoy. Tal como señaló la Ley 19.300, se crearon mecanismos “para asegurar la participación informada de la comunidad en el proceso de calificación de los Estudios de Impacto Ambiental”, como la publicación de la información esencial de los proyectos en el Diario Oficial –entre ellas, “los principales efectos ambientales y medidas de mitigación que se proponen”-, o la posibilidad de que organizaciones ciudadanas o personas naturales soliciten procesos de participación ciudadana.

Un punto interesante es el antecedente que esta normativa representa en términos de relación entre políticas ambientales y consultas indígenas que se ve, fundamentalmente, a partir de la modificación de la Ley 19.300, por la Ley 20.417. El texto actual, en su artículo 4° no sólo señala la obligación del Estado de facilitar la información medioambiental, también señala que: "Los órganos del Estado, en el ejercicio de sus competencias ambientales y en la aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, deberán propender por la adecuada conservación, desarrollo y fortalecimiento de la identidad, idiomas instituciones y tradiciones sociales y culturales de los pueblos, comunidades y personas indígenas, de conformidad a lo señalado en la ley y en los convenios internacionales ratificados por Chile y que se encuentren vigentes".

Este apartado, sumado a los anteriores sobre información y participación ciudadana evidencian que, desde la modificación a la Ley 19.300 por la 20.417 y de manera más actualizada, con la dictación del Decreto N° 40 del Ministerio del Medio Ambiente que aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de impacto Ambiental, tanto agrupaciones indígenas, como organizaciones sociales son percibidos como actores de primer orden por parte del Estado, que deben ser consultados o resguardados durante la realización de políticas ambientales o proyectos con carga ambiental.

En 1989 la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo adoptó el Convenio 169, siendo ratificado por el Congreso en Chile el año 2008⁸. El Convenio 169 señala que es tarea de los gobiernos el “asumir la responsabilidad de desarrollar, con la participación de los pueblos interesados, una acción coordinada y sistemática con miras a proteger los derechos de esos pueblos y a garantizar el respeto de su integridad”. Para efectos de los intereses del presente informe, el Convenio 169 señala en su artículo 4° que “deberán adoptarse las medidas especiales que se precisen para salvaguardar las personas, las instituciones, los bienes, el trabajo, las culturas y el medio ambiente de los pueblos interesados”, en tanto dichas medidas no resulten contrarias a los intereses de los pueblos interesados. En cuanto a la relación de los pueblos indígenas con la tierra, el convenio 169 señala que el Estado debe tomar medidas “para salvaguardar el derecho de los pueblos interesados a utilizar tierras que no estén exclusivamente ocupadas por ellos, pero a las que

⁸ Que entró en vigencia el año 2009 por la aplicación del artículo 38 N° 2 del propio Convenio.

hayan tenido tradicionalmente acceso para sus actividades tradicionales y de subsistencia”, además de “proteger especialmente los derechos de los pueblos a los recursos naturales existentes en sus tierras y a participar en la utilización, administración y conservación de dichos recursos” .

Si se revisan algunos de los episodios de conflictos sociales asociados a hidroeléctricas con presencia de comunidades indígenas, es interesante notar que los reclamos y demandas –ya sea mediante los canales institucionales o en medios de comunicación- se realizan aludiendo a la ley indígena 19.253, o al acuerdo 169 OIT. En primer lugar, debe recordarse que Chile ratificó el Convenio 169 el año 2008 y éste entró en vigencia el año 2009, año para el cual varios de los conflictos sociales e indígenas contra hidroeléctricas habían concluido. En aquellos casos en que el Convenio 169 ya se encontraba vigente, es posible encontrar alusiones al convenio en declaraciones públicas y medios de comunicación, sin embargo, en las reclamaciones realizadas en instancias de participación ciudadana en las Evaluaciones de Impacto Ambiental de los respectivos proyectos hidroeléctricos, las demandas se aferran con mayor frecuencia a los derechos contemplados en la ley indígena. Cabe suponer que la razón de diferencia respecto a las ocasiones en que es utilizado uno u otro recurso, tiene que ver con que el Convenio 169 OIT es una lista de responsabilidades que debe cumplir el gobierno mediante la generación de una institucionalidad y legislación, y no una normativa en sí misma. Por ello, sólo se podría afirmar que un determinado proyecto hidroeléctrico contraviene este convenio internacional, sin embargo, es por la ley indígena 19.253 que se podría aducir violación de la ley (Aylwin *et al.*, 2013).

Distinto al marco institucional de las hidroeléctricas, aunque vinculado a éste, es el desarrollo de los derechos de aguas en Chile. Estos derechos se encuentran regulados por la Constitución Política de Chile de 1980 y el Código de Aguas de Chile, promulgado en 1981. Lo esencial para comprender los derechos de aprovechamiento de aguas está en el artículo 5° del Código de Aguas, el cual señala que “las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a particulares el derecho de aprovechamiento de ellas”, quienes pueden usar, gozar y disponer el aprovechamiento de este recurso en conformidad con la ley, acorde a un caudal determinado por la Dirección General de Aguas. Los derechos de aprovechamiento de agua son otorgados a privados por la Dirección General de Aguas previa aprobación de la Contraloría General de la República, en tanto esta concesión no afecte a terceros ya existentes en la zona del cauce. Dado que el agua es concebida como un bien por la legislación nacional, esta debe ser inscrita en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces.

Acorde a lo señalado en un documento de trabajo de la Cámara de Diputados para la Reforma del Código de Aguas, “las políticas de gestión territorial y de recursos naturales en el país, al estar centradas en el fomento productivo y la lógica de mercado, resultan disfuncionales a la protección, uso racional y distribución equitativa de los recursos hídricos”⁹, produciendo una

⁹ Cámara de Diputados. Reforma al Código de Aguas. Boletín N. 7543-12

serie de tensiones sociales y políticas, como conflictos a causa del agua, problemas de acceso y abastecimiento, escasez hídrica, problemas en torno a los derechos de aprovechamiento del agua y la concentración de dichos derechos por parte de particulares, entre otros. Frente a tales problemas, el Código de Aguas sufrió una reforma que involucró temas como dominio y acceso al agua, protección ambiental y las atribuciones del Estado sobre este bien. Desde 1992 hasta el año 2010 se registran siete proyectos de ley para modificar el Código de Aguas, los cuales buscan reforzar el carácter de bien nacional de dominio público del agua, aunque no afectando el carácter de los derechos de aprovechamiento que recaen sobre privados. En este sentido, si bien ha habido mucho debate al respecto, se conserva -en gran medida y en lo fundamental- tal como fue promulgado en 1981.

2.3 Identificación de actores e intereses en torno al agua, una perspectiva desde los conflictos

Como se verá en el apartado 2.4 “Descripción histórica de conflictos en las cuencas” de este informe, relativo a los intereses que tiene el uso del agua en las cuencas del Maule, Biobío y Toltén, existen particularidades propias de cada cuenca que han marcado diferencias con el desarrollo hidroeléctrico y que se convierten en un marco de referencia para comprender conflictos estructurales y coyunturales en torno al uso del agua y al desarrollo hidroeléctrico. El presente capítulo se ha construido en función de identificar los principales intereses que entran en pugna por el uso de este vital elemento, con una perspectiva histórica.

Entre las condicionantes permanentes, de acuerdo a la fase anterior de este estudio, numerosas de estas variables fueron descritas y relevadas en los talleres realizados con las comunidades locales y apuntaban, fundamentalmente, a deficiencias de legitimidad y espacios de participación en la definición de políticas en torno al tema, pero especialmente en lo relativo a la evaluación y aprobación de proyectos, procesos en los que raramente quedaba cubierta y satisfecha la necesidad de participación y expresión, habitualmente de rechazo, de una ciudadanía más o menos organizada a nivel local.

Esta situación de cada proyecto hidroeléctrico aprobado y construido, no es completamente atribuible como falta a dichos proyectos, sino también a la configuración legal del proceso de evaluación ambiental y participación ciudadana y a la carencia de políticas con expresión local que fuesen efectivas en su componente participativo para involucrar a la ciudadanía en el debate sobre estos asuntos y en entregarle elementos de análisis objetivos que permitan una discusión basada en hechos.

El Gobierno de la Presidenta Bachelet ha reconocido este déficit a través de distintas carteras que impulsan iniciativas orientadas a fomentar la participación activa de la ciudadanía, pero

donde más explícitamente lo ha declarado ha sido, en palabras de la propia Presidenta de la República, al convocar a la Comisión Asesora Presidencial para el estudio de un nuevo servicio de evaluación de impacto ambiental: “Hoy, cuando se cumplen 18 años desde su puesta en marcha, se hace indispensable modernizar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Necesitamos un sistema de evaluación que nos permita procesar con eficiencia y oportunidad los proyectos que se presenten, a la luz de la nueva institucionalidad ambiental, con nuevos instrumentos regulatorios, con más participación ciudadana, y tomando en cuenta la experiencia nacional e internacional que existe en esta materia”, afirmó en la sesión inaugural de dicha comisión, concluyendo que “como Gobierno y como Estado de Chile tenemos un deber irrenunciable en materia medioambiental: vamos a actuar para que cada vez que se discutan proyectos estén sentados a la mesa todos los actores y en igualdad de condiciones. Porque un desarrollo sustentable no se logra con miradas parciales o en base a la superioridad de algún grupo sobre otro. Estamos convencidos que la protección de nuestros recursos naturales, el respeto a las comunidades y la promoción de un desarrollo armónico es la única forma de cuidar el presente y el futuro de nuestra patria”.¹⁰

Pero tal como se señalaba, estas condicionantes estructurales interactúan con fuerzas locales que cobran identidades y expresiones particulares en cada territorio pero que obedecen a intereses y dinámicas relativamente estables y que se expresan con regularidad en cada situación de conflictividad socio ambiental.

Para efectos de este estudio, se han identificado tres intereses de los territorios que históricamente se ven asociados a conflictos con la hidroelectricidad. Estos elementos engloban a la mayoría de los conflictos puntuales o coyunturales en torno al desarrollo de proyectos de hidroelectricidad en las cuencas en estudio. Estos intereses son: activismo ambiental, disputa del agua con otros sectores productivos y defensa territorial de la cultura indígena.

2.3.1 Activismo ambiental

La presencia local de activismo ambiental o de intereses de preservación en determinadas zonas, donde también hay alto interés de desarrollo hidroeléctrico, puede ser determinante en la generación de situaciones de conflicto asociados a este tipo de proyectos.

En la mayor parte de las cuencas se han asentado, legítimamente por cierto, grupos ambientales, comités ambientales locales o representación de Organizaciones No Gubernamentales (ONG) de interés ambiental o de conservación, nacionales e internacionales

¹⁰ Sitio web del gobierno de Chile. Abril 2015 <http://www.gob.cl/2015/04/15/mandataria-firma-decreto-que-crea-la-comision-asesora-presidencial-para-el-estudio-de-un-nuevo-sistema-de-evaluacion-de-impacto-ambiental-seia/>

y en general y en parte importante, a raíz de su trabajo, se ha configurado localmente una sensibilidad mucho mayor respecto de la valorización de los ecosistemas locales a partir de una comprensión mayor de su riqueza y biodiversidad. Esta sensibilidad es hoy parte de un proceso transversal que tiene expresiones locales y que hace que el interés por preservar los ecosistemas esté anidado no sólo en activistas ambientales sino también, al menos en el discurso, en una mayoría importante de la ciudadanía en los distintos territorios.

En este punto, el aporte que han hecho estos sectores orientados a preservar elementos valiosos de índole ambiental ha sido relevante, en cuanto han contribuido a generar elementos de diálogo y de análisis basados en datos, en muchos casos contruidos localmente y que posibilitan que las comunidades sostengan diálogos críticos y fundamentados con los proyectos o con iniciativas gubernamentales y que se articulen localmente contrapartes capaces en términos de comprender y articular críticas técnicamente consistentes en torno a los proyectos de energía en general.

Esto ha hecho que se dé una necesaria sofisticación del diálogo entre los actores en el aspecto técnico, teniendo los proyectos que mejorar sus medidas de compensación y mitigación en temáticas ambientales, al estar expuestos a una comunidad crítica que no se satisface ya con medidas estándares o que no resuelvan desde lo técnico los impactos que los proyectos tienen.

En este aspecto, el SEIA ha ido también complejizando sus mecanismos de evaluación entendiendo que se enfrenta a una comunidad más exigente e informada y que requiere más y mejores medidas para abordar los impactos de los proyectos.

Sin embargo, este proceso se ha dado con un desfase entre el aumento de la capacidad de las comunidades por articular discursos técnicos críticos desde lo ambiental en torno a los proyectos y la capacidad de los mismos y de la institucionalidad, de responder adecuadamente. En muchos casos, las comunidades sienten que sus objeciones no quedan respondidas a satisfacción, en parte porque el estándar con que las comunidades visualizan estos temas es distinto –más exigente– que la regulación ambiental vigente.

Es necesario plantear que, si bien estas articulaciones en torno a valores ambientales han contribuido a complejizar el debate en estas materias y a empoderar a las comunidades locales en aspectos que revalorizan sus ecosistemas y les ayudan a comprenderlos mejor, este proceso no es neutro ni tiene *per se* una pretensión académica. Por el contrario, es un proceso que puede apuntar a elementos que van más allá de los aspectos técnicos de un proyecto, por ejemplo, rechazo al sistema económico vigente, que puede ir desde un rechazo total hasta la aceptación con condiciones. En esta situación, hay ocasiones en que el aporte del movimiento ambiental puede perder un perfil claro en la escala local, y podría producirse una instrumentalización de temas ambientales cuando el motivo del rechazo a un proyecto hidroeléctrico en realidad es otro y la posibilidad de sostener diálogos de índole técnica sobre los mismos, se dificulta o definitivamente se pierde.

Un aspecto que también caracteriza a este interés ambiental es que posee una alta vinculación con otras redes similares tanto a nivel nacional como internacional, lo que implica que, a veces, pueden recibir apoyo técnico para analizar determinado proyecto de parte de especialistas de gran nivel, que en algún tema específico pueden sobrepasar las capacidades disponibles localmente o las que tengan los consultores ambientales o el mismo SEIA. Cabe señalar que, esta desigualdad de capacidades técnicas entre todos los actores que son partícipes del desarrollo de un proyecto (incluida su observación), es una limitante para lograr mejores proyectos, ya que los debates o discusiones serían de otro nivel si la comunidad estuviera técnicamente mejor preparada o si los municipios tuvieran más tiempo y mejores especialistas, por ejemplo.

Otra expresión, menos técnica pero más manifiesta de esta articulación en redes, es la capacidad de masificar una causa local a un nivel de mayor alcance, por lo que hoy un conflicto en cualquier zona rural de la Patagonia o del país, es susceptible de ser tema nacional o internacional a partir de estas conexiones que activan ayudas que pueden ir desde fondos internacionales hasta apoyos simbólicos, pero potentes, de artistas internacionales y nacionales.

En general, estos grupos tienen una acción pacífica, activamente movilizados y habitualmente propensa a manifestaciones públicas y virtuales para visibilizar un conflicto, pero enmarcada en los marcos institucionales vigentes y presentan un alto nivel de discusión técnica, lo que a menudo contribuye a una mejor evaluación ambiental de los proyectos, haciendo a que ésta sea más rigurosa y exhaustiva.

2.3.2 Disputa del agua con otros sectores productivos

Si el asunto clave en el eje anteriormente analizado era la valoración de los ecosistemas locales, acá se suma la óptica productiva, por lo que ya no se habla sólo de los ecosistemas locales sino de la disponibilidad de recursos naturales en determinado territorio y la disputa que se da en torno a su uso.

El contexto de cambio climático como trasfondo de todos estos procesos, ha acentuado la disputa por ciertos recursos naturales. En el caso de las cuencas analizadas, la escasez hídrica ha hecho que la disponibilidad de agua sea un punto álgido en muchos territorios y que industrias que habitualmente coexistían, hoy tengan disputas relevantes en torno al uso del vital elemento.

Particularmente claro es este fenómeno en la cuenca del Maule, en donde las actividades productivas relacionadas con el agua son relevantes, como la actividad agrícola que es importante para la economía local. Los agricultores han organizado y regulado el consumo de agua a partir de organizaciones de usuarios de agua, con arreglo a la ley, lo que ha permitido

ordenar su uso y consumo. Esa lógica ha convivido en las últimas décadas con la de los derechos no consuntivos para el aprovechamiento del agua, sin embargo, el contexto de escasez hídrica ha provocado que esta convivencia se vea tensionada no sólo por la cantidad de agua en uso, sino también por la temporalidad con la que ésta se utiliza, donde puede haber un desfase entre las necesidades de agua de los agricultores y canalistas y las necesidades de generación de centrales de pasada, por ejemplo.

Es un campo controversial y aun cuando hay ejemplos de acuerdos interesantes entre canalistas y desarrolladores hidroeléctricos que apuntan a armonizar ambos usos, hay una cantidad importante de agricultores, canalistas y usuarios del agua en general (comités de agua potable rural, propietarios de emprendimientos turísticos en las riberas de los ríos, entre otros), que conforman un bloque crítico contra los proyectos hidroeléctricos porque ven en ellos amenaza directa a su productividad y competitividad. Este punto se ejemplifica en la descripción de la situación que sostienen regantes y Endesa, en el capítulo 2.2.4.1.

La presencia de otros intereses productivos diferentes de la hidroelectricidad y, en particular, el turismo, también es una situación que puede generar conflictos en torno al desarrollo hidroeléctrico. Esto se gatilla en las comunas con potencial turístico, frecuentemente ubicadas en las partes altas de la cuenca, zonas donde confluyen una gran belleza escénica y un importante potencial hidroeléctrico.

A este respecto, hay una distinción entre los territorios que aspiran a desarrollarse en base al turismo donde la actividad aún es incipiente, de aquellos donde el turismo está en mayor crecimiento, con actores fortalecidos y organizados, como es el caso de Curacautín y Lonquimay, donde las cámaras de turismo y empresarios particulares son actores que se oponen a los proyectos hidroeléctricos, contribuyendo, en muchos casos, con recursos, ideas, capacidades logísticas y de gestión local a gestionar esta oposición, por considerar que atentan contra la vocación productiva de su territorio.

En lugares donde la vocación turística ya está plenamente desarrollada y constituye el eje productivo local, como es el caso del destino turístico Pucón–Curarrehue, existe una red amplia de apoyo y confluencia entre actores ambientales y empresariales formando un bloque de oposición a los proyectos de hidroelectricidad. Cabe señalar que estos grupos buscan canales de incidencia y movilización a través de las redes sociales, la prensa y otros medios.

Respecto de la disputa por el agua entre agricultores y centrales de pasada, se puede señalar que un punto central del asunto es la disponibilidad del recurso hídrico, tanto en cantidad como en temporalidad. La operación de las compuertas de los canales se gestiona en función de las necesidades de generación eléctrica que este negocio presente, lo que suele tener un desfase importante con las necesidades de regadío de los agricultores, por lo que a menudo la demanda que éstos plantean es recuperar el control de las compuertas para reajustar el uso del agua a sus necesidades.

La instalación sucesiva de centrales ha generado también que el caudal ecológico en algunos tramos sea “lo normal” del río y no la excepción. En los años secos que se han experimentado en la última década esta situación ha sido más notoria y los agricultores aducen pérdidas económicas importantes en su producción e incluso en la salud de sus animales.

En estos casos, su oposición a proyectos hidroeléctricos no es basada en una mirada crítica sobre la generación eléctrica en general, sino más bien por las cláusulas de los contratos que establecen condiciones ventajosas para la generación eléctrica en desmedro de los regantes.

2.3.3 Defensa territorial de la cultura indígena

El denominado conflicto mapuche es un conflicto intercultural entre una parte importante del pueblo mapuche, el Estado chileno y actores privados. Este conflicto de antigua data, tiene en los últimos 30 años una tendencia en espiral e incremental, que ha ido generando un sinnúmero de frentes. Se dan, básicamente, dos tipos de pugnas: las legales (a través del orden institucional, los tribunales, vía administrativa, etc.) y la resistencia de hecho, que puede llegar hasta acciones de violencia.

Con independencia de los aspectos judiciales de estos hechos, que también son materia de intensa controversia, la situación de conflicto se ha convertido en crónica y consistente en el tiempo, afectando la cotidianeidad de las zonas donde estos eventos ocurren, principalmente en las regiones del Biobío y de La Araucanía. Su efecto político y social es la generación de un clima de resistencia a proyectos, particularmente, los asociados a la industria forestal-maderera y a la hidroelectricidad.

Este conflicto basal actúa como marco en el cual se insertan otros conflictos particulares y determina también las dinámicas y claves de interpretación con las que son leídas las conductas de los actores en el territorio. Por lo mismo, aun cuando los desarrolladores de un proyecto sean nuevos en un territorio o su intención no tenga relación con estas antiguas disputas, su actuar será leído e interpretado a nivel local con estas claves interpretativas, de una fuerte desconfianza, rechazo y desde el descrédito de la institucionalidad. Esto refuerza la construcción de la identidad por oposición de algunas personas, ya que el rechazo a estas iniciativas de desarrollo, terminan influyendo fuertemente en la determinación del “quién es”, lo que, si bien es una legítima manera de construir y entender la identidad, tiende a exacerbar los aspectos diferenciadores y a profundizar las brechas de entendimiento.

Para tratar de entender las razones de esto, se cita a la Federación Internacional de Derechos Humanos ¹¹(FIDH, 2006), que señala: “A diferencia de muchos otros países, la desposesión de las tierras indígenas en el sur de Chile no es sólo un producto del despojo colonial, sino que deriva en la mayoría de los casos del funcionamiento de mecanismos jurídicos promovidos por el Estado chileno hasta el umbral mismo de la transición democrática en el país. El marco jurídico e institucional sobre los derechos indígenas, definido a principios de la transición democrática y todavía operativo en Chile, se ha mostrado claramente insuficiente para reparar las consecuencias de la desposesión de las tierras, incluyendo los legados recientes del régimen militar. Asimismo, este marco se ha mostrado ineficaz a la hora de frenar o amortiguar los distintos procesos que actualmente inciden en la integridad y la sostenibilidad económica y ecológica de los territorios indígenas. A ello se le une la puesta en marcha de políticas públicas, incluyendo el fomento a la economía forestal de exportación, el estímulo a la industria turística o la construcción de infraestructuras, que han entrado en conflicto con los objetivos de respeto a la integridad cultural, participación, protección de tierras y desarrollo de los pueblos indígenas consagrados en la legislación chilena, objetivos que en muchas ocasiones se han visto marginados”.

Bajo ese marco, opera un segundo nivel de conflictividad que conforma una matriz basada en la distinción entre tierra y territorio que existe para los pueblos originarios, en particular del pueblo mapuche, y que es reconocida por el derecho internacional y la jurisprudencia nacional cada vez con mayor consistencia. En este nivel se dan dos ámbitos de disputa:

1. Las disputas territoriales en sí mismas, como una lucha general que constituye una de las mayores reivindicaciones del pueblo mapuche desde comienzos del siglo XX y que, como prueba de ello, fue un tema fuertemente recogido en la redacción de la Ley Indígena, en la que se pone un fuerte énfasis en tierras y aguas, a través del fondo de tierras y aguas que financia una de las principales políticas de restitución de tierras de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).
2. Las disputas en torno a las aguas reivindicadas por los pueblos originarios, dado que en el actual Código de Aguas, de 1981, se introdujeron reformas en cómo puede utilizarse el agua. El derecho de aprovechamiento de aguas se ha escindido del derecho de propiedad de la tierra, pudiendo ser adjudicadas a terceros, quienes pueden transarlos, creándose un mercado de derechos de agua que puede tener un fuerte componente especulativo (personas que adquirieron esos derechos para esperar que el precio suba y transarlos en ese momento, sin que tengan un interés concreto en algún desarrollo particular).

¹¹ La FIDH (Federación Internacional de Derechos Humanos) es una ONG internacional de defensa de los derechos humanos, que agrupa a 178 organizaciones nacionales de derechos humanos de 120 países. Cabe señalar que no es un Organismo que represente a las Naciones Unidas y que no tiene sede en Chile, sino organismos asociados (Observatorio Ciudadano y CODEPU).

Desde el punto de vista indígena y, en particular, el punto de vista mapuche, ésta es una dificultad difícil de asimilar e incluso de conceptualizar e incorporar dentro de su matriz cultural por que como señalan Grebe *et al.* (1972) “Existe una divergencia cultural entre la cosmovisión mapuche y aquella de la sociedad chilena. Para ellos, lo profano y lo sagrado se yuxtaponen en la matriz terrestre; para nosotros, lo profano y lo sagrado constituyen dos niveles que se escinden analíticamente”¹².

Esto se expresa, concretamente, en que “la tierra posee carácter sagrado, y el mapuche se ubica en su centro. De esta idea se desprende un concepto etnocéntrico del cosmos y de la posición del mapuche en él. Ellos son los hombres destinados por los dioses a vivir en un territorio determinado”^{13, 14}.

Estas nociones, si bien presentan particularidades, son más o menos comunes a muchos grupos indígenas y están incorporadas por el derecho internacional dentro de las prerrogativas que se aplican a la población indígena como derechos especiales. Así, los derechos de propiedad de los pueblos indígenas sobre sus tierras y recursos han llegado a ser reconocidos en el ámbito del derecho internacional y a través de la suscripción de pactos y acuerdos internacionales, han sido reconocidos también en la legislación nacional. El artículo 14 del Convenio Nº 169 sobre los pueblos indígenas y tribales en países independientes, establece que:

- 1) “Deberá reconocerse a los pueblos interesados el derecho de propiedad y de posesión sobre las tierras que tradicionalmente ocupan. Además, en los casos apropiados, deberán tomarse medidas para salvaguardar el derecho de los pueblos interesados a utilizar tierras que no estén exclusivamente ocupadas por ellos, pero a las que hayan tenido tradicionalmente acceso para sus actividades tradicionales y de subsistencia. A este respecto, deberá prestarse particular atención a la situación de los pueblos nómadas y de los agricultores itinerantes”.
- 2) “Los gobiernos deberán tomar las medidas que sean necesarias para determinar las tierras que los pueblos interesados ocupan tradicionalmente y garantizar la protección efectiva de sus derechos de propiedad y posesión”.

La Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas (2007) afirma los derechos de los pueblos indígenas a sus territorios ancestrales (art. 26) y la

¹³ Idem

¹⁴ Más detalles de la Cosmovisión Mapuche se encuentra en capítulos posteriores de este informe (Capítulo V)

reparación por medios que pueden incluir la restitución o una indemnización justa “por las tierras que tradicionalmente hayan poseído u ocupado o utilizado de otra forma y que hayan sido confiscados, tomados, ocupados, utilizados o dañados sin su consentimiento libre, previo e informado” (art. 28).

El Estado chileno reconoce que los indígenas de Chile son los descendientes de las agrupaciones humanas que existen en el territorio nacional desde tiempos precolombinos, que conservan manifestaciones étnicas y culturales propias, siendo para ellos la tierra el fundamento principal de su existencia y cultura¹⁵. Así lo expresa el párrafo inicial de la Ley Indígena, principal documento normativo que regula estos asuntos. Aunque esta ley es tímida en reconocer estos derechos, estos quedan integrados con mucha fuerza al ordenamiento jurídico chileno a partir de la ratificación del convenio 169 de Organización Internacional del Trabajo (OIT). En este sentido, aun cuando no es muy abundante, existen algunos fallos de tribunales chilenos que reconocen el derecho al territorio y que han implicado relativizar el derecho de propiedad del propietario no indígena sobre un territorio determinado. Es el caso de la Machi Francisca Linconao (Causa Rol 1773-2009 de la Corte de Apelaciones de Temuco), donde la Corte consideró que había una afectación al territorio indígena, por el hecho de que se secaran unos Menoko –o manantiales-, emplazados en el predio vecino (de propiedad de una empresa Forestal) al de la Autoridad Tradicional, decretando que con ello se afectaba la práctica de la medicina tradicional mapuche. Otro caso que puede mencionarse es el de la Comunidad Mapuche Huilliche Pepiukelen contra la pesquera Fjordos Ltda. (Causa Rol 36-2010 de la Corte de Apelaciones de Puerto Montt), donde la Corte señaló en su Considerando Décimo que: “a este respecto debe recordarse que si bien los recurrentes son vecinos a la tierra indígena en que se realiza la obra de drenaje y contención de aguas, el concepto de tierras indígenas es hoy, por aplicación del artículo 13 N° 2 del Convenio 169, más amplio que el establecido en los artículos 12 y 13 de la Ley 19.253, y comprende además la totalidad del hábitat de las regiones que los pueblos interesados ocupan o utilizan de alguna u otra manera, en este caso en el predio deslindante, de las comunidades recurrentes se ejecutan actividades de “Etnoturismo” y “Fiesta Costumbrista Mapuche””.

Como se puede apreciar, este segundo nivel de conflictividad tiene elementos jurídicos de respaldo, que si bien no validan cualquier postura y requieren cuidadosos análisis antropológicos y jurídicos para determinar si aplican o no a determinados contextos, suelen ser invocados y utilizados en el contexto de reivindicación general y de rechazo a los proyectos hidroeléctricos en particular.

¹⁵ Ley 19.253 del 28 de septiembre de 1993 del Ministerio de Planificación y Cooperación que establece normas sobre protección, fomento y desarrollo de los indígenas, y crea la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena.

Finalmente, en un nivel más específico y caso a caso, entran a operar otros factores que actúan de manera sinérgica y complementaria, muy a menudo catalizando el conflicto, radicalizándolo o bien definiendo, entre las mismas organizaciones indígenas, bloques o alianzas en torno a posturas de oposición, con distintas gradualidades y formas para expresar ese rechazo.

El primero de estos factores dice relación con conflictos territoriales específicos, que se da cuando los territorios afectados directamente por un proyecto son parte de un área en específico que se está reivindicando como propia o como parte de un territorio ancestral. Es decir, la propiedad misma de la tierra es la que está siendo cuestionada, no desde la lógica del sistema registral de la propiedad sino desde la lógica del derecho internacional de los pueblos indígenas.

Un segundo factor se presenta cuando en ese territorio que se va a afectar hay también un espacio de significación cultural o religioso que está siendo vulnerado de alguna manera. Éste es el caso de numerosos conflictos en torno a proyectos que, según denuncian las comunidades, estarían vulnerado lugares con estas características y que, por lo mismo, inducen a las organizaciones del pueblo mapuche a la movilización y defensa transversal de esta causa, la que consideran un ataque a su identidad más profunda. Es el caso de Ralco y la inundación del cementerio (eltún), o lo que se alega en la cuenca del Toltén contra el proyecto Añihuerraqui¹⁶ respecto de su afectación a un ngillatuwe o cancha de ngillatun¹⁷.

Otros factores que contribuyen a generar un cuadro complejo en torno a la conflictividad frente a proyectos hidroeléctricos son el rechazo particular a ciertas empresas específicas, situación que afecta a compañías que han tenido anteriormente conflictos relevantes con comunidades en la zona respectiva.

Por último, la desconfianza profunda en la institucionalidad es otro de los factores que fomenta la conflictividad. Esto suele darse de manera poco homogénea en el territorio, ya que hay lugares donde una mala experiencia con el SEIA, con los mecanismos en general de evaluación ambiental o incluso con los tribunales, hace que los grupos de mayor actividad opositora comiencen a desconfiar del sistema institucional y a preferir opciones de hecho o

¹⁶ Revisar Estudio de Impacto Ambiental de la Central Hidroeléctrica Añihuerraqui. Disponible en: http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=7564864

¹⁷ “Parte de los argumentos expresados en rechazo a este proyecto fueron: los vicios de origen ante diversas formas de operación en el territorio que ha ejercido la empresa generando divisiones en comunidades sin que el Estado y sus órganos públicos competentes hayan sido garantes, bajo los preceptos de “previo, libre e informado”, que exigen las normas; la afectación de un lugar sagrado de enorme importancia y que involucra un complejo territorial interconectado y cuya protección se estipula en normas internacionales como el Convenio 169 de la OIT y la declaración de la ONU sobre Derechos de los Pueblos Indígenas; la transgresión de los planes de vida de referentes colectivos y tradicionales mapuche, cuyo modelo de desarrollo es distante a estos niveles de intervencionismo, donde numerosas familias vienen proyectando el turismo, la agro ecología y otras actividades sustentables; se estima que estos proyectos son prácticas discriminatorias, racistas y colonialistas, que se emplazan en territorios ancestrales y que dañan gravemente la integridad cultural y espiritual de comunidades mapuche; se emplaza sobre la Reserva de la Biosfera declarada por la UNESCO”. <http://www.mapuexpress.org/?p=2649>

acción directa para oponerse u obstaculizar un proyecto, vale decir, se radicalizan. Esto es lo que ha ocurrido en la parte alta de la cuenca del Biobío a raíz de las grandes centrales que se han construido en la zona.

2.4 Descripción histórica de conflictos en las cuencas

Al aplicar una mirada en perspectiva histórica, se pueden evidenciar cambios profundos en términos de los niveles y formas de conflictividad asociadas a los proyectos hidroeléctricos, así como en relación a los actores involucrados en los mismos, los que varían también dependiendo de las cuencas.

El desarrollo hidroeléctrico del país comenzó a responder a lógicas de planificación nacional recién en la década de 1940. Es interesante mencionar que los primeros esfuerzos de generación de energía hidroeléctrica a gran escala, ejecutados a través de Endesa, se dieron en un contexto histórico favorable a este tipo de desarrollo, no sólo a nivel nacional, sino también regional y global, lo que evitó la aparición de focos de alta conflictividad.

En la década de 1940, la cobertura eléctrica en Chile era inferior al 50% y las ciudades se veían confrontadas a constantes racionamientos eléctricos (Briones, 1994: 3) y América Latina en general, duramente golpeada por la crisis económica de 1929, se esmeraba por cambiar la realidad económica apelando a un modelo de desarrollo "hacia adentro", que privilegiara la industrialización por sobre la exportación de materias primas, para lo cual se necesitaba acceder a fuentes de energía eléctrica barata (Salazar y Pinto, 2002: vol. VII, 19-35). Al observar el panorama global después de 1945, es posible señalar también que tanto Estados Unidos y sus aliados (Sneddon, 2015), como la Unión Soviética y su órbita de países (Josephson, 2013), además de China (Shapiro, 2001), extremaron recursos para lograr el máximo aprovechamiento posible del agua como recurso energético. Organizaciones internacionales de distinta índole como el Banco Mundial y diferentes entidades crediticias, lanzaron también a cientos de ingenieros a apoyar proyectos hidroeléctricos en todo el mundo (Teisch, 2011), siendo Chile un directo beneficiario de lo anterior (Sneddon, 2015). Como resultado, durante la década de 1960 se completó la construcción de una gran represa (más de 15 metros de altura) al día como promedio en el mundo. En 1990, dos tercios del total de las corrientes de agua de ríos, esteros o arroyos del mundo ya estaban interrumpidas por algún tipo de represa (McNeill, 2000). Chile entró a la segunda mitad del siglo XX formando parte de la denominada "era dorada de las represas", que terminó permitiendo la construcción de cerca de 50 mil grandes represas en todo el mundo al terminar el siglo, sin que estas cifras consideren las otras decenas de miles de centrales de paso (Sneddon, 2015: 3).

Esta "era dorada" de las represas se explica por la confluencia de fuerzas desde el plano local al global, que valoraron positivamente los beneficios de la hidroelectricidad, entendida ésta

como un recurso directamente asociado al progreso y la modernidad. Si bien es cierto que la energía es algo que no se puede ver ni tocar sin consecuencias letales, tiene formas de hacerse visible a través del consumo de ciertos productos eléctricos, que a su vez son asociados con el progreso y la modernidad debido a su impacto en términos de confort y salud, especialmente (Huber, 2015).

Los conflictos en torno a la hidroelectricidad comenzaron a aparecer con fuerza en Chile a propósito de la emergencia de una mayor conciencia y preocupación por el medioambiente, lo que se vio aparejado por la articulación de grupos ambientalistas. Estos grupos comenzaron a florecer en Estados Unidos y Europa especialmente a contar de las décadas de 1960 y 1970, pero las dictaduras latinoamericanas retrasaron su emergencia en la región dado el límite impuesto a una serie de libertades ciudadanas. No es de extrañar, entonces, que el retorno a la democracia en Chile en 1990, estuviese acompañado por la libre expresión de preocupaciones medioambientales y por la aparición de grupos organizados que comenzaron a manifestar su preocupación por una serie de proyectos hidroeléctricos. Esto cobró especial importancia a propósito de proyectos que afectaban territorios con presencia de comunidades indígenas, toda vez que a inicios de la década de 1990 y a propósito de los 500 años del arribo de los españoles a América, asuntos relacionados con los derechos indígenas y el respecto de sus culturas cobraron significación, especialmente en términos políticos.

A contar de la década de 1990, y producto de la existencia de un sistema democrático en Chile, emergieron nuevos actores civiles, mucho más empoderados, tal como en el resto del mundo (Iriye, 2002) quienes intentaron hacer valer sus intereses y visiones sobre los proyectos hidroeléctricos, amparados ahora en una institucionalidad diferente, que poco a poco fue obligando a la elaboración de análisis de impacto ambiental, lo que potenció el peso de muchos más actores a nivel local. Al mismo tiempo, esto predispuso a muchos actores locales y activistas nacionales e internacionales en contra de una serie de proyectos que ya no dependían del Estado, sino del interés de empresas privadas, las que en esa década fueron duramente criticadas.

Lo experimentado en Chile a fines del siglo XX era parte de un fenómeno global. En el año 2000 se publicó el influyente reporte *Dams and development: A New Framework for Decision-Making*, producido por la World Commission of Dams, una institución creada por el Banco Mundial y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Tras tres décadas de debate en torno al desarrollo de represas para la generación de hidroelectricidad, el reporte concluyó que si bien es cierto las represas habían hecho una contribución significativa al desarrollo humano, también habían producido impactos severos en términos sociales y ambientales, los que han influido en comunidades desplazadas, comunidades que habitan zonas río abajo de las obras y el medioambiente.

2.4.1 Actores y conflictos: cuenca del Maule

La Región del Maule tuvo un desarrollo hidroeléctrico inicial prácticamente simultáneo al surgimiento de la institucionalidad energética de Endesa en la década de 1940, iniciando la construcción de la primera central hidroeléctrica de la Región en 1949. Para esto se construyó un campamento que contaba con escuela, policlínico, casa de huéspedes y almacenes, lugar que se mantuvo en funcionamiento durante seis años, hasta la culminación de las obras en 1955, año en que se completó la central siendo la primera de las centrales hidroeléctricas en la cuenca. Al proyecto de Cipreses le siguió el de la central Isla (1963, 68 MW) y más tarde el complejo de embalses Colbún-Machicura (1985, 490 MW) y la central de embalse Pehuenche (1991, 570 MW). En la actualidad se han sumado otros grandes proyectos, como Alto Achibueno o el de la central Los Cóndores, cuya entrada en funcionamiento se proyecta para el año 2018. Colbún-Machicura es el proyecto de mayor magnitud realizado en la cuenca para el que se emplearon más de 3.000 trabajadores de contrata directa y se crearon 5.000 puestos de trabajo indirectos durante la construcción del complejo, beneficiando a comunas como San Clemente, Talca, Molina y Curicó.

Tal como se observa en el caso de Biobío, los mayores conflictos asociados al establecimiento de centrales hidroeléctricas se presentaron principalmente tras el retorno a la democracia y la creación de una nueva institucionalidad medioambiental. Sin embargo, hubo también problemas anteriores a propósito de la relocalización de alrededor de 800 personas debido a la inundación de miles de hectáreas durante la construcción del embalse del lago Colbún, a mediados de la década de 1980. Cabe suponer que el hecho de que no existiera entonces un gobierno democrático, evitó que el conflicto alcanzara mayor notoriedad pública (Barriga, 2006).

Se puede señalar que, históricamente, los principales actores en los conflictos en torno a la hidroelectricidad en la cuenca del Maule han sido los agricultores y Endesa, quienes en diversas ocasiones han disputado el control de los recursos hídricos de la laguna del Maule. Los niveles de conflictividad se han agudizado en momentos de sequía y escasez de recursos de agua, pero en su mayoría se han concentrado en el período posterior a la privatización de Endesa. Sin embargo, llama la atención que en los últimos años se han suscitado controversias en la cuenca por motivos diferentes, relacionados con actores preocupados por la biodiversidad, el paisaje y potenciales impactos al turismo de proyectos como el de Achibueno. Si bien recientes, éstos últimos pueden marcar una nueva etapa en términos de conflictos con proyectos hidroeléctricos.

Conflicto entre Endesa y regantes

El conflicto entre Endesa y los regantes de la Región del Maule radica en la tensión entre dos sectores económicos relevantes para la Región: el energético y el agrícola.

En 1947 la Dirección de Riego y Endesa firmaron un convenio que daba pie a la transformación de la laguna del Maule en un embalse de acumulación de aguas, estipulando que los derechos de agua del lago se dividían entre las dos instituciones, las cuales podían disponer libremente de sus respectivas partes de agua para distintos usos. En consecuencia, la Dirección de Riego del Maule entregó gratuitamente su parte de agua a regantes privados y a las asociaciones de canalistas en el Valle Central (Bauer, 2002: 144). Posteriormente, en 1978 el Estado de Chile habría de modificar esta normativa, entregando a la Dirección de Obras Hidráulicas los derechos de agua de la Laguna del Maule, distribuyendo las aguas de la laguna para riego, su uso por parte de Endesa y para la generación de reservas de agua. Con más de cuatro décadas carentes de grandes conflictos entre los participantes de los recursos hídricos de la laguna del Maule, las primeras tensiones aparecieron cuando la empresa Pehuenche S. A. –perteneciente a Endesa- estableció en 1990 una represa homónima en el río Melado, poco antes de la unión de éste con el río Maule. El problema surgió cuando Pehuenche S. A., para llenar el embalse de su central hidroeléctrica, cerró la represa, dejando a los regantes sin recursos hídricos. En seguida, la Junta de Vigilancia del río Maule presentó un recurso de protección contra la empresa ante la Corte de Apelaciones de Santiago y la Corte Suprema, ambas fallando a favor de los regantes, y obligando a Pehuenche S. A. a restablecer los recursos hídricos (Bauer, 2002: 148).

El conflicto entre regantes y Endesa habría de renacer hacia el año 2013, en el contexto de un déficit hidrológico y los debates respecto al destino de las aguas del río Maule; aparecieron los regantes representando el uso consuntivo del agua, y las hidroeléctricas abogando por la priorización del uso no consuntivo del recurso hídrico. El conflicto detonó cuando, en octubre del 2013, Endesa suscribió un convenio con la Dirección de Obras Hidráulicas, luego de anunciar que la empresa española Ferrovial Agroman construiría la central Los Cóndores en la comuna de San Clemente, la cual funcionaría a partir de una tubería que conectaría directamente el agua de la laguna del Maule con la planta generadora. El problema, manifestaron los regantes, era que la central no habría de tomar y devolver el agua del río –práctica frecuente en las centrales de pasada-, sino que tomaría agua del embalse de la laguna del Maule, afectando las reservas disponibles en un contexto de déficit hídrico y sequía. En este contexto, los alcaldes de las comunas de San Clemente, Juan Rojas; Talca, Juan Castro; Pencahue, Lucy Lara; Pelarco, Bernardo Vásquez; Colbún, Pedro Pablo Muñoz; Maule, Luis Vásquez; Yerbabuena, Luis Cadegan; Río Claro, Claudio Guajardo; y Linares, Rolando Rentería, se unieron para la conformación del Comité de Defensa del Río Maule¹⁸¹⁹. Parlamentarios como Juan Antonio Coloma y autoridades locales como Fernando Jiménez, presidente de la Cámara de Comercio, Servicios y Turismo de Talca, y representantes de los estudiantes de la Universidad de Talca²⁰ respaldaron la demanda de los regantes. El gobierno, a

¹⁸<http://www.cooperativa.cl/noticias/pais/region-del-maule/autoridades-llaman-a-concentracion-en-rechazo-a-extraccion-de-aguas-de-laguna-del-maule/2013-12-18/234329.html>

¹⁹ <http://www.riosdeohiggins.cl/popup.php?idn=132>

²⁰ Fundación Terram, 5 de diciembre 2013

su vez, otorgó a la Dirección de Obras Hidráulicas un total control sobre las aguas de la laguna del Maule²¹. En un nuevo protocolo firmado entre Endesa y la Junta de Vigilancia del río Maule –con participación del Ministerio de Obras Públicas– se estableció que la Dirección de Obras Hidráulicas es la única institución administradora del Convenio de Regulación del Río Maule de 1947, además de comprometer a Endesa a implementar mecanismos de operador, limitador y regulador del caudal del río Maule, permitiendo así la participación de todos los actores de los recursos hídricos del río y laguna del Maule. Con este protocolo finalizó una etapa legal del conflicto entre Endesa y los regantes²², pero distintas asociaciones de regantes han seguido manifestando su preocupación por el proyecto, solicitando la mediación del Ministerio de Energía. A ellos se han sumado grupos de ambientalistas que han mantenido sus críticas a este proyecto más allá del acuerdo alcanzado por Endesa y los regantes del Maule²³.

Paisaje y biodiversidad en Alto Achibueno

En marzo del año 2009, Centinela Ltda. presentó al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental el proyecto hidroeléctrico Achibueno, el cual contempla la construcción de dos centrales de pasada en el río Achibueno: Centinela y El Castillo. Desde el momento de ingreso al SEIA, este proyecto encontró resistencia por parte de agrupaciones ambientalistas, comunidades locales y autoridades de las comunas de Linares y San Clemente, aduciendo daños al turismo en la Región y al ecosistema de la zona del Alto Achibueno.

Alto Achibueno es un cajón precordillerano que se encuentra aislado. Por esta razón, en el sector se aprecia el valor paisajístico y de su biodiversidad, a partir de los cuales se ha sustentado una actividad económica de eco-turismo, la cual, acorde a McRostie (2016), quien cita al Servicio Nacional de Turismo, aportó USD 40 millones a la región precordillerana del Maule en el año 2008²⁴. Además, en 2015, el Ministerio del Medio Ambiente declaró Santuario de la Naturaleza al Cajón del río Achibueno²⁵. La empresa Centinela Ltda. reporta en su Estudio de Impacto Ambiental la existencia de un impacto moderado a significativo sobre flora y fauna nativa y en estado de conservación; algunas de las observaciones de los organismos públicos en la etapa de evaluación se relacionan con las medidas de mitigación de este atributo²⁶.

http://www.terram.cl/2013/12/05/conflicto_entre_regantes_del_maule_y_endesa-doh_cerca_de_mil_personas_protestaron_en_ruta_5_sur/

²¹ *El Centro*, Talca, 22 de diciembre 2013.

²² *La Tercera*, Santiago, 12 de marzo de 2014.

²³ <http://www.eldesconcierto.cl/vida-sustentable/2016/09/12/organizaciones-del-maule-interpelan-a-ministro-maximo-pacheco-en-visita-a-central-condores-de-endesa/>

²⁴ Virginia McRostie, “Altos del Achibueno: Sitio Prioritario Amenazado por Centinela Ltda.”, Comité de Defensa del Río Achibueno para Coordinadora por la Defensa del Agua y la Vida, sin fecha. Disponible en <http://www.derechoalagua.cl> Leído en 23 de enero de 2016.

²⁵ http://www.monumentos.cl/consejo/606/articles-55498_documento.pdf

²⁶ Estudio de Impacto Ambiental “Proyecto Hidroeléctrico Achibueno”, Hidroeléctrica Centinela Limitada, Servicio de Estudio de Impacto Ambiental. Disponible en <http://sea.gob.cl/> Leído en 12 de diciembre de 2015.

La oposición social al proyecto hidroeléctrico Achibueno está conformada por agrupaciones vecinales, productivas, gremiales y de profesionales, entre ellas juntas de vecinos, Cámara de Comercio y Turismo de Linares, organizaciones ambientales locales, la ONG Comité Nacional Pro Defensa de la Flora y Fauna (CODEFF) del Maule, Scouts, agrupaciones de ancianos de Linares, Agrupación Gremial de Industriales y Artesanos de Linares (AGREMIA), dirigentes de la Corporación Chilena de la Madera (CORMA), dirigentes del Colegio de Profesores y el Colegio de Ingenieros Agrónomos, todos ellos apoyados por profesionales que habrían de conformar el Comité de Defensa del Río Achibueno²⁷, el cual contrató a Geohidrología Consultores Ltda. para la realización de un informe de observaciones al Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Achibueno, el cual habría de ser presentado en la instancia de participación ciudadana del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental²⁸.

La Dirección General de Aguas señaló que Centinela Ltda. subvaloraba los impactos ambientales de la zona afectada por las centrales hidroeléctricas y las obras de construcción, en tanto la Subsecretaría de Pesca expresó dudas respecto a la suficiencia del caudal para la sustentación de las especies de peces. Por su parte, el Servicio Nacional de Pesca del Maule consideró la pérdida de peces como un efecto altamente significativo, negativo e irreversible, mientras que CONAF advirtió que el cambio de velocidad y caudal del río afectaría negativamente las condiciones de agua para la sobrevivencia de la trucha, además de consignar falencias en el plan de reforestación. Finalmente, el Servicio Nacional de Turismo del Maule expresó su preocupación por el impacto sobre el desarrollo turístico de la zona que implicaría el proyecto²⁹.

El Estudio de Impacto Ambiental de Achibueno fue evaluado favorablemente en marzo del 2011, habiendo la empresa cumplido y/o comprometido el cumplimiento de las observaciones realizadas por los diversos organismos públicos participantes de la evaluación del proyecto, sin embargo, la aprobación marcó un punto a partir del cual las demandas y manifestaciones sociales contra el proyecto hidroeléctrico habrían de intensificarse.

Una de las primeras acciones realizadas tras la aprobación del proyecto hidroeléctrico Achibueno por parte del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental fue la decisión del Municipio de Linares de interponer una demanda de nulidad de derecho público respecto a dicha aprobación en abril del 2012, aludiendo a la alta biodiversidad de la zona y a un rechazo ciudadano que alcanzaría un 86%, acorde a una encuesta realizada por el mismo Municipio³⁰. El

²⁷ Virginia McRostie, "Altos del Achibueno: Sitio Prioritario Amenazado por Centinela Ltda.", Comité de Defensa del Río Achibueno para Coordinadora por la Defensa del Agua y la Vida, sin fecha. Disponible en <http://www.derechoalagua.cl> Leído en 23 de enero de 2016.

²⁸ Estudio de Impacto Ambiental "Proyecto Hidroeléctrico Achibueno", Hidroeléctrica Centinela Limitada, Servicio de Estudio de Impacto Ambiental. Disponible en <http://sea.gob.cl/> Leído en 12 de diciembre de 2015.

²⁹ Evaluación Ambiental de "Proyecto Hidroeléctrico Achibueno", Servicio de Estudio de Impacto Ambiental. Disponible en <http://sea.gob.cl/> Leído en 12 de diciembre de 2015.

³⁰ El Maule, diario electrónico, 03 de abril de 2012. Disponible en <http://www.elamaule.cl> Leído en 24 de enero de 2016

proyecto continuó su marcha, siendo aprobado por el Comité de Ministros el día 20 de julio del 2012³¹. A continuación, el Movimiento de Defensa del Río Achibueno presentó un Recurso de Reclamación contra la resolución del Comité de Ministros del Sistema de Evaluación Ambiental ante el Juzgado de Letras de Linares, en diciembre de 2012.

Posteriormente, las acciones orientadas a proteger Alto Achibueno de proyectos energéticos se materializaron a través de un expediente presentado por la Intendencia de Linares, la Gobernación de Linares y la SEREMI del Medio Ambiente –además de otras autoridades y agrupaciones ciudadanas-, con el objeto de que partes de Alto Achibueno fuesen declaradas Santuario de la Naturaleza, como el Cajón de Achibueno “*que comprende el cauce y zona de inundación de cuerpos de aguas continentales y glaciares tributarios del Río Achibueno, y el mismo río, así como laderas adyacentes y riberas de propiedad privada*”, según el Documento 35 2015 del Ministerio del Medio Ambiente³², siendo aprobada la moción el 18 de mayo de 2015 por un Consejo de Ministros³³.

Una de las primeras acciones realizadas tras la aprobación del proyecto hidroeléctrico Achibueno por parte del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental fue la decisión del Municipio de Linares de interponer una demanda de nulidad de derecho público respecto a dicha aprobación en abril del 2012, aludiendo a la alta biodiversidad de la zona y a un rechazo ciudadano que alcanzaría un 86%, acorde a una encuesta realizada por el mismo Municipio. El proyecto continuó su marcha, siendo aprobado por el Comité de Ministros el día 20 de julio del 2012³⁴. A continuación, el movimiento de defensa del Río Achibueno presentó un Recurso de Reclamación contra la resolución del Comité de Ministros del Sistema de Evaluación Ambiental ante el Juzgado de Letras de Linares, en diciembre de 2012.

Posteriormente, las acciones orientadas a proteger Alto Achibueno de proyectos energéticos se materializaron a través de un expediente presentado por la Intendencia de Linares, la Gobernación de Linares y la SEREMI del Medio Ambiente –además de otras autoridades y agrupaciones ciudadanas-, con el objeto de que el cajón de Achibueno fuese declarado Santuario de la Naturaleza, siendo aprobada la moción el 18 de mayo de 2015 por un Consejo de Ministros^{35 36}.

³¹ En esa misma resolución, el Comité de Ministros resolvió varios recursos administrativos interpuestos, siendo uno de ellos, del mismo titular. Además, existen otros recursos administrativos presentados con posterioridad. Para mayor detalle, se puede revisar el siguiente enlace: http://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesRecursos.php?modo=ficha&id_expediente=3641858

³² http://www.monumentos.cl/consejo/606/articles-55498_documento.pdf

³³ *La Prensa*, Curicó, 19 de mayo de 2015.

³⁴ En esa misma resolución, el Comité de Ministros resolvió varios recursos administrativos interpuestos, siendo uno de ellos, del mismo titular. Además, existen otros recursos administrativos presentados con posterioridad. Para mayor detalle, se puede revisar el siguiente enlace: http://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesRecursos.php?modo=ficha&id_expediente=3641858

³⁵ *La Prensa*, Curicó, 19 de mayo de 2015.

³⁶ http://www.monumentos.cl/catalogo/625/articles-55498_documento.pdf

2.4.2 Actores y conflictos: cuenca del Biobío

La cuenca del Biobío ha tenido una importancia central en el desarrollo hidroeléctrico chileno. Incluso antes de las grandes políticas eléctricas en la zona, formuladas a fines de la década de 1930 y comienzos de la década de 1940, se construyó en la Región, en el año 1897, la primera central hidroeléctrica en Chile, Chivilingo (430 kW de capacidad instalada), aprovechando las aguas del río del mismo nombre y una importante pendiente, para alimentar los sistemas eléctricos subterráneos de las minas de carbón de Lota. La mina contaba entonces con 10 km de avance bajo tierra, por lo que trenes de transporte y bombas de extracción de agua primero y ascensores más tarde, fueron movilizados gracias a la electricidad que generaba la hidroeléctrica que operó hasta 1975.

En el marco de las políticas de electrificación de Endesa, la central Abanico fue la primera central hidroeléctrica que aprovechó las aguas de la hoya hidrográfica del río Laja con fines energéticos y comenzó a funcionar en mayo de 1948. Se construyó con una capacidad de 135.000 kW y para su funcionamiento se construyó un canal de 7 km de largo. Originalmente, fue construida para satisfacer las necesidades de energía eléctrica de las provincias de Ñuble, Concepción, Biobío, Arauco y Malleco. Fue importante para el desarrollo económico porque alimentó, entre otras, a la siderúrgica Huachipato, las minas de carbón de Lota, Coronel y Arauco y otras empresas como Inchalam, más las textiles de Tomé, Concepción y Chiguayante, además de la industria azucarera de Penco. Pasaron algunos años hasta que en 1963 fuese construido el túnel de vaciado para la central Abanico, el que permitió utilizar el volumen de regulación del lago Laja y entregar aguas para la central Abanico y las necesidades de regadío de la zona. El siguiente gran proyecto correspondió a la central El Toro (1973), una hidroeléctrica levantada por Endesa con 400.000 kW de potencia y construida con un sistema de toma profunda ubicada a 60 metros del nivel máximo del lago. Una vez que entró en servicio esta central, la central Abanico comenzó a utilizar sólo los recursos de agua que se filtraban hacia el río Laja. En 1981 entró en funcionamiento la Central Antuco que aprovecha las aguas del Lago Laja que son descargadas por las centrales Abanico y El Toro, además de los recursos de los ríos Polcura y Laja. Fue una obra de Endesa que remarcaba la seguridad en el suministro, dado que se podía generar hidroelectricidad incluso en años de sequía, por el carácter natural del lago. A estos proyectos se sumaron, posteriormente, las grandes represas del río Biobío como son Pangué (1996, 456 MW) y Ralco (2004, 690 MW) además de una serie de centrales de pasada de menor magnitud.

Los principales conflictos se han dado en la zona del Biobío en las últimas décadas. Proyectos emblemáticos de las etapas iniciales del desarrollo hidroeléctrico no generaron mayores problemas porque estaban asociados al ideal de progreso y desarrollo económico. Así lo consignaba una editorial del diario El Sur, a propósito de la inauguración de la central Cipreses en 1955: "El proyecto Los Cipreses se ha terminado, la planta ha entrado en operación y el orgullo de ser chilenos no nos ha salido hablado. El progreso obtenido, no nos ha movido a grandes emociones ni nos causa extrañeza, lo que es un índice de que las exigencias del medio

son cada vez mayores y su madurez se encuentra más cercana³⁷. La implementación de proyectos hidroeléctricos era destacada positivamente debido a los continuos racionamientos eléctricos en grandes urbes chilenas, las que se transformaron en recurrentes a fines de la década de 1940 e inicios de la de 1950 (Briones, 1994: 3).

Tal como en el resto del país, los proyectos hidroeléctricos no generaron conflictos mayores sino hasta la década de 1990. Los elevados niveles de conflictividad en la cuenca se explican, esencialmente, por la forma en que se desarrolló el proyecto de Ralco, el que no se adecuó al nuevo contexto histórico posterior a 1990. Pese a ser el primer proyecto de este tipo sometido a un estudio de impacto ambiental, hubo una serie de conflictos entre los intereses privados, estatales y la de actores, lo que llevó a demandas como la presentada por miembros de comunidades pehuenches como las hermanas Quintramán (Nesti, 2002).

Otro elemento de conflicto en la cuenca deriva del deficiente manejo del control de aguas. En el invierno de 2006 una inundación afectó a diversas localidades cercanas a la ribera del río Biobío, especialmente en la comuna de Nacimiento, causando la muerte de seis personas en la comuna, además de daños en viviendas y numerosas propiedades agrícolas, todo lo cual ha mermado la confianza en las empresas hidroeléctricas. Las inundaciones habrían sido ocasionadas por el mal manejo de aguas de las represas de Endesa en la zona y la tardía apertura de compuertas a propósito de las intensas lluvias que tuvieron un largo período de intensidad entre junio y agosto de 2006, pero que llegaron a acumular 112 milímetros en sólo 24 horas y llevaron a la ONEMI a decretar zona de catástrofe las provincias de Talca, Linares, Ñuble y Biobío.^{38, 39} Tras un largo juicio, en junio de 2015 la Corte Suprema condenó a Endesa a pagar \$ 1.665 millones de pesos en indemnización a distintas personas y propietarios que se vieron seriamente afectados por la inundación.⁴⁰ Esto "producto de las deficiencias en la operación de la represa de la central hidroeléctrica Ralco, propiedad de Endesa" en el marco de las crecidas históricas de ese año. Endesa se defendió señalando que habían anticipado de forma controlada la apertura de compuertas e informado a las autoridades correspondientes y que el caudal máximo aportado en forma natural por la cuenca no había sido sobrepasado. En todo caso, tras el incidente y de acuerdo a lo estipulado por la Ley de Embalses de 2008, el embalse Ralco fue declarado de Control, por la DGA y desde la fecha cuenta con un Manual de Operación con nuevos criterios para enfrentar el escenario de las crecidas.⁴¹

Una de las características esenciales de la cuenca es la existencia de una gran diversidad y cantidad de actores de interés ambiental, quienes han logrado un sofisticado nivel de organización y capacidad organizativa (Johnston y Turner, 1999). A la agrupación Aguas Libres,

³⁷ *El Sur*, Concepción, 27 de agosto de 1955.

³⁸ <http://www.cooperativa.cl/noticias/pais/tiempo/lluvias-ya-dejan-a-20-000-personas-afectadas-en-el-biobio/2006-07-11/140745.html>

³⁹ http://repositoriodigitalonemi.cl/web/bitstream/handle/2012/391/CONSOLIDADO%202006%20definitivo_.pdf?sequence=1

⁴⁰ *La Segunda*, Santiago, 23 de junio de 2015.

⁴¹ *La Tribuna*, los Ángeles, 23 de junio de 2015.

la más importante de la zona, se han ido sumando una serie de agrupaciones ambientalistas como la Red de Justicia Ambiental, el Observatorio de Conflictos Ambientales, Ecosistemas, CODEFF, Feministas Autónomas, el Colectivo No a Pascua Lama, el Centro Ecoceanos, la Liga por la Justicia Climática, y el movimiento Patagonia Sin Represas. Esto le da un carácter extra-local al conflicto y se proyecta globalmente con Patagonia Sin Represas, organización que, a su vez, congrega a más de 80 agrupaciones de todo el mundo.

De singular importancia en términos de generación de conflictos en la cuenca han sido los proyectos de Pangué y Ralco, además del actual proyecto de Angostura, los que se caracterizan a continuación.

Central Pangué

Este fue el primero de un total de seis proyectos hidroeléctricos planificados desde la década de 1980, proyectos que incluían además las centrales Llanquén, Ralco, Aguas Blancas, Huequecura y Quitramán. El proyecto de Pangué fue aprobado en 1989, pero ya en 1990 la recién creada Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), recibió peticiones solicitando la suspensión del permiso concedido argumentando razones relativas al impacto ambiental y sociocultural que tendría la represa de la central. El académico Scott Robinson señala que la polémica del proyecto en sí mismo trascendió por mucho la magnitud de su impacto social, que implicó la relocalización de 12 familias (Robinson, 1992: 86).

El proyecto Pangué suscitó la oposición de múltiples actores y demandas, sin embargo, dos parecen haber sido más visibles. Los “ecologistas”, como se los denominaba genéricamente en la época, presentaron sus objeciones a través del Comité Nacional Pro Defensa de la Flora y la Fauna (CODEFF), y desde ella, pero fuera de su institucionalidad, se creó el Grupo de Acción Biobío (GABB). Por otra parte, el principal foco de tensión tuvo que ver, de acuerdo con el investigador Scott Robinson, con “la pluralidad de los organismos con base en las variadas regiones Mapuches al sur de Chile reclamaban una reforma sustancial al cuerpo de legislación indígena vigente, en parte con el fin de detener el proyecto hidroeléctrico, aunque su objetivo central iba en el sentido de recuperar tierras arrebatadas y apropiadas durante el último siglo y medio” (Robinson, 1992: 86).

Tres fueron las comunidades pehuenches más cercanas y afectas a la obra: Quepuca-Ralco, Pritril y Callaqui. En atención a la resistencia que estaba generando el proyecto, la empresa Pangué entró en contacto con dichas comunidades y de acuerdo al propio Robinson, no se logró la relación sin conflicto con la comunidad, llevando a divisiones entre distintos grupos de las comunidades. Ésta fue una primera negociación, y la empresa detectó la necesidad de dar con una fórmula para que las familias de las comunidades pehuenches afectadas se beneficiaran de la obra proyectada. Así se creó la Fundación Pehuén, para garantizar el pago de beneficios a las comunidades pehuenches, concediéndoles la categoría de socios de esta Fundación a estas comunidades.

Ralco

El proyecto de la central Ralco fue aprobado por Endesa en 1993, y presentado a la Dirección General de Aguas en octubre de 1997. Contemplaba que 131 predios se vieran afectados por los trabajos asociados a la construcción de esta central, además de dos comunidades pehuenches: Quepuca Ralco y Ralco Lepoy. Precisamente, estas comunidades fueron el núcleo de la oposición levantada contra el proyecto Ralco, antes incluso de su presentación a la DGA, habiendo manifestaciones opositoras desde 1996. Estas dos comunidades vivían en 90 predios que fueron inundados para la construcción de la represa, llevando a la relocalización de 70 de las 93 familias afectadas por los trabajos.

Endesa presentó un Estudio de Impacto Ambiental en 1996, tras lo cual CONAMA aprobó la realización del proyecto Ralco, con la observación que –acorde a la ley indígena n° 19.253- las familias pehuenches afectadas sólo podían ser relocalizadas con el consenso de los afectados, y con una permuta de propiedad que satisficiera los requerimientos que estos indicasen particularmente. El 05 de abril de 2002, el Ministerio de Economía encargó la creación de una Comisión de Hombres Buenos para el avalúo de terrenos de familias indígenas afectas por los trabajos, lo cual fue percibido como una maniobra para evitar la aplicación de la ley indígena, por lo que comunidades pehuenches decidieron impedir el ingreso de esta Comisión a los terrenos en cuestión, obligando a realizar la evaluación de los terrenos por vía aérea. Tras ello, Endesa se vio facultado para solicitar judicialmente la posesión de terrenos en julio de 2003.

En paralelo a los hechos recién mencionados, y tras presentar el año 2002 una petición ante la Comisión Interamericana de Derechos Humanos, el año 2003 las partes involucradas manifestaron su voluntad de llegar a una solución amistosa, llevando a que el Estado produjese un documento titulado “Bases de Acuerdo entre el Estado de Chile y las familias mapuche pehuenche peticionarias del Alto Biobío para una propuesta de Solución Amistosa”. En este acuerdo el Estado se comprometería –entre otras cosas- a buscar y realizar mecanismos que “permitan solucionar los problemas de tierras que afectan a las comunidades indígenas del sector del Alto Biobío”. Además, el documento señala que se tomarán medidas orientadas a “acordar mecanismos que aseguren que las comunidades indígenas sean informadas, escuchadas y consideradas en el seguimiento y control de las obligaciones ambientales del proyecto Central Hidroeléctrica Ralco”, y “fortalecer el desarrollo económico del sector del Alto Biobío y, en particular, de sus comunidades indígenas, mediante mecanismos que sean aceptables para la parte denunciante”⁴².

El 17 de octubre de 2003, el Estado de Chile envió un documento final a la Comisión Interamericana de Derechos Humanos, titulado “Acuerdo definitivo de solución amistosa entre

⁴² <http://www.cidh.oas.org/annualrep/2004sp/Chile.4617.02.htm>

el Estado de Chile y las familias mapuche pehuenche peticionarias del Alto Biobío". De este documento lo más relevante sería la creación de la comuna de Alto Biobío, a la cual serían relocalizadas muchas de las familias afectadas, y lo que quedaría designado en su punto 3, sección d); Acordar mecanismos vinculantes para todos los órganos del Estado que aseguren la no instalación de futuros megaproyectos, particularmente hidroeléctricos, en tierras indígenas del Alto Biobío. Este punto es particularmente relevante en la medida que sobre él se cimentarán gran parte de las denuncias contra el proyecto hidroeléctrico posterior Angostura de Colbún S.A.⁴³ Este acuerdo fue aprobado por la Comisión Interamericana de Derechos Humanos de la Organización de Estados Americanos el 11 de marzo de 2004.

Las comunidades fueron relocalizadas a las comunas de Alto Biobío, Quilaco y Santa Bárbara y el proyecto comenzó su funcionamiento en septiembre de 2004.

Sin embargo, los conflictos en torno al proyecto Ralco habrían de reactivarse tras la inundación de un cementerio de la comunidad de Quepuca-Ralco. El sitio mortuorio e histórico mapuche fue inundado para el llenado del embalse de la central hidroeléctrica. Tras este episodio, la empresa Endesa ofreció un acuerdo reparatorio, además de señalar a los medios de comunicación la necesidad de medir el impacto que la instalación de la represa ha generado en las comunidades.⁴⁴

Angostura

El nuevo proyecto en Angostura (antes denominado Huequecura), es el foco de atención en la actualidad. El proyecto considera la inundación de las zonas de Quilaco y Santa Bárbara, obligando a la relocalización de más de 100 personas, algunas de las cuales ya habían sido relocalizadas en ese lugar, tras la inundación de predios para hacer funcionar la central Ralco.⁴⁵ Aquí las comunidades indígenas pehuenches alegan que esto rompería con el compromiso que asumió el Estado ante la Comisión Interamericana de Derechos Humanos de no permitir el desarrollo de nuevas represas para proyectos hidroeléctricos en el Alto Biobío. De hecho, en el punto 3, letra D del Acuerdo, el Estado de Chile ratificó "su voluntad de

⁴³ "Acuerdo definitivo de solución amistosa entre el Estado de Chile v las familias mapuche pehuenche peticionarias del Alto Biobío". Comisión Interamericana de Derechos Humanos de la Organización de Estados Americanos. 11 de marzo de 2004. Disponible en <http://www.cidh.oas.org/annualrep/2004sp/Chile.4617.02.htm> Leído en 10 de marzo de 2016.

⁴⁴<http://www.biobiochile.cl/noticias/2015/07/21/endesa-se-reune-con-pehuenche-para-discutir-compensaciones-tras-inundacion-de-cementerio-quepuca.shtml>

⁴⁵ *La Tercera*, Santiago, 8 de julio de 2014.

⁴⁶ <http://seia.sea.gob.cl/archivos/RCA-Angostura.PDF> p.50

preservar las tierras indígenas del Alto Biobío"⁴⁷. Los desarrolladores, por otra parte, alegan que Quilaco y Santa Bárbara no constituyen, en propiedad, un territorio indígena.⁴⁸

Con el paso del tiempo, las organizaciones opositoras a los proyectos de centrales hidroeléctricas se han multiplicado, al tiempo en que sus bases de apoyo social se han ampliado. Por esta razón, al ser el proyecto de Angostura el más reciente en la Región del Biobío, es el que cuenta con mayor cantidad de expresiones de rechazo y publicaciones asociadas al conflicto presente en la zona de Alto Biobío, heredando parte de los focos de crítica que se habían desarrollado en los casos de Pangué y Ralco. De este modo, los principales argumentos se relacionan con la vulneración de derechos de las comunidades indígenas, las inundaciones de territorios culturalmente significativos y la relocalización de asentamientos, así como el Acuerdo de Solución Amistosa del Conflicto Ralco suscrito por el Estado de Chile ante la Comisión Interamericana de Derechos Humanos de la Organización de Estados Americanos.

Ya desde el año 2007 se comenzaron a ver actividades orientadas a expresar oposición este proyecto y la presencia de la empresa Colbún en la zona del Alto Biobío. Si bien la Autoridad Ambiental realizó 8 reuniones con la comunidad, asistiendo un total de 554 personas a ellas⁴⁹, las comunidades mapuches contrarias al proyecto Angostura denunciaron falta de participación en las instancias de evaluación de dicho proyecto.

En diciembre de 2007 se creó la Agrupación Social y Cultural Aguas Libres en la comuna de Quilaco, la que comenzó con la recolección de firmas en contra de la construcción de la represa, una marcha en las comunas de Quilaco y Santa Bárbara en contra del proyecto Angostura en febrero de 2008 y la entrega, al mes siguiente, de una carta a la Presidenta de la República en contra de las hidroeléctricas⁵⁰. Luego de una serie de manifestaciones a lo largo del año, se presentó en noviembre una denuncia ante la Comisión Interamericana de Derechos Humanos de la Organización de Estados Americanos por parte de comunidades pehuenches y organizaciones de las comunas de Quilaco y Santa Bárbara señalando que el Estudio de Impacto Ambiental realizado por Colbún violaba el Acuerdo Amistoso suscrito por el Estado de Chile en 2004, dada su presencia sobre asentamientos indígenas⁵¹. El antropólogo estadounidense Tom Dillehay visitó la zona y comentó sobre la presencia de un kuel en un terreno adyacente al proyecto Angostura, además de una cancha de Nguillatún⁵². En enero de

⁴⁷ "Acuerdo definitivo de solución amistosa entre el Estado de Chile v las familias mapuche pehuenche peticionarias del Alto Biobío". Comisión Interamericana de Derechos Humanos de la Organización de Estados Americanos. 11 de marzo de 2004. Disponible en <http://www.cidh.oas.org/annualrep/2004sp/Chile.4617.02.htm> Leído en 10 de marzo de 2016.

⁴⁸ Francisca Skoknic, "Angostura: La hidroeléctrica que vuelve a despertar al Biobío". Disponible en la web: <http://ciperchile.cl/2008/12/04/angostura-la-hidroelectrica-que-vuelve-a-despertar-al-Biobío/> Leído el 10 de noviembre de 2015.

⁴⁹ <http://seia.sea.gob.cl/archivos/RCA-Angostura.PDF>

⁵⁰ <http://nomasrepresas.blogspot.cl/2008/01/agrupacion-aguas-libres-quilaco.html>

⁵¹ <http://mapaconflictos.indh.cl/conflicto/ficha/75>

⁵² *La Nación*, Santiago, 27 de junio 2008, disponible en

2009, el Consejo de Monumentos Nacionales determinó que los kuelos de la zona de Alto Biobío reunían las condiciones para ser declarados monumento nacional, aunque no lograron constituirse en uno. Luego, en septiembre de 2009, la COREMA aprobó la realización de la central; a esto reaccionó Aguas Libres presentando un recurso de reclamación a la CONAMA el que fue acogido parcialmente, sin que ello modificara la calificación ambiental favorable del proyecto.

El que Pangué, Ralco y Angostura se encuentren en la misma cuenca hidrográfica es una buena razón para analizar el desarrollo de estas tres centrales en conjunto. Al analizar la progresión de los conflictos, se observa que las demandas, críticas y conflictos, tanto en Ralco como Angostura, se remiten frecuentemente a las experiencias previas de construcción de centrales hidroeléctricas en la cuenca. La falta de acceso a la información y de participación ciudadana en la planificación y desarrollo de proyectos hidroeléctricos ha sido un tema constantemente reclamado en las demandas de los actores sociales que se oponen a la construcción de las represas en Biobío, entre quienes destacan las comunidades de Alto Biobío y el Consejo de Lonkos.

2.4.3 Actores y conflictos: cuenca del Toltén

En la cuenca de Toltén hay una historia diferente respecto al desarrollo hidroeléctrico y la conflictividad, si se la compara con las cuencas de Maule y Biobío. Toltén estuvo ausente del gran desarrollo hidroeléctrico del período 1940-1990 y no cuenta con grandes proyectos de esa época. El potencial hidroeléctrico de la zona es menor al de las dos cuencas anteriores, lo que hizo menos atractiva la cuenca en las décadas iniciales de los proyectos hidroeléctricos.

En los últimos años la situación ha cambiado y han aparecido una serie de proyectos de construcción de centrales de paso, generando la reacción de distintos actores. Entre ellos se puede destacar a Juan Mei y el Comité de Turismo Rural Mahuida Pirren Melipeuco, el Consejo Ambiental Lof Trancura que se ha opuesto al proyecto Añihuerranqui, La Comunidad Carimán Sánchez que ha expresado su opinión en torno al proyecto Llancail y el Consejo Territorial Mapuche ambiental de Pucón. Las comunidades indígenas han tenido un destacado papel porque sienten vulnerados sus derechos, además de actores relacionados a diferentes industrias, que disputan la propiedad de los recursos naturales. Esto se ha evidenciado con mayor nitidez en torno a proyectos como Los Aromos, el que es resistido por distintas comunidades y agrupaciones ambientalistas. Ya en marzo de 2014 hubo una marcha en Pitrufquén convocada por el Movimiento de Acción Social por el Río Toltén que terminó con el

posterior bloqueo de la ruta 5 Sur. Nuevos cortes de la ruta por las protestas se repitieron en diciembre del mismo año⁵³ y las manifestaciones han continuado con diversas marchas.⁵⁴

Pese a que existen seis centrales hidroeléctricas en operación en la Región de la Araucanía (Maisan, Donguil, Allipén, El Manzano, El Canelo y Trifultruful), los conflictos sociales que se registran no tienen que ver con el funcionamiento de éstas, sino con la aparición y aprobación de nuevos proyectos hidroeléctricos en la zona, en su mayoría como mini centrales, o centrales de pasada, las cuales, a diferencia de los mega proyectos hidroeléctricos, no necesariamente pasan por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, y si les corresponde su ingreso, no necesariamente es a través de estudios de impacto ambiental, pueden ser a través de declaraciones de impacto ambiental, de acuerdo a la normativa vigente.

Como se ve a continuación, la mayoría de las críticas y resistencias a los proyectos hidroeléctricos guarda relación con los impactos ambientales y sobre comunidades humanas de éstos, sin embargo, el origen de la reticencia generada por estos proyectos en las comunidades locales tiene que ver, por un lado, con la legislación vigente en torno a propiedad del agua, y por otro lado, con experiencias previas de otras localidades de diferentes cuencas con el establecimiento de centrales hidroeléctricas.

El 22 de marzo del año 2015, la Red de Defensa de los Territorios de la Araucanía emitió un comunicado sobre las demandas y propuestas de este organismo en torno a las problemáticas ambientales que afectan la región que analiza el régimen jurídico y político de las aguas en Chile, señalando: "El actual régimen, herencia de la dictadura militar, ha posibilitado grotescamente que las aguas sean una mercancía, donde diversos particulares y empresas afuerinas la transan en el mercado como un bien privado, dando lugar a especulaciones y grupos mercenarios, dedicados al lucro a costa de la apropiación de las aguas y mayoritariamente para dar pasos a proyectos atentatorios que dañan los territorios, ecosistemas y a las poblaciones locales. Son cientos las concesiones de derechos de agua otorgados por la Dirección General de Aguas para fines de: hidroeléctricas, regadío de agroindustria, pisciculturas salmoneras, sin que se respeten los derechos y decisiones de las poblaciones locales".

Evidenciando un problema que será reiteradamente denunciado por parte de comunidades mapuches potencialmente afectadas con la construcción de centrales hidroeléctricas en, o cercanas a sus territorios, la Red de Defensa de los Territorios de la Araucanía indicaría la urgencia de que se aplicasen las normas internacionales de derechos "en el caso de los Pueblos indígenas el Convenio 169 de la OIT y la declaración ONU, que versan sobre la protección de recursos naturales, lugares sagrados y prioridades en desarrollo. Por su parte, los tratados

⁵³ *La Opiñón*, diario electrónico, 26 de diciembre de 2014.

⁵⁴ *El Austral*, Temuco, 19 de marzo, 2016.

internacionales en materia de libre determinación y desarrollo social, económico y cultural que son vinculantes al estado chileno y deben ser acatados".⁵⁵

En cuanto a la experiencia específica de proyectos en la Región de La Araucanía, fundamentalmente son dos los conflictos contra proyectos hidroeléctricos que han tenido mayor visibilidad en el último tiempo: el caso del proyecto Central Hidroeléctrica Panguí y el proyecto Central Hidroeléctrica Los Aromos.

Panguí

El proyecto de una futura central hidroeléctrica en la confluencia de los ríos Panguí y Relicura, en la comuna de Curarrehue, causó rechazo y movilizaciones sociales desde su planificación. Efectivamente, se pueden identificar movilizaciones desde mediados del año 2011, cuando la empresa Torrente Eléctrica S.A. ingresó el proyecto Central Hidroeléctrica Panguí, de 9 MW, al Sistema de Evaluación Ambiental por medio de una Declaración de Impacto Ambiental. En dicha declaración, Torrente Eléctrica (la empresa titular) declaraba cumplir con la normativa ambiental vigente y no generar impactos ambientales significativos, por lo cual no consideraba necesario someterse a un Estudio de Impacto Ambiental⁵⁶. A partir de este momento, se iniciaron reuniones de información y organización a nivel comunitario para oponerse al proyecto. Una primera aproximación se basa en que la central afectaría la biodiversidad, la actividad agropecuaria de pequeños productores y el turismo de la zona⁵⁷, sin embargo, una revisión de las actividades y publicaciones de medios de comunicación revela una mayor profundidad en la raíz del conflicto. A partir de las declaraciones de organizaciones y líderes comunales opositores al proyecto hidroeléctrico Panguí, éste habría de ser objetado por dos grandes razones: lo que consideraban como irregularidades en la gestión del proyecto para ingresar al Sistema de Evaluación Ambiental y el potencial impacto que el establecimiento de esta central de pasada podría generar en términos ambientales y culturales.

El hecho de que el titular presentase una Declaración de Impacto Ambiental en lugar de someterse a un Estudio de Impacto Ambiental generó reticencia en los diversos actores sociales involucrados. Sobre esto, Hernando Silva, miembro del equipo jurídico de Observatorio Ciudadano, ONG de defensa de los derechos humanos y derechos de los pueblos indígenas, señaló: "Es una mera declaración del proponente, donde la empresa simplemente declara que no hace ningún daño. En un intento por maquillar estos proyectos de centrales hidroeléctricas de paso como centrales de bajo impacto, cuando es claro que en innumerables ocasiones dichas inversiones no respetan los derechos de las personas"⁵⁸. La crítica tenía que

⁵⁵ "Manifiestos por la tierra, las aguas, los territorios y la vida", *Mapuexpress*, 22 de abril de 2015

⁵⁶ Declaración de Impacto Ambiental Proyecto Central Hidroeléctrica Panguí, Región de la Araucanía. GESAM consultores, 21 de julio 2011.

⁵⁷ "Región de la Araucanía: Rechazo a Proyectos Hidroeléctricos en Currarehue", *mapuexpress*, 9 de septiembre 2011, <http://ecoterritorios.blogspot.cl/2011/10/region-de-la-araucania-rechazo.html>

⁵⁸ José Luis Vargas, "Sin estudio de impacto ambiental y con fuerte rechazo ciudadano empresa busca instalar Proyecto Hidroeléctrico Panguí en Curarrehue", *Mapuexpress*, 15 de septiembre 2011.

ver con el contenido de la Declaración que señalaba que no había asentamientos mapuches en el área del proyecto, ni zonas de significancia cultural. Contrastando con la Declaración de la empresa, Silva señaló que se debía realizar un proceso de consulta a las comunidades que serían afectadas, ajustándose a los estándares de derecho que fija el Convenio 169 de la OIT. Otro de los puntos reprochados por ciudadanos opositores al proyecto, agrupados bajo el Movimiento por la Defensa del Territorio de Curarrehue, es que al presentar una Declaración de Impacto Ambiental, la empresa estaba eludiendo la responsabilidad de realizar consultas ciudadanas contempladas en los Estudios de Impacto Ambiental y en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente⁵⁹.

El proyecto Central Hidroeléctrica Pangui fue aprobado por la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de la Araucanía, señalando que la construcción y funcionamiento de la central hidroeléctrica no afectaría directamente a comunidades indígenas protegidas, ni a ningún asentamiento humano ni sitios arqueológicos de valor patrimonial cultural, certificando que el proyecto Pangui cumplía con todos los requisitos ambientales⁶⁰.

Si bien la oposición a la Central Hidroeléctrica tuvo menor visibilidad que en otros casos, como en la Región del Biobío, la acción ciudadana y de comunidades mapuches contra el proyecto energético continuó, interponiendo un recurso de protección contra la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de la Araucanía. La acción legal fue interpuesta en conjunto por la Comunidad Indígena Juan de Dios Ancamil III; la Junta de Vecinos de Huitraco, de la Comuna de Curarrehue; el Comité de Pequeños Agricultores “Los Copihues de Huitraco”; la Cámara de Turismo de Curarrehue y el Consejo Ambiental de Curarrehue. Los alegatos de los demandantes hacían referencia al impacto que las obras tendrían sobre grupos humanos y sitios arqueológicos mapuches, no contemplados en la Declaración de Impacto Ambiental presentada por el titular del proyecto. Añadido a ello, los demandantes insistieron en la necesidad de que el proyecto ingresara al Sistema de Evaluación Ambiental a través de un Estudio de Impacto Ambiental, el cual obligaba a la empresa y el Estado a realizar consultas ciudadanas y a comunidades mapuches, pero el recurso de protección fue rechazado por los tribunales correspondientes⁶¹.

Los Aromos

El proyecto Central Hidroeléctrica Los Aromos de la empresa Saltos de los Andes S.A. busca instalarse en la desembocadura del río Allipén con el río Toltén, en la comuna de Freire. El año

⁵⁹ “Proyecto Hidroeléctrico Curarrehue: comunidad emplazó a empresa”, *Mapuexpress*, 27 de septiembre 2011.

⁶⁰ Comisión de Evaluación de Proyectos de la Región de la Araucanía, Resolución Exenta n°91/2013, Temuco, 15 de abril 2013.

⁶¹ Recurso de protección contra la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de la Araucanía, Corte de Apelaciones de Temuco, Temuco, 16 de septiembre 2013, foja 210.

2014, durante la etapa inicial del Estudio de Impacto Ambiental, diversos actores sociales opositores al proyecto hidroeléctrico se reunieron y organizaron, creando agrupaciones sociales que realizarían diversas actividades para obstaculizar e impedir la construcción de la central. El grupo de acción ciudadana más relevante es “No a la central hidroeléctrica del Toltén”, el cual comenzó a reunirse en 2014 con representantes comunitarios. La oposición al proyecto no se daría sólo a nivel ciudadano, sino también de autoridades políticas locales, como el caso de la Consejera Regional Jacqueline Romero, quien declararí a la prensa que el proyecto, "Se hizo a espaldas de la comunidad, no se consultó, y Ríe [sic] muy fuerte el impacto que produjo a nivel de cuenca del Toltén porque esto va a producir un impacto tanto río arriba como río abajo y es por eso que comunas como Teodoro Schmidt y Toltén se están sumando a estas manifestaciones, porque se va a afectar todo el proceso natural de la cuenca del Toltén, por lo tanto la comunidad no quiere ninguna medida de mitigación ni de compensación"⁶².

Un segundo sector de oposición al proyecto hidroeléctrico Los Aromos surgió desde las comunidades mapuche de Freire, las cuales en febrero de 2014 emitieron un comunicado expresando su rechazo, señalando: “1.-Revindicamos nuestro derecho al control territorial en nuestro Lof, por lo tanto, no autorizamos ningún ingreso a nuestro territorio por parte de agentes externos a las comunidades. 2.- Hacemos público nuestro unánime rechazo a este proyecto que lesiona en lo sustancial nuestros espacios sagrados Leufú Toltén y Allipén, lo que lo hace incompatible con nuestra vida espiritual y cosmovisión. 3.- Este proyecto daña tanto a las comunidades mapuche asentadas durante milenios en este territorio, como a las comunas de Pitrufrquén y Freire en su conjunto y a las comunidades mapuche que hacen uso tradicional de este espacio en toda su extensión. 4.- Hacemos un llamado a las Comunidades Mapuche, organizaciones Mapuche y Organizaciones de la Sociedad civil a sumarse a nuestro Movimiento de resistencia a esta nueva agresión al Pueblo Mapuche.⁶³”.

El proyecto presentado por la empresa Saltos de los Andes S.A. fue sujeto de observaciones ante el Sistema de Evaluación Ambiental por múltiples agrupaciones y autoridades políticas de la zona, además de diversos organismos de Estado involucrados en los procesos de Evaluación Ambiental. A diferencia de lo sucedido en el caso del proyecto hidroeléctrico Panguí, la I. Municipalidad de Pitrufrquén se opuso al proyecto Los Aromos, enviando un oficio a la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, expresando su rechazo al proyecto y la necesidad de mayores estudios en torno al impacto sobre la biodiversidad de la zona, sobre el turismo, los cauces y caudales del río Toltén, así como los usos del suelo, y la necesidad de recabar mayores antecedentes sobre sitios arqueológicos, patrimonio cultural y desarrollo histórico de asentamientos indígenas en la zona, no contemplados en el Estudio de Impacto Ambiental inicial propuesto por la empresa⁶⁴.

⁶² *Diario Austral*, Temuco, 30 de marzo 2014.

⁶³ Equipo Editorial, “Comunidades mapuche se pronuncian contra proyecto hidroeléctrico en río Toltén”, *El Desconcierto*, diario electrónico, 19 de febrero 2014.

⁶⁴ Oficio Ordinario n°330 de la Municipalidad de Pitrufrquén, 01 de abril 2014.

Igualmente, y tal como está contemplado en el proceso de evaluación, el Servicio de Evaluación Ambiental de la Araucanía se informó de las demandas, preocupaciones y objeciones de comunidades mapuches y organizaciones sociales. La Comunidad Indígena Andrés Antillanca rechazó el proyecto en base al impacto que éste tendría en el flujo del río y el medioambiente de su entorno, y a la intervención de tierras protegidas por la Ley Indígena 19.253⁶⁵. La Comunidad Indígena Lefitrai Antivil, en la comuna de Freire, también rechazó el proyecto Los Aromos en razón de que sus tierras quedarían sujetas a inundación en el proceso de construcción de la central⁶⁶. La Comunidad Indígena José Carvajal, de la comuna de Freire manifestó su oposición en razón de los cambios en el cauce del río Toltén, y el impacto en sus actividades agropecuarias, empresariales y turísticas en el sector⁶⁷. Estas preocupaciones se ven reiteradas en misivas enviadas a la Dirección Regional de Servicio de Evaluación Ambiental por parte de la Comunidad Indígena José María Huaiquimilla de la comuna de Freire⁶⁸, Comunidad Juan Caniupan de la comuna Freire⁶⁹, la Asociación Indígena Trawun Mapu Maile Allipén de la comuna de Freire⁷⁰, Comunidad Indígena Millape Flores de la comuna Pitrufrquén⁷¹, Comunidad Indígena Francisco Marilef de la comuna de Pitrufrquén⁷², y la Comunidad Indígena Mariano Epulef Llanicali de la comuna de Pitrufrquén⁷³.

Otras organizaciones sociales también dirigieron misivas a la Dirección Regional de la Araucanía del Servicio de Evaluación Ambiental. El Grupo de Movimiento Social de acción por el Toltén también presentó un informe al SEA, argumentando vacíos en el estudio respecto a las áreas de influencia sobre las cuales se manifestarían los impactos del proyecto, así como el nivel de éstos en las áreas de turismo, biodiversidad, espacios hidrogeológicos, medio ambiente y clima⁷⁴. De igual forma la Cámara de Turismo de Freire manifestó su oposición en razón a la obstaculización de las actividades propias del gremio⁷⁵, preocupación que se ve

⁶⁵ Parte n° 3-228 de la Comunidad Indígena Andrés Antillanca a la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, Temuco, 27 de marzo 2014.

⁶⁶ Parte 4-7 de la Comunidad Indígena Lefitrai Antivil a la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, Temuco, 25 de marzo 2014.

⁶⁷ Parte 4-8 de la Comunidad Indígena José Carvajal B. a la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, Temuco, 02 de abril 2014.

⁶⁸ Parte 4-9 de la Comunidad Indígena José María Huaiquimilla a la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, Temuco, 02 de abril 2014.

⁶⁹ Parte 3-201 de la Comunidad Indígena Juan Caniupan a la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, Temuco, 30 de marzo 2014.

⁷⁰ Parte 3-202 de la Asociación Indígena Trawun Mapu Maile Allipén a la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, Temuco, 31 de marzo 2014.

⁷¹ Parte 3-208 de la Comunidad Indígena Millape Flores a la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, Temuco, 31 de marzo 2014.

⁷² Parte 3-209 de la Comunidad Indígena Francisco Marilef a la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, Temuco, 31 de marzo 2014.

⁷³ Parte 3-225 de la Comunidad Indígena Mariano Epulef Llanicali a la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, Temuco, 31 de marzo 2014.

⁷⁴ Oficio n°1 del Grupo Movimiento Social de Acción por el Toltén a la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, Temuco, 02 de abril 2014.

⁷⁵ Parte 4-11 de la Cámara de Turismo de Freire a la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, Temuco, 02 de abril 2014.

reiterada en las misivas de la Asociación Gremial Guías de Pesca Recreativa Leufu Toltén A.G.⁷⁶, y del Club Deportivo River Toltén de Pitrufrquén⁷⁷.

Las manifestaciones sociales de oposición al proyecto hidroeléctrico Los Aromos no se agotaron en la utilización de los canales institucionales contemplados en la Ley 19.300, existiendo diversas actividades sociales, artísticas y culturales contra la construcción de la Central. Así, entre el año 2014 y 2015 se registran múltiples ceremonias mapuches, marchas y manifestaciones públicas, entre ellas cortes de caminos en la Ruta 5 Sur. Adicionalmente, el proyecto Central Hidroeléctrica Los Aromos recibió observaciones por parte del Servicio Nacional de Pesca, la Municipalidad de Pitrufrquén, el SAG, SERNAGEOMIN, la SEREMI de Agricultura, la SEREMI Medioambiente, el Servicio Nacional de Turismo, la SEREMI de Vivienda y Urbanismo, DGA, DOH, CONAF, CONADI, Superintendencia de Servicios Sanitarios, Consejo de Monumentos Nacionales y la SEREMI de Salud.⁷⁸ En base a estas múltiples observaciones, la empresa Saltos de los Andes solicitó extender el plazo final para el procedimiento de evaluación del proyecto por parte del Servicio de Evaluación Ambiental, con el propósito de responder a observaciones, rectificaciones y ampliaciones del Estudio de Impacto Ambiental. Esta solicitud fue acogida por la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, postergando el plazo límite de evaluación del proyecto Los Aromos hasta el 30 de abril del 2016⁷⁹, siendo posteriormente aplazado hasta abril del 2017.

2.5 Infraestructura hidroeléctrica existente actualmente en las cuencas

En esta sección se presentan brevemente las distintas centrales hidroeléctricas existentes en las tres cuencas del estudio, más las centrales en construcción y los proyectos de centrales en evaluación ambiental.

Cuenca del Río Maule

Centrales hidroeléctricas y transmisión

En la Tabla 26 se listan las centrales hidroeléctricas en operación, en construcción y los proyectos de centrales que ya han entrado a evaluación en el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). Las centrales en operación y en construcción se muestran en la Figura 22, indicadas con un número, que en la tabla se pueden buscar por la columna ID.

⁷⁶ Parte 4-12 de la Asociación Gremial Guías de Pesca Recreativa Leufu Toltén A.G. a la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, 02 de abril 2014.

⁷⁷ Parte 4-16 del Club Deportivo River Toltén de Pitrufrquén a la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, 02 de abril 2014.

⁷⁸

http://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesEvaluacion.php?modo=ficha&id_expediente=2128971021

⁷⁹ Resolución Exenta n°238 de la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, Temuco, 7 de octubre 2015.

Tabla 26. Listado de centrales hidroeléctricas en operación, construcción y evaluación ambiental en la cuenca del Maule a) centrales en operación y en construcción y b) proyectos en evaluación.

a) Centrales en operación y en construcción

ID	Nombre Central	Propietario	Potencia (MW)	Estado
1	Purísima	Enerbosch S.A.	0,4	En Operación
2	Providencia	Hidroeléctrica Providencia S.A.	14,1	En Operación
3	Lircay	Hidromaule S.A.	19	En Operación
4	Mariposas	HidroLircay S.A.	6,3	En Operación
5	San Clemente	Colbún S.A.	5,9	En Operación
6	San Ignacio	Colbún S.A.	36,9	En Operación
7	Chiburgo	Colbún S.A.	19,2	En Operación
8	Colbún	Colbún S.A.	472,8	En Operación
9	Machicura	Colbún S.A.	94,8	En Operación
10	Pehuenche	Empresa Eléctrica Pehuenche S.A.	568,3	En Operación
11	Roblería	Generadora Eléctrica Roblería Ltda.	4	En Operación
12	Central Hidroeléctrica Embalse Ancoa	Hidroeléctrica Embalse Ancoa Spa	27	En Construcción
13	Los Hierros	Empresa Eléctrica Aguas Del Melado S.A.	25	En Operación
14	Loma Alta	Empresa Eléctrica Pehuenche S.A.	39,9	En Operación
15	Central Hidroeléctrica Los Cóndores	Endesa S.A.	150	En Construcción
16	Curillínque	Empresa Eléctrica Pehuenche S.A.	91,8	En Operación
17	Isla*	Endesa	69,9	En Operación
18	Ojos De Agua	Endesa Eco S.A.	9	En Operación
19	Cipreses	Endesa	105,8	En Operación
20	Central Hidroeléctrica La Mina	Colbún S.A.	34	En Construcción
TOTAL			1.794,1	

Fuente: elaboración propia en base a shapes del Ministerio de Energía (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

Fuente: Resolución Exenta N° 701, del 29/12/2015, de la Comisión Nacional de Energía.

* Centrales Isla U1 e Isla U2 de 34,94 MW cada una.

b) Proyectos en evaluación

ID	Nombre Proyecto	Propietario	Potencia (MW)	Estado
1	Central Hidroeléctrica Chupallar Obras De Generación Y Transmisión	Empresa Eléctrica Chupallar Spa	19	En Evaluación*
2	Central Hidroeléctrica Túnel Melado Obras De Generación Y De Transmisión	Besalco S.A.	3	En Evaluación*
3	Proyecto Hidroeléctrico Achibueno Centinela	Hidroeléctrica Centinela S.A.	105	En Evaluación*
4	Proyecto Hidroeléctrico Achibueno El Castillo	Hidroeléctrica Centinela S.A.	30	En Evaluación*
5	Central Hidroeléctrica Embalse Bullileo	Transantartic Energía S.A.	8	En Evaluación*
6	Proyecto Central Hidroeléctrica De Pasada Perquilauquén	Empresa Eléctrica Perquilauquén Spa	17	En Evaluación*
TOTAL			182	

Fuente: elaboración propia en base a Comisión Nacional de Energía (diciembre 2015) y SEA (diciembre 2015).

* Centrales con RCA aprobadas.

Central Chupallar: RCA diciembre de 2015. En Resolución Exenta N° 701, del 29/12/2015, de la Comisión Nacional de Energía no figura en listado de proyectos en construcción. De acuerdo a la CDEC (reporte diciembre 2015) se tenía fecha estimada para el inicio de obras en junio de 2015.

Central Túnel Melado: RCA abril de 2013. En Resolución Exenta N° 701, del 29/12/2015, de la Comisión Nacional de Energía no figura en listado de proyectos en construcción. De acuerdo a la CDEC (reporte diciembre 2015) se tenía fecha estimada para el inicio de obras en enero de 2015.

Central Centinela y Castillo (Proyecto Achibueno): RCA enero de 2011, por caducidad de RCA, da cuenta de inicio de obras mediante Resolución Exenta N° 1.692, del 22/12/2015, Servicio de Evaluación Ambiental (la caducidad de la RCA no significa que el proyecto no pueda realizarse). En Resolución Exenta N° 701, del 29/12/2015, de la Comisión Nacional de Energía no figura en listado de proyectos en construcción. De acuerdo a la CDEC (reporte marzo de 2016) el inicio de obras se estima para junio de 2016.

Central Bullileo: RCA diciembre de 2013. En Resolución Exenta N° 701, del 29/12/2015, de la Comisión Nacional de Energía no figura en listado de proyectos en construcción. De acuerdo a la CDEC (reporte diciembre 2015) no figura en listado.

Central Perquilauquén: RCA septiembre de 2014, En Resolución Exenta N° 701, del 29/12/2015, de la Comisión Nacional de Energía no figura en listado de proyectos en construcción. De acuerdo a la CDEC (reporte diciembre 2015) se tenía fecha estimada para el inicio de obras en octubre de 2015.

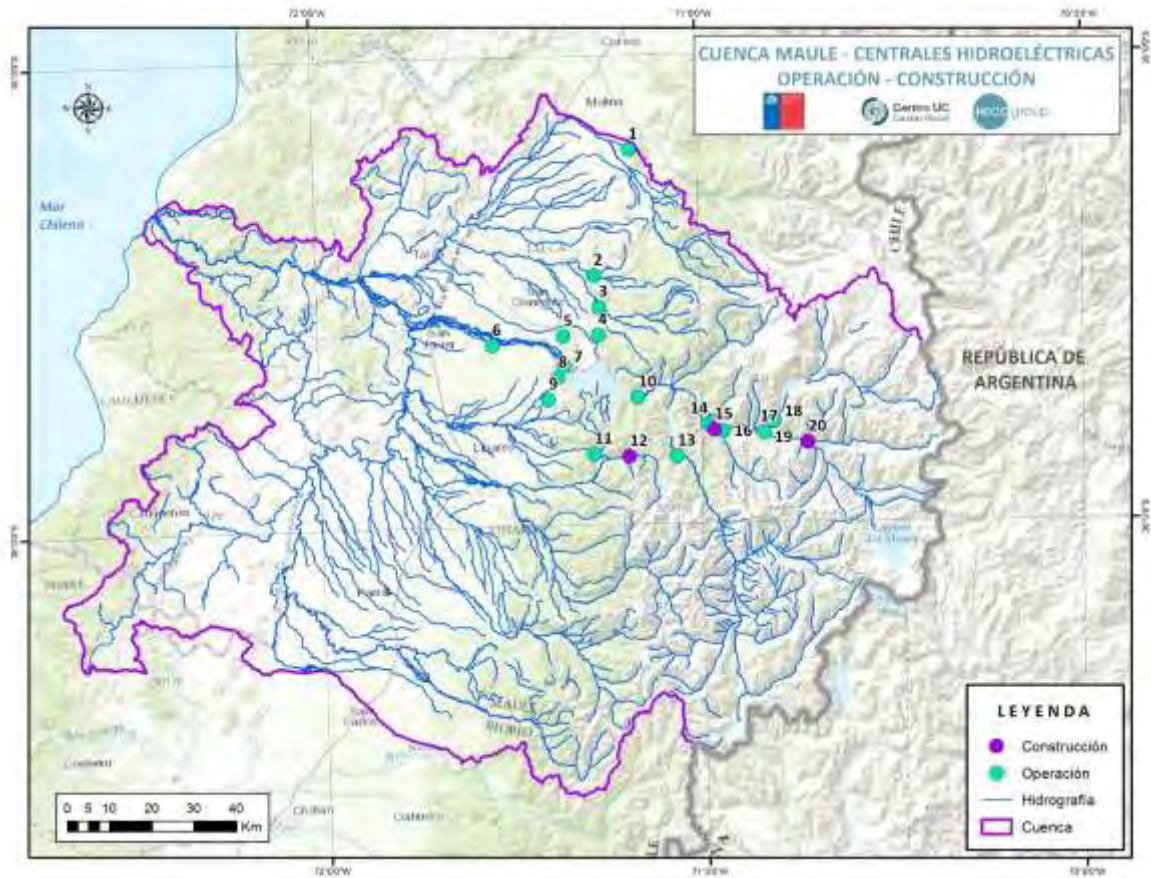


Figura 22. Mapa con las centrales hidroeléctricas en operación y en construcción de la cuenca del Maule.

Fuente: elaboración propia en base a Ministerio de Energía (2014) y CNE (2015).

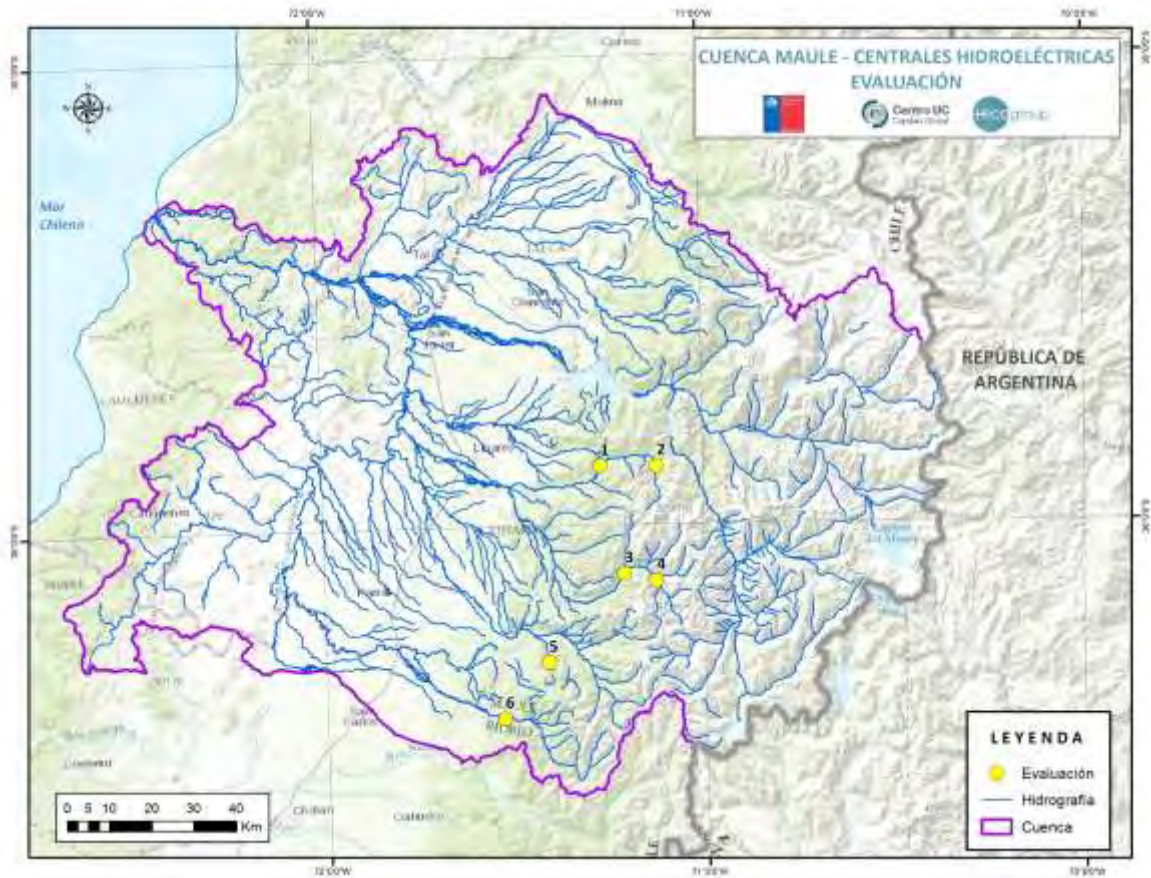


Figura 23. Mapa con los proyectos de centrales hidroeléctricas en evaluación ambiental de la cuenca del Maule.

Fuente: elaboración propia en base a SEA (2015).

La Figura 24 muestra las principales líneas troncales que atraviesan la cuenca del río Maule, las principales subestaciones y los nodos.

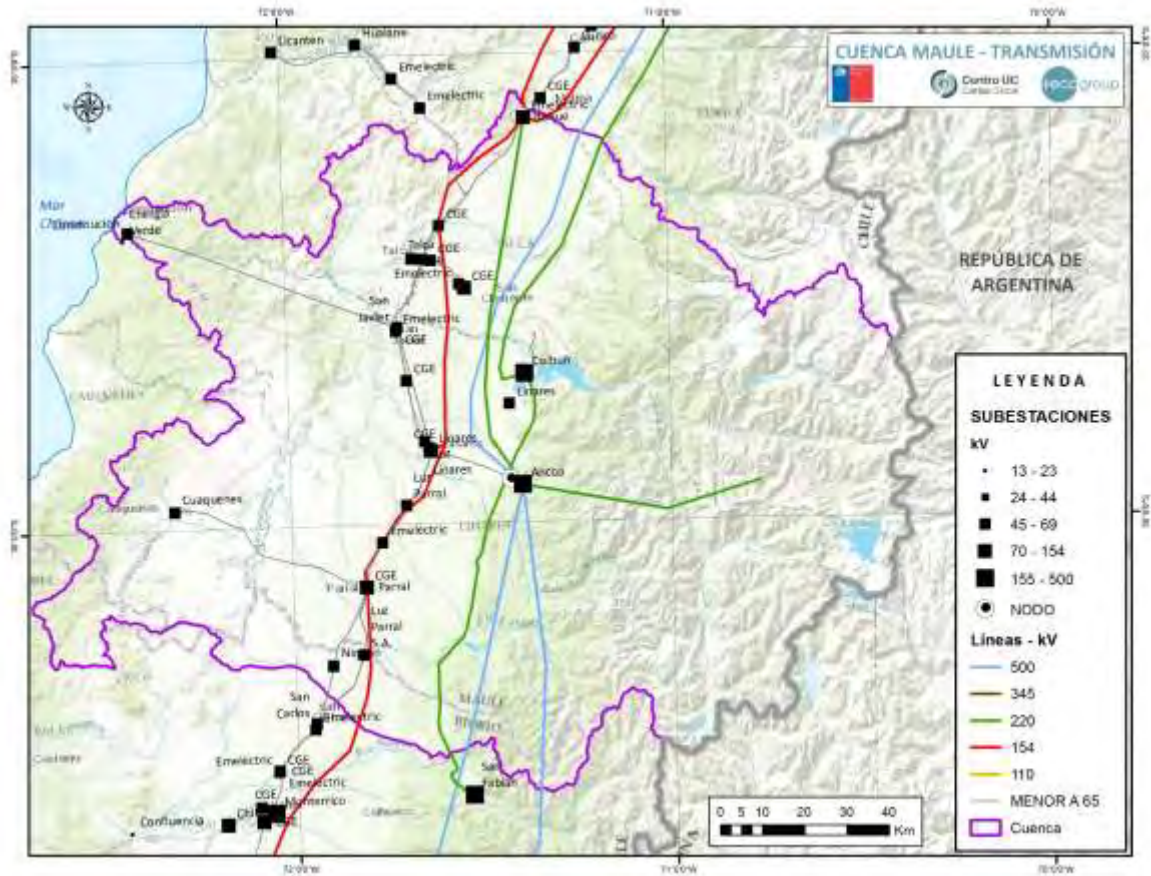


Figura 24. Esquema de las principales líneas de transmisión, nodos y subestaciones en la cuenca del río Maule

Fuente: elaboración propia en base a shapes del Ministerio de Energía (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

Cuenca del Río Biobío

Centrales hidroeléctricas y transmisión

En la Tabla 27 se listan las centrales hidroeléctricas en operación, en construcción y los proyectos de centrales que ya han entrado a evaluación en el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) en la cuenca del Biobío.

Las centrales en operación y en construcción se muestran en la Figura 25, indicadas con un número, que en la tabla se pueden buscar por la columna ID.

Tabla 27. Listado de centrales hidroeléctricas en operación, construcción y evaluación ambiental en la cuenca del Biobío. a) centrales en operación y en construcción y b) proyectos en evaluación en SEIA.

a) Centrales en Operación - Construcción

ID	Nombre Proyecto	Propietario	Potencia (MW)	Estado
1	El Toro	Endesa	448,7	En Operación
2	Antuco	Endesa	319,2	En Operación
3	Abanico*	Endesa	135,8	En Operación
4	Rucue	Colbún S.A.	178,1	En Operación
5	Quilleco	Colbún S.A.	70,7	En Operación
6	El Diuto	Hidroeléctrica Diuto	3,3	En Operación
7	Mampil	DukeEnergy	54,9	En Operación
8	Los Padres	Los Padres Hidro S.A.	2,2	En Operación
9	Peuchén	DukeEnergy	84,9	En Operación
10	Angostura***	Colbún S.A.	321	En Operación
11	Quillaileo**	Ebco Energía S.A.	0,8	En Operación
12	Proyecto Central Hidroeléctrica Río Picoiquén	Hidroangol S.A.	19,5	En Operación
13	Renaico	Mainco S.A.	6,3	En Operación
14	Boquiamargo	Electric San Miguel	1,1	En Operación
15	Pangue	Endesa	465,8	En Operación
16	Ralco	Endesa	689	En Operación
17	Palmucho	Endesa	32	En Operación
		TOTAL	2.833,3	

Fuente: elaboración propia en base a shapes del Ministerio de Energía (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

* Centrales Abanico U1, U2, U3, y U4 de 21,5 MW cada una y Abanico U5 y U6 de 24,92 MW cada una.

** Centrales Quillaileo U1 y U2 de 35,33 MW cada una.

*** Centrales Angostura U1 y U3 de 137,38 MW y U2 de 46,23 MW.

Nota: A diciembre de 2015 –de acuerdo a Resolución Exenta N° 701, del 29/12/2015, de la Comisión Nacional de Energía no figura en listado de proyectos en construcción- la única Central en construcción corresponde a la CP Ñuble, propiedad de Eléctrica Puntilla, sin embargo, ésta no forma parte de la cuenca del Maule.

b) Proyectos en Evaluación Ambiental

ID	Nombre Proyecto	Propietario	Potencia(MW)	Estado
1	Central Hidroeléctrica De Pasada Quilaco	Mainco S.A.	12	En Evaluación*
2	Central Hidroeléctrica Rucalhue	Atiaia Energía Chile Spa	90	En Evaluación
3	Proyecto Hidroeléctrico de Pasada Agua Viva	Hidroeléctrica Agua Viva S.A.	19,5	En Evaluación
		TOTAL	121,5	

Fuente: elaboración propia en base a Comisión Nacional de Energía (diciembre 2015) y SEA (diciembre 2015).

* RCA aprobada:

Central Quilaco: RCA mayo de 2014. En Resolución Exenta N° 701, del 29/12/2015, de la Comisión Nacional de Energía no figura en listado de proyectos en construcción. De acuerdo a la CDEC (reporte diciembre 2015) no tiene fecha estimada para el inicio de obras.

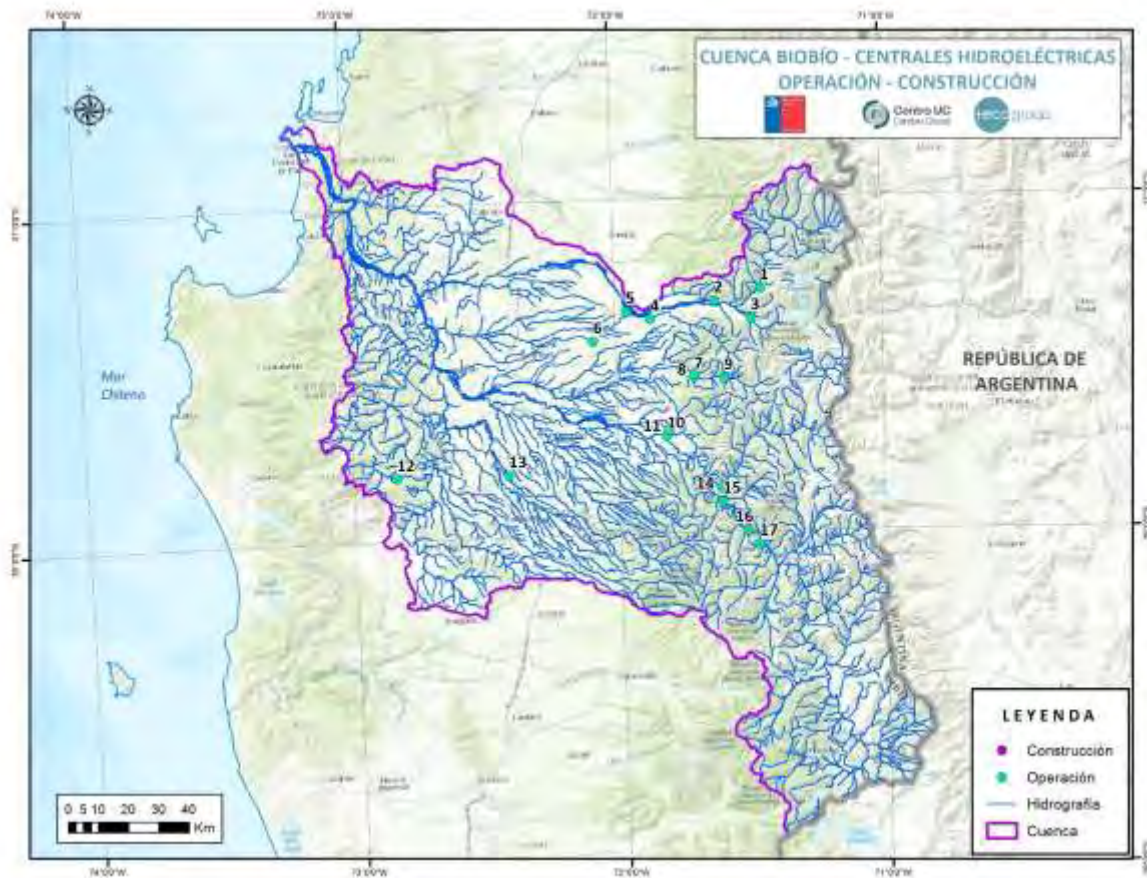


Figura 25. Mapa con las centrales hidroeléctricas en operación y en construcción de la cuenca del Biobío

Fuente: elaboración propia en base a Ministerio de Energía (2014) y CNE (2015).



Figura 26. Mapa con los proyectos de centrales hidroeléctricas en evaluación ambiental de la cuenca del Biobío.

Fuente: elaboración propia en base a SEA (2015).

La Figura 27 muestra las principales líneas troncales que atraviesan la cuenca del río Biobío, las principales subestaciones y los nodos.

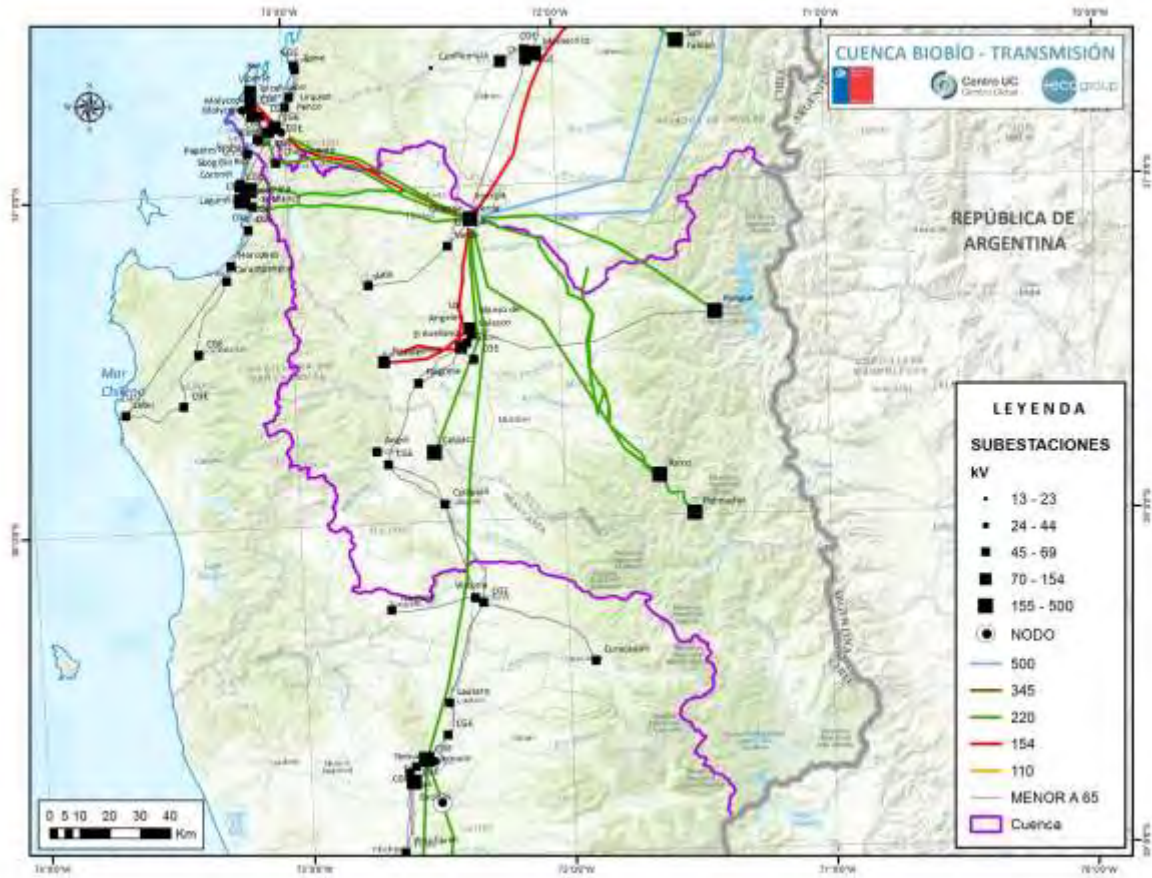


Figura 27. Esquema de las principales líneas de transmisión, nodos y subestaciones en la cuenca del río Biobío

Fuente: elaboración propia en base a shapes del Ministerio de Energía (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

Cuenca del Río Toltén

Centrales hidroeléctricas y transmisión

En la Tabla 28 se listan las centrales hidroeléctricas en operación, en construcción y los proyectos de centrales que ya han entrado a evaluación en el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) en la cuenca del Toltén. Las centrales en operación y en construcción se muestran en la Figura 28.

Tabla 28. Listado de centrales hidroeléctricas en operación, construcción y evaluación ambiental en la cuenca del Toltén. a) Centrales en operación y en construcción y b) proyectos en evaluación en SEIA.

a) Centrales en Operación - Construcción

ID	Nombre Proyecto	Propietario	Potencia (MW)	Estado
1	El Manzano	Hidroeléctrica El Manzano S.A.	4,8	En Operación
2	El Canelo	Hidrocano	6,0	En Operación
3	Trifultriful	Hidroelec S.A.	0,8	En Operación
4	Central de Pasada Malalcahuello	Latin America Power	19,8	En Construcción
5	Minicentral Hidroeléctrica Las Nieves	Andes Power Spa	6	En Construcción
6	Central de Pasada Carilafquén	Latin America Power	9,2	En Construcción
7	Allipen	Hidroeléctrica Allipen S.A.	2,6	En Operación
8	Maisan	Hidroeléctrica Maisan Spa	0,6	En Operación
9	Donguil	DonguilEnergia	0,25	En Operación
		TOTAL	50,05	

Fuente: elaboración propia en base a shapes del Ministerio de Energía (*ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV*).

Fuente: Resolución Exenta N° 701, del 29/12/2015, de la Comisión Nacional de Energía.

b) Proyectos en Evaluación Ambiental

ID	Nombre Proyecto	Propietario	Potencia (MW)	Estado
1	Central Hidroeléctrica Los Aromos	Minicentral Hidroeléctrica Saltos De Los Andes S.A.	19,9	En Evaluación
2	Proyecto Minicentral Hidroeléctrica De Pasada Río Cherquén	Compañía Hidroeléctrica Cherquén S.A.	10	En Evaluación
3	Central Hidroeléctrica Llancalil (reingreso)	Inversiones Huife Ltda.	6,9	En Evaluación
4	Proyecto Central Hidroeléctrica Panguí	Rp El Torrente Eléctrica S.A.	9	En Evaluación
5	Central Hidroeléctrica Anihuerraqui	Gtd Negocios S.A.	9	En Evaluación
		TOTAL	54,8	

Fuente: elaboración propia en base a SEA (2015).

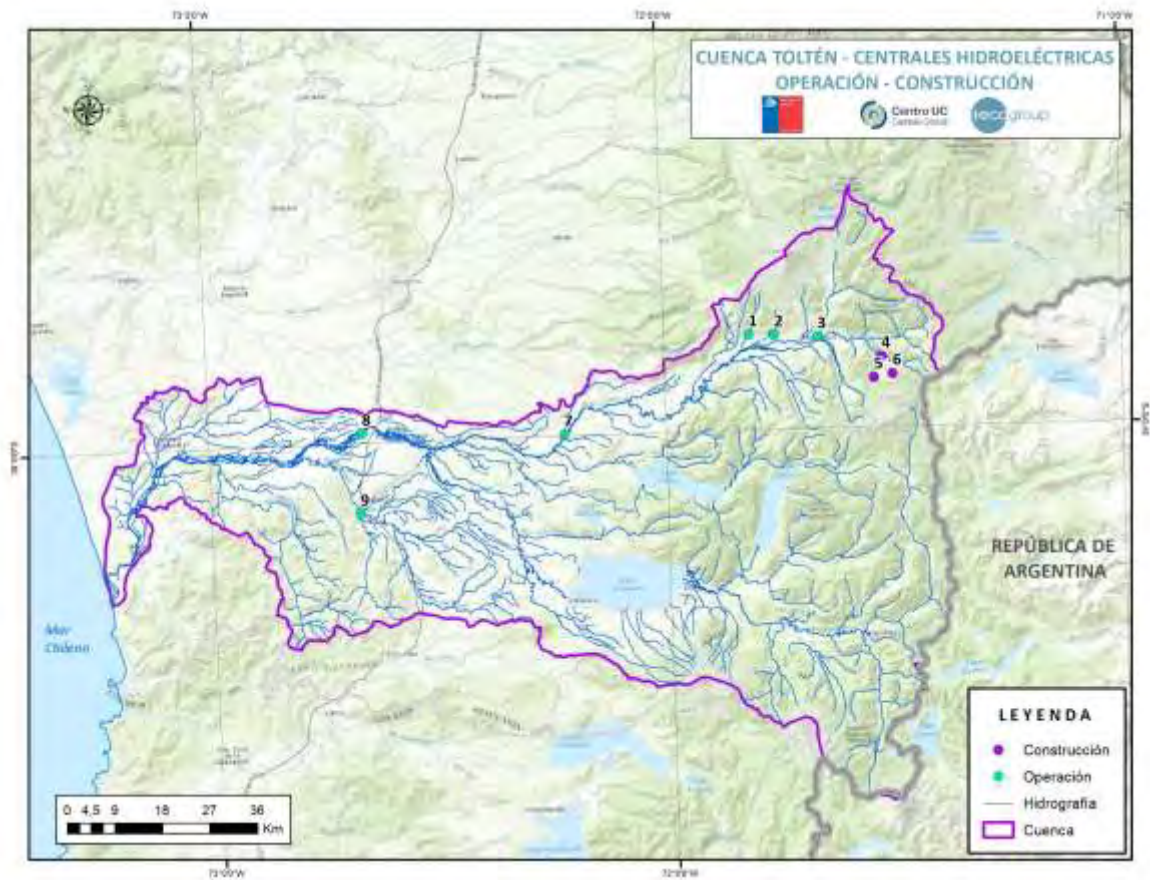


Figura 28. Mapa con las centrales hidroeléctricas en operación y en construcción de la cuenca del Toltén

Fuente: elaboración propia en base a Ministerio de Energía (2014) y CNE (2015).



Figura 29. Mapa con los proyectos de centrales hidroeléctricas en evaluación ambiental de la cuenca del Toltén.

Fuente: elaboración propia en base a SEA (2015).

La Figura 30 muestra las principales líneas troncales que atraviesan la cuenca del río Toltén, las principales subestaciones y los nodos.



Figura 30. Esquema de las principales líneas de transmisión, nodos y subestaciones en la cuenca del río Toltén

Fuente: elaboración propia en base a shapes del Ministerio de Energía (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV).

2.6 Análisis de mecanismos de buena gobernanza de proyectos hidroeléctricos

En este capítulo, se recogen los principales mecanismos de buena gobernanza que fueron identificados por los actores que participaron en las distintas etapas de este estudio, ya sea en talleres, entrevistas o seminarios. Para efectos de este estudio, se consideró que los mecanismos de buena gobernanza correspondían a prácticas y actividades llevadas a cabo por la industria hidroeléctrica, que las comunidades reconocen como positivas. Las buenas prácticas que se sugieren a continuación se basan en las críticas y sugerencias esgrimidas por los actores entrevistados en las diferentes instancias de interacción durante el estudio, tanto sobre la realización del estudio mismo como en relación a las experiencias que han tenido con proyectos hidroeléctricos y al desarrollo hidroeléctrico en general.

a) Reconocimiento de las opiniones y oportunidades de participación

Se ha valorado la oportunidad de ser escuchados y de entregar una opinión sobre un determinado proyecto, en aquellos casos donde se les ha permitido hacerlo. En general hay una demanda importante de espacios participativos donde la gente pueda expresar su sentir.

b) Calidad y cantidad de la información manejada

Los actores han señalado también que valoran aquellos procesos en el que existe información fácil de entender y disponible para todos. De esa forma sienten mayor seguridad respecto al proyecto que se les está presentando, en especial cuando se les muestran en detalle distintas alternativas energéticas y los diversos impactos posibles. En general, la gente que entregó su opinión piensa que hay una falta de cercanía por parte de los titulares y de que sus acciones serían poco transparentes, lo que genera la desconfianza que luego puede alimentar un conflicto.

De la misma forma, se señala que los titulares deberían contar con información de calidad del territorio donde buscan instalar el proyecto, de tal forma de poder entender realmente qué significa la instalación de éste y así diseñarlo de una forma amigable.

De lo anterior se desprende que una sugerencia para la buena gobernanza es asegurar la fluidez y la transparencia en la información, generándose investigación clara y de acceso público e instando a las empresas a que informen debidamente de sus proyectos y de su actuar en general.

c) Ordenamiento territorial en el tema energético

Algunos participantes han manifestado la necesidad de contar con políticas estatales que ordenen los recursos energéticos y que estas políticas estén relacionadas con la regulación de

otros elementos como lo son el uso del agua tanto para temas productivos como para el consumo humano. En esta línea, se ha señalado, por ejemplo, que debiese existir una política nacional que considere y proteja a las cuencas en específico.

Se sugiere fomentar un ordenamiento territorial que permita un uso más eficiente de la energía, una mejor distribución de los beneficios y la protección del medio ambiente.

d) Proteger a las personas afectadas

También se ha señalado que el Estado podría mejorar su protección a las personas. Por esto, se debiese avanzar en la evaluación de los proyectos de generación hidroeléctrica, ahondando más en los aspectos sociales que se ven alterados por el impacto que producen.

Al mismo tiempo, se han mencionado casos en que, al intentar proteger a los afectados por un determinado proyecto, se han producido mayores problemas sociales, ya que las comunidades tienden a dividirse entre ellas ante el sentimiento de injusticia que les deja el reparto, no siempre acertado, de compensaciones ofrecidas, producto del desconocimiento del territorio por parte del titular.

Así, en forma de sugerencias de buenas prácticas y gobernanza, se recomienda que los *stakeholders* afectados deben ser primeramente considerados, compensados y apoyados, de forma justa y en acuerdo con la comunidad.

e) Mejorar los equipos de evaluación

Otro mecanismo de buena gobernanza es el robustecimiento de los equipos técnicos de evaluación. Algunos participantes señalan que los profesionales del sector público que participan de la evaluación de los proyectos tienen poco tiempo, por lo que se dedican muy pocas horas a la evaluación y no pueden dar un buen informe de las condiciones del lugar. Es por esto que se sugiere mejorar las capacidades técnicas para que se puedan realizar mejores evaluaciones.

f) Fortalecimiento de los municipios:

En relación a los puntos anteriores, algunos participantes refieren que el Municipio local podría constituirse como un una buena escala o nivel de apoyo a las comunidades en los procesos de evaluación, sobre todo en el acceso a la información. Hay un anhelo de que, por medio del Municipio, la ciudadanía pueda contar con estudios confeccionados con un lenguaje accesible para todos y con más espacios de participación ciudadana.

g) Temas asociados a pueblos originarios

Se sugiere que se considere la cultura mapuche (y, potencialmente, otras culturas presentes en el país) de manera integral en las decisiones relacionadas con la energía hidroeléctrica en este caso, sin atentar contra otras maneras de comprender la naturaleza. Es necesario tener especial consideración con las creencias de los pueblos originarios, de tal manera de promover un desarrollo armonioso con su vida espiritual.

3 Potencial hidroeléctrico

El potencial hidroeléctrico representa la disponibilidad de energía de fuente hidráulica existente en una unidad territorial en particular y se mide en Mega Watts (MW). Para su estimación se propone estimar un potencial parcialmente técnico, puesto que a la disponibilidad total de energía hidráulica se deben adicionar restricciones del tipo legal relacionada con la existencia de Derechos de Aprovechamiento de Aguas no Consuntivos (DAANC), así como restricciones básicas que permiten descartar potenciales muy pequeños o aquellos explotables con muy bajos factores de planta (FP). Para este estudio, se propone una modificación de la metodología descrita en el anterior estudio de cuencas según la cual los potenciales se asignan a nivel de sub-subcuenca. Esta metodología, a su vez, utiliza los datos del estudio del Ministerio de Energía y GIZ (2014), realizado en conjunto con el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile (DGF). Dicho estudio es un esfuerzo reciente y completo por estimar el potencial hidroeléctrico en términos de potencial hidroeléctrico (MW) y Potencia Media (MW) en el territorio nacional. Recientemente, se ha actualizado la información usada como base por el estudio recién citado, con datos de DAANC de la DGA actualizados al 31 de agosto de 2014, en el contexto del convenio entre el Ministerio de Energía y el DGF. Son estos últimos resultados los utilizados en el presente estudio como base para el cálculo del potencial hidroeléctrico.

Las siguientes subsecciones explican el detalle las distintas actividades abordadas en el presente estudio para identificar y cuantificar el potencial hidroeléctrico en las cuencas de estudio. Según el orden en que se abordan son (Figura 31): (1) descripción de la metodología general utilizada para el cálculo de potenciales hidroeléctricos, (2) actualización de las bases de datos existentes, (3) cálculo del potencial hidroeléctrico a partir de la metodología general y los datos actualizados de entrada, (4) agregación espacial de los potenciales hidroeléctricos a nivel de sub-subcuenca, (5) discusión de otros aspectos relevantes a considerar, y (6) estimación de potencial hidroeléctrico que incorpora los posibles efectos del cambio climático en la zona.

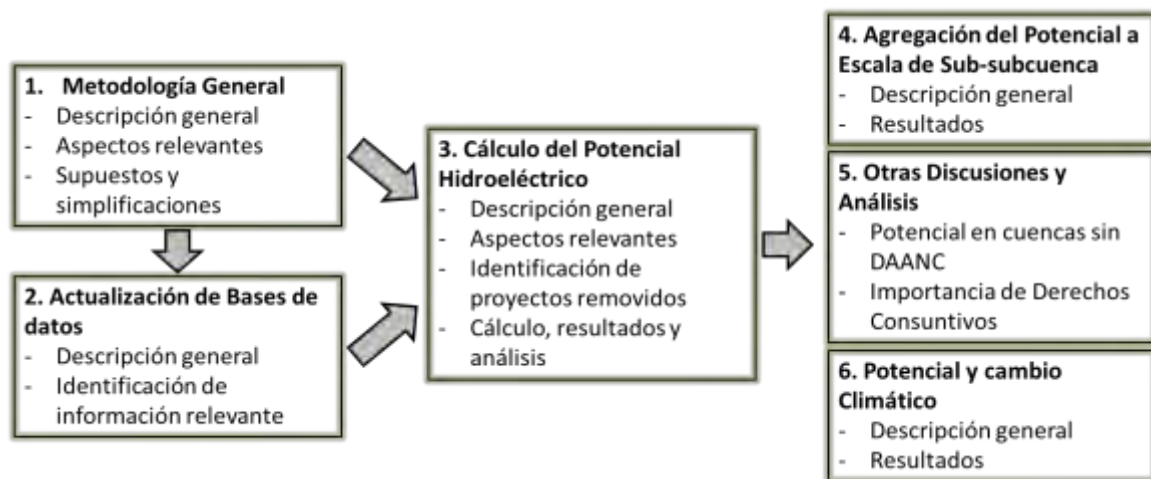


Figura 31. Diagrama de flujo con las distintas actividades para la identificación y cuantificación del potencial hidrológico en la zona de estudio

Fuente: elaboración propia

3.1 Metodología general

El estudio del Ministerio de Energía y GIZ (2014) propone una metodología para calcular los potenciales teóricos brutos que combina: (1) un modelamiento hidrológico que estima los caudales naturales disponibles y su variabilidad temporal y (2) la disponibilidad legal del recurso hídrico, dado por los derechos de aprovechamiento de aguas no consuntivos (DAANC) vigentes al 31 de diciembre de 2012 y publicados por la DGA, cuyos usos no hayan sido definidos o hayan sido declarados como de hidroelectricidad u “otros usos”. Por lo tanto, el método de estimación originalmente propuesto busca utilizar estimaciones de caudales que son representativos de la hidrología de las cuencas involucradas, pero que a la vez están restringidos según la disponibilidad legal vigente. Debido a este enfoque, es posible una subestimación del potencial, la cual sería mayor para el segmento de centrales de menor tamaño, donde aparentan concentrarse las solicitudes en tramitación de DAANC. Vale señalar que esta metodología considera que un conjunto de puntos de DAANC correspondería a un posible proyecto de central hidroeléctrica de pasada, por ello en este capítulo se habla en ocasiones de “potenciales centrales de generación”.

La metodología señalada en Ministerio de Energía y GIZ (2014) considera los siguientes aspectos en el cálculo del potencial. Para mayores detalles, se recomienda consultar el documento original.

- La ubicación de las potenciales centrales de generación se estima a partir de los puntos de restitución asociados a los DAANC existentes, los que se asignan a estas centrales. Por otra parte, las alturas de generación se estiman en función de esta ubicación, así como de la ubicación de los puntos de toma asociados a los DAANC. La metodología identifica la altura de generación que maximiza el potencial.
- Los caudales de diseño de las potenciales centrales se obtienen a partir de la hidrología y los DAANC permanentes y eventuales asociados a estas centrales. El caudal final adoptado corresponde a un refinamiento de los caudales legalmente disponible utilizando los caudales naturales modelados. De este modo, se limita el caudal según el DAANC en los casos en que la disponibilidad hidrológica no sea suficiente (caso en el que se utiliza el caudal medio modelado). Por otra parte, el caudal de derecho se transforma en el límite superior cuando la modelación hidrológica determina un caudal medio mayor. Esto permite incorporar la posible existencia de derechos otorgados para fines no hidroeléctricos que limitarían el potencial hidroeléctrico explotable en una cuenca.

- Los caudales horarios son calculados con el modelo hidrológico VIC (Liang et al., 1994) y simulaciones climáticas del modelo Weather Research & Forecasting (WRF, <http://www.wrf-model.org/index.php>) para un periodo de 19 años (1990 – 2009). Estos caudales agregados a nivel diario permiten estimar la potencia media diaria, la producción promedio anual y el factor de planta (FP), así como determinar los caudales de diseño según lo descrito en el punto anterior. Así, la hidrología, a través de la modelación, juega un papel importante en la definición de los caudales de diseño, ya que cuando los valores del FP calculados son bajos ($FP < 0,3$), se reduce el caudal de diseño hasta que el FP supere 0,5.

Dentro de las simplificaciones adoptadas, se incluyen:

- La no incorporación del efecto de la regulación operacional de embalses asociados a centrales hidroeléctricas.
- La imposibilidad de utilizar derechos de aprovechamiento aguas consuntivos para generación eléctrica, como los utilizados en centrales asociadas a obras de riego (canales y embalses).
- La no consideración de un posible potencial asociado a canales de riego, aunque éste ha sido estimado en 1.270 MW en la zona de estudio, desde la Región de Valparaíso hasta la Región de Aysén.
- La no exclusión del análisis de aquellos proyectos hidroeléctricos sometidos a tramitación ambiental hasta el 31 de diciembre de 2012.
- La metodología propuesta para calcular los caudales de diseño asociados a futuras centrales fue calibrada con 19 proyectos de centrales con su información de diseño ya conocida.
- La metodología para estimar el potencial hidroeléctrico fue validada con ocho centrales en operación actualmente (Alfalfal, Sauzal, Currillínque, Peuchén, Mampil, Pullínque, Pilmaiquén, Capullo). Esta validación arroja una subestimación global del potencial de un 6%, la cual disminuye a un 3% si no se considera la central de embalse Currillínque. Estos resultados se consideran como satisfactorios para efectos de una estimación general del potencial y muestran que hay una leve tendencia a la subestimación del potencial, la que es mayor en caso que la central a instalar tuviera embalse.
- La habilidad de la metodología para identificar proyectos hidroeléctricos vinculados a DAANC se validó asociando potenciales centrales identificadas con centrales hidroeléctricas sometidas a tramitación ambiental que aún no entraban en operación al 31/12/12. La validación fue particularmente exitosa en el caso de potenciales centrales de capacidades menores a 20 MW.

3.2 Actualización de base de datos para el cálculo del potencial

En agosto de 2015, el Ministerio de Energía (ME) renovó su estimación del potencial hidroeléctrico reemplazando el calculado en ME y GIZ (2014). La actualización utiliza la misma metodología descrita en la sección anterior, pero considera bases de datos de los DAANC y de centrales operacionales mejoradas y actualizadas al 31 de agosto de 2014. Esta actualización, preparada por la Dirección General de Aguas (DGA) en conjunto con el Ministerio de Energía, incorpora 252 DAANC otorgados entre enero de 2013 y agosto de 2014, y agrega aproximadamente 1.400 DAANC históricos reprocesados y digitalizados por la DGA. El sitio Web del Explorador DAANC⁸⁰ compara la actualización de los potenciales del 2015 (calculados con la metodología descrita en la sección anterior) con los obtenidos a diciembre del 2012. En términos generales, se estima en 0,7 GW el aumento del potencial hidroeléctrico con respecto a lo calculado por ME y GIZ (2014) para la misma área del estudio original (desde la cuenca del Aconcagua hasta Chiloé).

De este incremento, 0,5 GW se explican por los nuevos DAANC otorgados entre enero de 2013 y agosto de 2014, mientras que los 0,2 GW restantes se explican por los cambios en la información de DAANC para el periodo anterior a 2013. Es de esperar que la DGA, con el tiempo, actualice su base de datos y se terminan de otorgar DAANC, lo que conduciría a una estabilización de la información con respecto a los DAANC. Esto implicaría futuros aumentos en el potencial hidroeléctrico, los que sin embargo debiesen ser cada vez menos significativos. Por otra parte, en estimaciones futuras del potencial se debe restar la contribución de los proyectos a medida que entran en el sistema de evaluación ambiental y, eventualmente, se aprueban y entran en operación.

3.3 Cálculo del potencial hidroeléctrico

La metodología del potencial hidroeléctrico descrita en la primera fase del estudio de cuencas remueve ciertas restricciones de operación y territoriales consideradas en el estudio del ME y GIZ (2014), ya que son incorporadas explícitamente en la metodología de Objetos de Valoración propuesta (OdV). Esto se vuelve a realizar en el presente estudio con los datos actualizados al 31/08/2014 según se describió en la subsección anterior.

De este modo, el cálculo del potencial asociado a posibles centrales de este estudio considera:

1. Reincorporación de potencial previamente eliminado por restricciones territoriales,

⁸⁰ Disponible en: <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/DAANC/>

2. remoción de centrales en operación y construcción no identificadas en la base de datos original,
3. ajustes según el factor de planta y potencial simulado y
4. remoción de centrales en tramitación ambiental.

De esta forma, este estudio replica la metodología de estimación de potencial hidroeléctrico de ME y GIZ (2014), con los datos de DAANC actualizados a agosto de 2014; luego remueve restricciones como se realizó en la primera fase del estudio de cuencas y, finalmente, realiza una estimación de potencial a escala de sub-subcuenca. A continuación, se describen brevemente los detalles de estas restricciones implementadas.

3.3.1 Reincorporación de potencial eliminado por restricciones territoriales

En este caso, el potencial eliminado por restricciones territoriales y que se incorpora nuevamente en el potencial para cada cuenca es el siguiente:

Tabla 29. Potencial inicialmente eliminado por restricciones territoriales que se reincorpora

Cuenca	Potencial eliminado reincorporado (MW)
Maule	0
Biobío	4,1
Toltén	48,7
TOTAL	52,8

Fuente: elaboración propia a partir de Universidad de Chile/DER (2015).

Este dato es calculado y entregado previamente por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile.

3.3.2 Remoción de potencial en base a centrales en operación y construcción

La metodología original remueve el potencial hidroeléctrico asociado a todos los DAANC comprometidos en centrales hidroeléctricas en construcción y en operación hasta el 31/08/14, pero además, es necesario eliminar puntos con potencial asociado a centrales que hayan iniciado su construcción luego de esa fecha y puntos en los que actualmente existan centrales

en operación y que no hayan sido eliminados previamente por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile.

De esta manera, en esta etapa se compara la ubicación de los puntos de posibles proyectos con DAANC con las centrales en construcción y operación. Se detectaron puntos del potencial que aparecen en el mismo lugar donde se ubican obras de tres centrales en operación y de una central en construcción: la central Peuchén en la cuenca del río Biobío y las centrales Roblería, Los Hierros y La Mina (en construcción) en la cuenca del río Maule.

En el caso de la central La Mina (en construcción) y con 34 MW de potencia instalada, se eliminó un punto del potencial con 4 MW que estaba muy cercano a dicha central en construcción. En el caso de las centrales en operación -Peuchén (en la cuenca del Biobío) y Roblería y Los Hierros (en la cuenca del Maule)-, se decidió eliminar puntos del potencial por 46,5 MW. La Figura 32 muestra gráficamente ejemplos de puntos eliminados del potencial hidroeléctrico al existir una central previamente en operación.

La Tabla 30 muestra estas centrales usadas para la eliminación de puntos del potencial, donde se diferencia la potencia instalada o declarada por las centrales existentes o en construcción y el potencial eliminado en cada caso. Usando este criterio, se eliminan en total 50,5 MW del potencial hidroeléctrico simulado (UCHILE/DER, 2015): 4 MW por la cercanía a la central en construcción La Mina y 46,5 MW por puntos con potencial cercanos a centrales en operación.

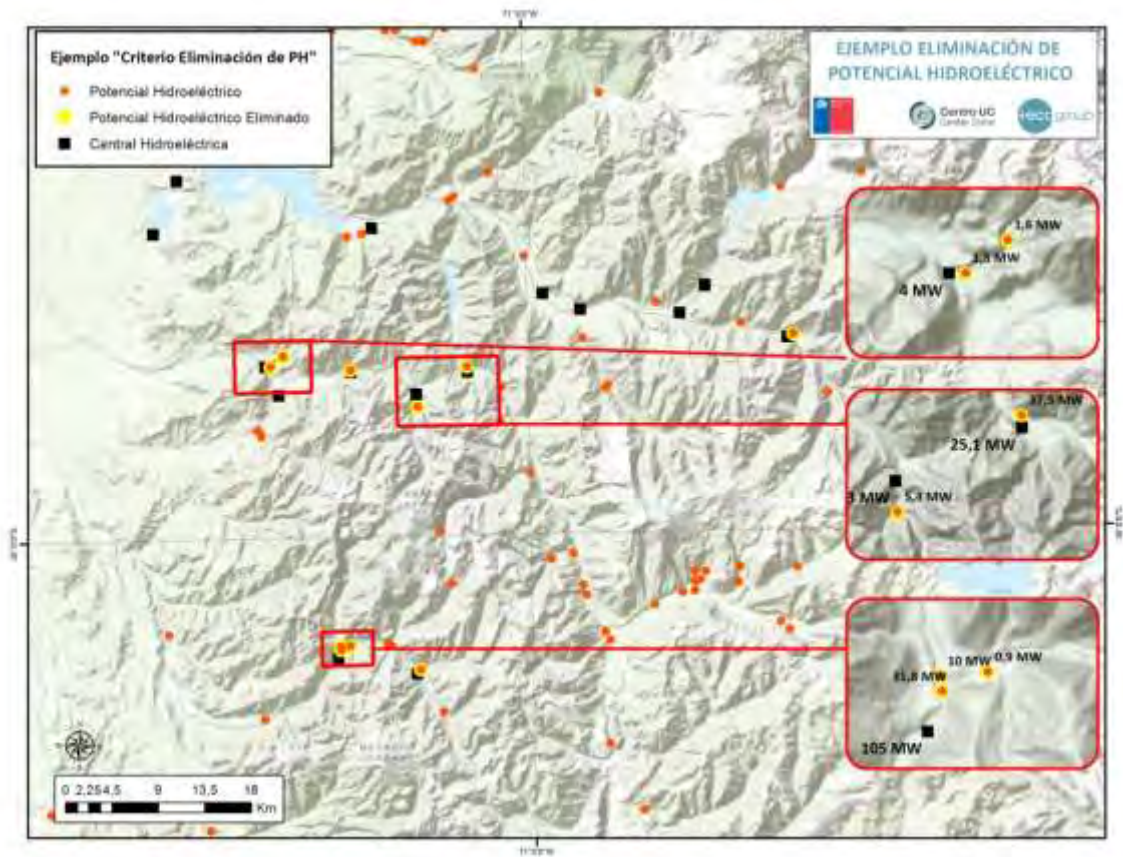


Figura 32. Ejemplo del criterio de eliminación de puntos con potencial hidroeléctrico

Fuente: elaboración propia

Tabla 30. Potencia instalada asociada a centrales en operación removidas de potenciales originados con metodología del ME (2014) considerando información posterior al 31/08/2014

a) En operación

Nombre de la central	Cuenca	Propiedad	Estado	Potencia Instalada de central (MW)	Potencial hidroeléctrico eliminado asociado a la central (MW)
Peuchén	Biobío	Duke Energy	Operación	84,9	5,6
Roblería	Maule	Generadora Eléctrica Roblería Ltda.	Operación	4,0	3,4
Los Hierros	Maule	Empresa Eléctrica Aguas Del Melado S.A.	Operación	25,0	37,5
SUBTOTAL				113,9	46,5

b) En construcción

Nombre de la central	Cuenca	Propiedad	Estado	Potencia Instalada de central (MW)	Potencial hidroeléctrico eliminado asociado a la central (MW)
La Mina	Maule	Colbún S.A.	En Construcción	34,0	4,0
SUBTOTAL				34,0	4,0
TOTAL ELIMINADO					50,5

Fuente: elaboración propia en base a Ministerio de Energía (2015).

3.3.3 Ajustes según el factor de planta y potencial simulado

Dado que el Factor de Planta (FP) se puede estimar a partir de la modelación hidrológica involucrada, se considera su valor para eliminar posibles centrales, o ajustar su desempeño mediante variaciones en los caudales. Por una parte, se remueven todos los potenciales asociados a centrales con FP menores a 0,3. Por otra parte, se corrigen los caudales calculados para aquellos potenciales asociados a centrales con $0,3 \leq FP \leq 0,5$, de manera que éste subiera 0,5.

Finalmente, también se remueven todas las posibles centrales con potenciales asociados menores a 0,1 MW.

3.3.4 Remoción de centrales en tramitación ambiental

La metodología continúa de manera de que se remueven todas las posibles centrales que, al 31 de agosto del 2014, estuvieran en tramitación ambiental. Como se mencionó, esta remoción no es parte de la metodología original reportada por el ME (2014), y se realiza con el propósito de generar información sólo del potencial efectivo para su uso futuro no asociado a ningún proyecto en particular ya diseñado y presentado al Servicio de Evaluación Ambiental, ya sea en una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

La Tabla 31 muestra la potencia instalada de las centrales que permiten excluir el potencial hidroeléctrico (simulado UCHILE/DER 2015), al estar en tramitación ambiental. De la tabla se aprecia que existen cinco centrales que se encontraban en etapa de evaluación hasta el 31 de agosto de 2014, estando tres de ellas ubicadas en la cuenca del río Maule y dos en la cuenca del río Biobío. Estas centrales suman una potencia declarada en sus proyectos de 247,5 MW, pero que revisando los puntos del potencial hidroeléctrico, permiten la eliminación de sólo 191,2 MW simulados por UCHILE/DER (2015).

Tabla 31. Proyectos en evaluación que sirvieron para eliminar puntos del potencial hidroeléctrico

Nombre de la central	Cuenca	Propiedad	Potencia Instalada declarada para la central (MW)	Potencial hidroeléctrico eliminado asociado a la central (MW)
Túnel Melado	Maule	Besalco S.A.	3	5,4
Achibueno El Castillo	Maule	Hidroeléctrica Centinela S.A	30	13,6
Achibueno Centinela	Maule	Hidroeléctrica Centinela S.A	105	42,7
Rucalhue	Biobío	Atiaia Energía Chile Spa.	90	80,1
Proyecto Hidroeléctrico de Pasada Agua Viva	Biobío	Hidroeléctrica Agua Viva S.A.	19,5	49,4
TOTAL			247,5	191,2

Fuente: elaboración propia en base a SEA (2015) y CNE (2015).

En algunos casos, la diferencia entre la potencia instalada declarada y la calculada por el Ministerio de Energía (UCHILE/DER, 2015) se puede deber a la metodología del cálculo del potencial, que en algunos casos puntuales puede tener algunos errores o porque el proyecto final presentado al SEA involucra posibles mejoras en cuanto a la producción de energía o de la potencia instalada de la central proyectada.

Otros proyectos, tanto en construcción como en evaluación ambiental, no se usaron para eliminar elementos del potencial ya que no tenían puntos con potencial hidroeléctrico en sus cercanías. Este es el caso de algunas de las centrales que aparecen en el capítulo de Diagnóstico y que no se usaron para eliminar puntos del potencial.

La

Tabla 32 muestra el resumen con el número de puntos con potencial y sus MW correspondientes eliminados:

Tabla 32. Potencial eliminado por restricciones de centrales en operación y en construcción y de proyectos en evaluación ambiental

Cuenca	PH eliminado de centrales en operación y construcción (MW)	PH eliminado de proyectos en tramitación ambiental (MW)	Número de puntos eliminados
Maule	44,9	61,7	9
Biobío	5,6	129,5	4
Toltén	0	0	0
TOTAL	50,5	191,2	13

Fuente: elaboración propia, estimado en base a ME y GIZ (2014) y Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile (2015).

3.3.5 Resumen y cálculo del potencial hidroeléctrico

Así entonces, el cálculo del potencial hidroeléctrico asociado a una posible central (PH) en función del potencial calculado originalmente por ME y GIZ (2014), que en este caso es llamado PH.DER, corresponde a:

$$PH = PH. DER + PRT - Op - Const - Ev$$

donde **PRT** es el potencial inicialmente eliminado por restricciones territoriales según la metodología ME y GIZ (2014), que en el caso de este estudio no se descuenta dado que el enfoque de los Objetos de Valoración se hace cargo de incluir la existencia de estas restricciones. Por otra parte, **Op**, **Const** y **Ev** corresponde a la potencia instalada de centrales en operación, en construcción y de proyectos en evaluación ambiental respectivamente.

La

Tabla 33 muestra el resumen de todo el proceso para obtener el potencial hidroeléctrico usado en este estudio:

Tabla 33. Resumen de proceso para obtener el potencial hidroeléctrico en las tres cuencas del estudio.

Cuenca	(1) Potencial hidroeléctrico de base, en MW	(2) PH reincorporado por restricciones territoriales aplicadas en (1), en MW	(3) PH eliminado por centrales en operación y construcción, desde la actualización de (1) hasta la fecha	(4) PH de eliminado por centrales que se encuentran en evaluación ambiental	(5) Potencial Hidroeléctrico del Estudio de Cuencas = (1)+(2)-(3)-(4).
Río Maule	1.474,9	0	44,9	61,7	1.368,3
Río Biobío	3.033,2	4,1	5,6	129,5	2.902,2
Río Toltén	1.074,7	48,7	0	0	1.123,4
TOTAL	5.582,8	52,8	50,5	191,2	5.393,9

Fuente: elaboración propia.

Donde,

(1) Corresponde al potencial hidroeléctrico que se obtiene como resultado en el Explorador de DAANC.

(2) Corresponde a las restricciones territoriales que habían sido restadas en (1): SNASPE, Sitios Ramsar, potencial en caminos, etc.

(3) Corresponde al potencial hidroeléctrico asociado a centrales que pasaron a construcción (u operación) en el periodo comprendido entre la actualización de (1) y la fecha más actual.

(4) Corresponde al potencial hidroeléctrico asociado a proyectos que se encuentran en alguna etapa de evaluación ambiental en el SEIA.

(5) Corresponde al potencial hidroeléctrico estimado para este estudio de cuencas, que considera como base el potencial del Explorador DAANC, al que se sumó el PH de restricciones territoriales, y se restó el PH de proyectos hidroeléctricos en construcción, operación y en evaluación ambiental, a la fecha.

Calculado el potencial hidroeléctrico para cada posible central, es posible entonces agregar los resultados para así poder estimar el potencial a la escala de sub-subcuenca, de manera de poder preparar las capas SIG finales con la información espacialmente distribuida. La metodología para hacer esta agregación, así como los resultados obtenidos, se describen en la siguiente sección.

3.4 Agregación del Potencial a Escala de Sub-Subcuenca

3.4.1 Metodología

En la metodología propuesta por PUC/TECO en la primera fase del estudio anterior de cuencas, el potencial estimado de un posible proyecto de central es asignado íntegramente a la sub-subcuenca donde se encuentra el punto de restitución del proyecto. Lo anterior no toma en cuenta que el tramo entre el punto de extracción (o bocatoma) y restitución asociado a una posible central pueda ser compartido por dos o más sub-subcuencas. En el presente estudio se refina este supuesto proponiéndose un prorrateo entre las sub-subcuencas involucradas, distribuyéndose el potencial hidroeléctrico estimado de forma proporcional a la longitud del tramo de río dentro de cada sub-subcuenca entre la bocatoma y el punto de restitución de las aguas al río, según lo presentado en la Figura 33. Así entonces, la distribución del potencial hidroeléctrico para cada sub-subcuenca $i \in N$ por donde pasa una parte del tramo del río definido entre una bocatoma y el punto de restitución, (PH_i), se calcula como:

$$PH_i = PH_{total} * \frac{L_i}{\sum_{k=1}^N L_k}$$

Donde,

PH_{total} : Potencial Hidroeléctrico del punto con derechos de aprovechamiento de agua.

L_i : Longitud del tramo de río entre el punto de aprovechamiento y de restitución que pertenece a la subcuenca i .

L_k : Longitud del tramo de río entre el punto de aprovechamiento y de restitución que pertenece a la sub-subcuenca k .

N : Número de sub-subcuenca que contienen parte del tramo del río entre la bocatoma y el punto de restitución.

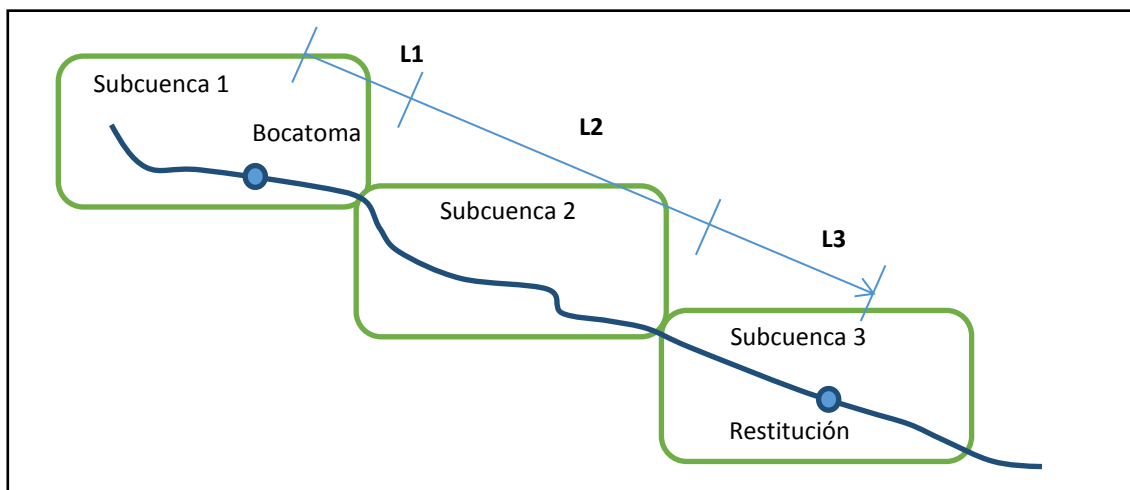


Figura 33. Distribución del potencial hidroeléctrico entre sub-subcuencas.

Si dos o más sub-subcuencas comparten tramos de río entre la bocatoma y la restitución, el potencial se distribuye entre las subcuencas.

Fuente: elaboración propia.

Es importante notar que PH_i no necesariamente corresponde al potencial final asignado a esa sub-subcuenca, ya que puede haber otros valores de potencial asignados asociados a otro punto de toma.

Una vez determinada la contribución de potencial hidroeléctrico para cada sub-subcuenca asociada a una posible central, se calcula finalmente el potencial hidroeléctrico total de cada sub-subcuenca mediante la suma de los potenciales parciales asignados según la metodología ya descrita. Es totalmente posible que no haya potenciales identificados en una o más sub-subcuencas, o que sólo se haya identificado una magnitud, la que pasa automáticamente a ser el potencial total de la sub-subcuenca.

De esta forma, el cálculo de potencial hidroeléctrico en el presente estudio es muy similar al presentado en el Informe final de la Primera Fase del Estudio de Cuencas, desarrollado por el consorcio PUC/TECO. Las dos diferencias fundamentales son:

1. Se actualizan los DAANC a partir de nueva información entregada por la DGA, según se describió en la sección 3.2. Esto implica la incorporación de derechos otorgados previamente que no estaban digitalizados y de derechos otorgados entre el 31/12/2012 y el 31/08/2014.
2. El prorateo del potencial hidroeléctrico identificado para un tramo bocatoma-punto de restitución, el cual antes era asignado completamente a la sub-subcuenca en la que se encontraba el punto de restitución. Ahora, si corresponde, el potencial es distribuido en proporción al tramo de río contenido entre las correspondientes sub-subcuencas.

3.4.2 Resultados

La metodología para estimar el potencial hidroeléctrico asociado a las posibles centrales permite calcular los valores que se presentan en la Tabla 34. Existe un potencial hidroeléctrico de 1.368,3 MW en la cuenca del río Maule, 2.902,2 MW en la cuenca del río Biobío, y 1.123,4 MW en la cuenca del río Toltén. El potencial total entre las tres cuencas es de 5.393,9 MW, el que, si se quisiera desarrollar totalmente, necesitaría de la implementación de unas 511 posibles centrales hidroeléctricas. Los potenciales globales calculados son superiores a los estimados en la primera fase del Estudio de Cuencas, notándose un alza en el potencial hidroeléctrico en las tres cuencas (aumentos de 378,3; 449,5 y 223,8 MW para las cuencas de los ríos Maule, Biobío y Toltén, respectivamente), tal como lo muestra la Tabla 34. Esta alza se debería a la inclusión de DAANC reportados por la DGA que no fueron considerados en el estudio anterior y que se consideran en esta ocasión por una actualización de las bases de datos o porque fueron constituidos entre el 31/12/12 (fecha de la actualización de la base de datos usada en la fase anterior del estudio) y el 31/08/14.

La Tabla 34 muestra, además de la capacidad final de cada cuenca, el número posible de proyectos hidroeléctricos y la potencia media generable en MW.

Tabla 34. Número de centrales y potencial hidroeléctrico en cada una de las cuencas del área de estudio.

Cuencas	Posibles centrales estudio anterior	Potencial estudio anterior (MW)	Posibles centrales estudio actual	Potencial estudio actual (MW)	Potencia Media actual (MW)*
Maule	79	990	93	1.368,3	842,8
Biobío	186	2.452,7	216	2.902,2	1.788,5
Toltén	146	899,6	202	1.123,4	679,9
TOTAL	411	4.342,3	511	5.393,9	3.311,2

**según factores de planta de los distintos puntos evaluados*

Fuente: elaboración propia.

También es interesante notar que los potenciales calculados están asociados a rangos bastante amplios de potencia instalada para las centrales que se identifican en cada caso, tal como lo muestra la Figura 34. Así, un resultado de la metodología de estimación de potencial es la estimación de la cantidad del potencial disponible explotable con centrales de distinto rango de tamaño.

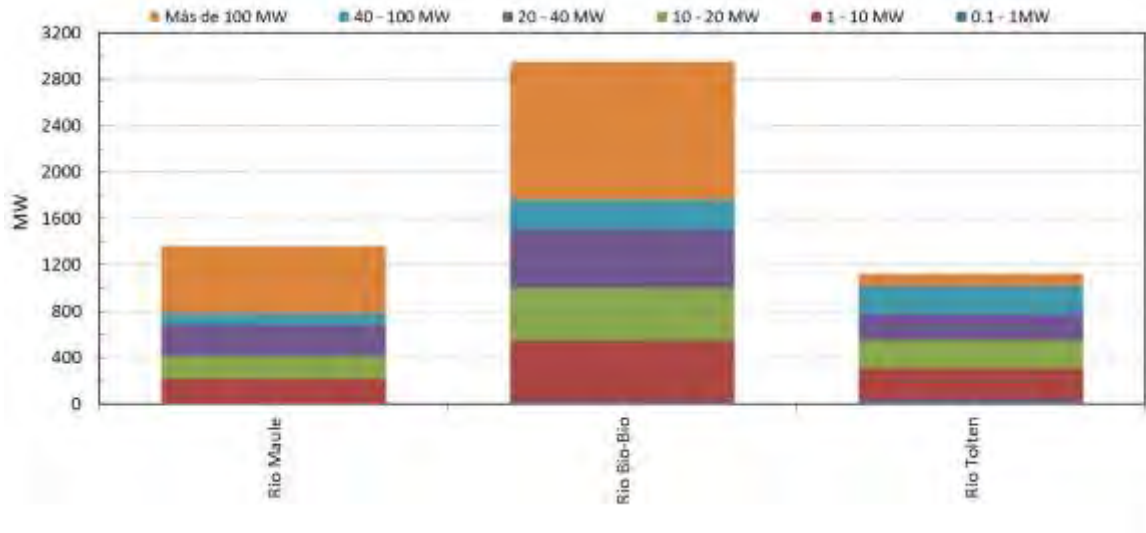


Figura 34. Potencial hidroeléctrico asociado a rangos de potencia instalada en cada una de las cuencas del área de estudio

Fuente: elaboración propia.

La Figura 35 muestra la distribución espacial del potencial hidroeléctrico a escala de sub-subcuenca para las cuencas del río Maule, Biobío y Toltén. En total existen 165 sub-subcuencas en las tres cuencas. En 98 de ellas, la metodología aplicada identifica, al menos, una central, es decir, al menos un punto o conjunto de puntos de DAANC que pueden asociarse a un posible proyecto hidroeléctrico a desarrollar. Como es de esperar, en términos generales la concentración del potencial se da en el sector oriente de estas cuencas, donde se encuentran las sub-subcuencas con mayores diferencias de relieve. En las próximas subsecciones se presenta un detalle de los resultados por cuenca.

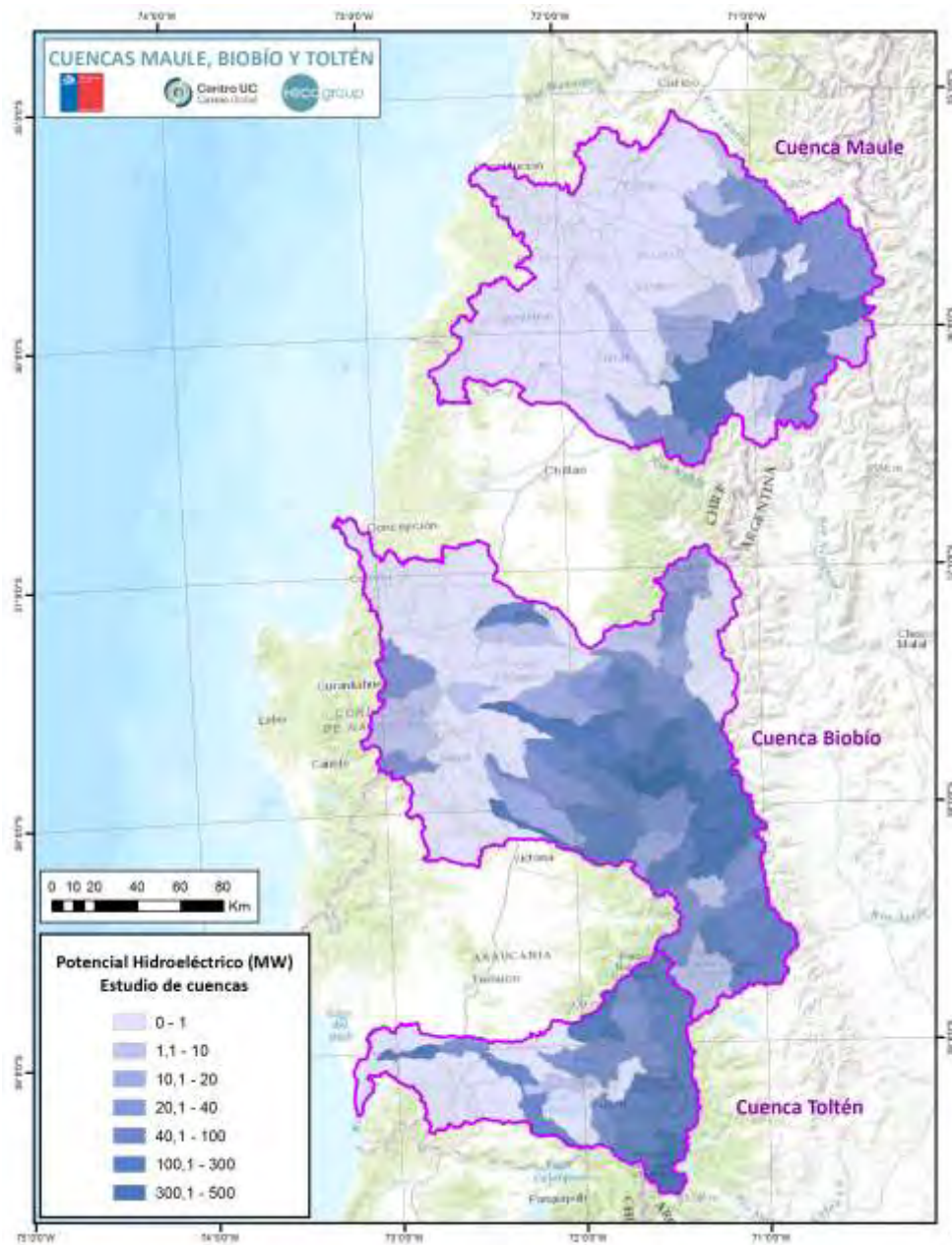


Figura 35. Distribución espacial del potencial hidroeléctrico a escala de sub-subcuenca dentro del área de estudio, la cual comprende las cuencas del río Maule, Biobío y Toltén.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos proporcionados por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile.

3.4.2.1 Cuenca del río Maule

La cuenca del río Maule está conformada por 64 sub-subcuencas, de las cuales 26 están asociadas a algún potencial hidroeléctrico según la metodología adoptada. En total en estas sub-subcuencas se identifican puntos de potencial que pueden considerarse como posibles 93

centrales de pasada (centrales modeladas) con una potencial hidroeléctrico de 1.368,3 MW (Figura 36). El análisis del tipo de explotación del potencial estimado para esta cuenca muestra que un 42% del potencial total podría explotarse con centrales de gran tamaño (potencial hidroeléctrico de más de 100 MW), mientras que del orden de 680 MW (50% del potencial total) podrían aprovecharse con una variedad de centrales de tamaño pequeño a medio, distribuidas homogéneamente en tres tercios (i.e. entre 1 - 10 MW, 10 - 20 MW, y 20 – 40 MW).

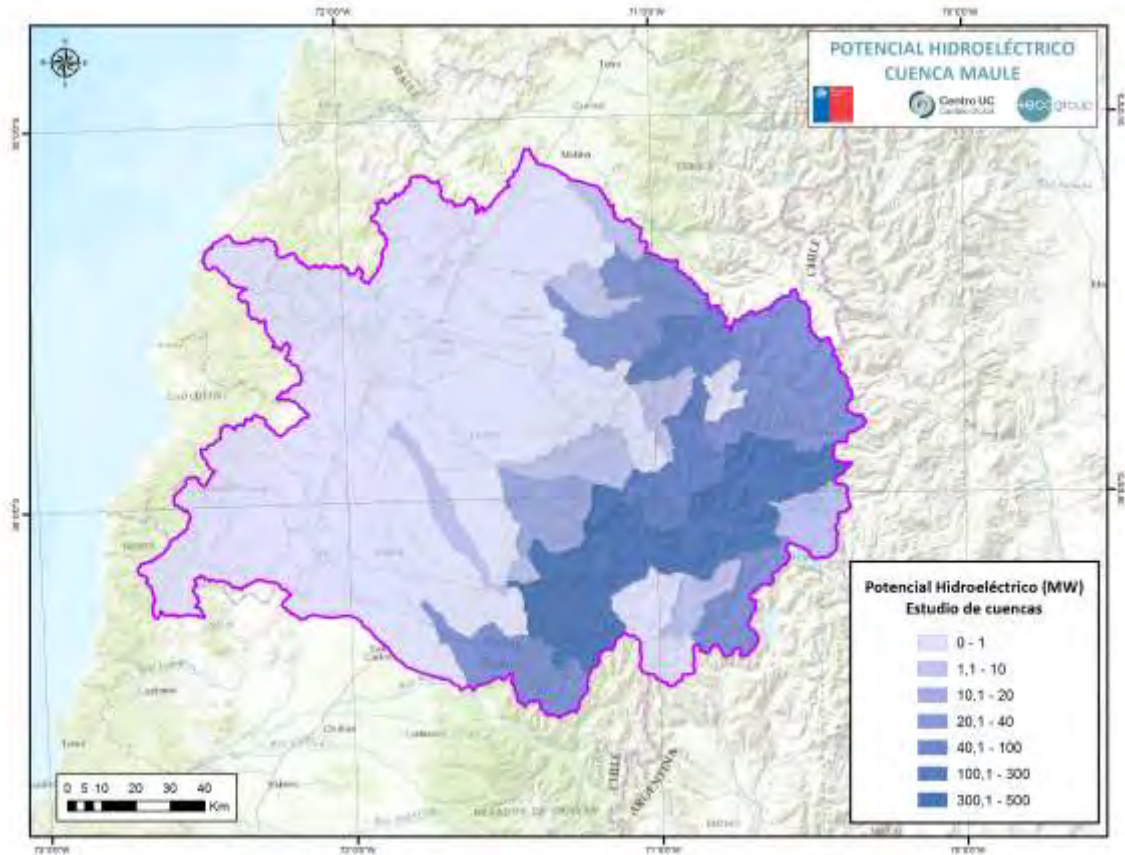


Figura 36. Potencial hidroeléctrico para las sub-subcuencas de la cuenca del río Maule

Fuente: elaboración propia.

Un análisis más detallado de las centrales simuladas por la metodología muestra un máximo de centrales con potenciales asociados en el rango 1 – 10 MW (Figura 37).

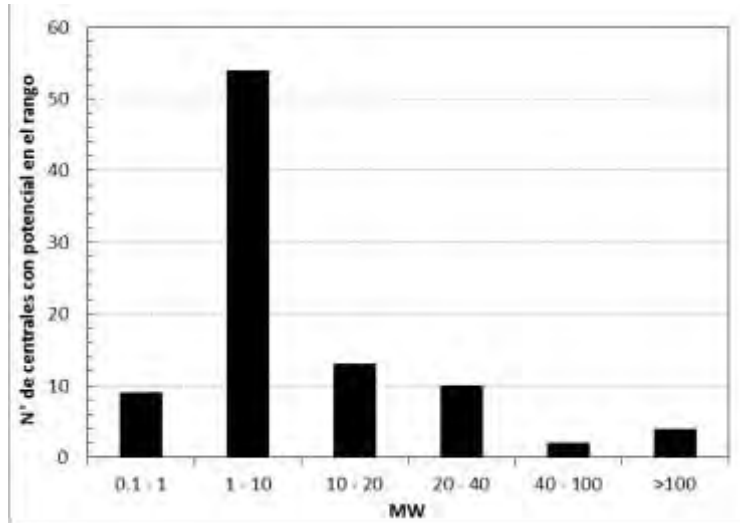


Figura 37. Número de centrales modeladas para distintos rangos de potencial hidroeléctrico en la cuenca del río Maule

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, sólo seis de las 93 posibles centrales tienen un potencial asociado de 40 MW o más. En términos del número de sub-subcuencas asociadas a distintos potenciales, también se observa una disminución del número de éstas con mayores potenciales asociados (Figura 38a). De este modo, 17 sub-subcuencas están asociadas a algún potencial menor a 40 MW. Sin embargo, seis de las restantes nueve sub-subcuencas están asociadas con un potencial de entre 100 y 300 MW. En términos del potencial explotable asociado a distintos rangos (Figura 38b) existe un potencial hidroeléctrico total similar (del orden de los 200 MW) asociado a las centrales de entre 1- 10 MW, 10 - 20 MW y 20 - 40 MW. En el caso de la cuenca del río Maule, hay una cantidad significativa de MW (alrededor de 600 MW) explotables con centrales de tamaño medio alto con capacidad de entre 100 y 300 MW.

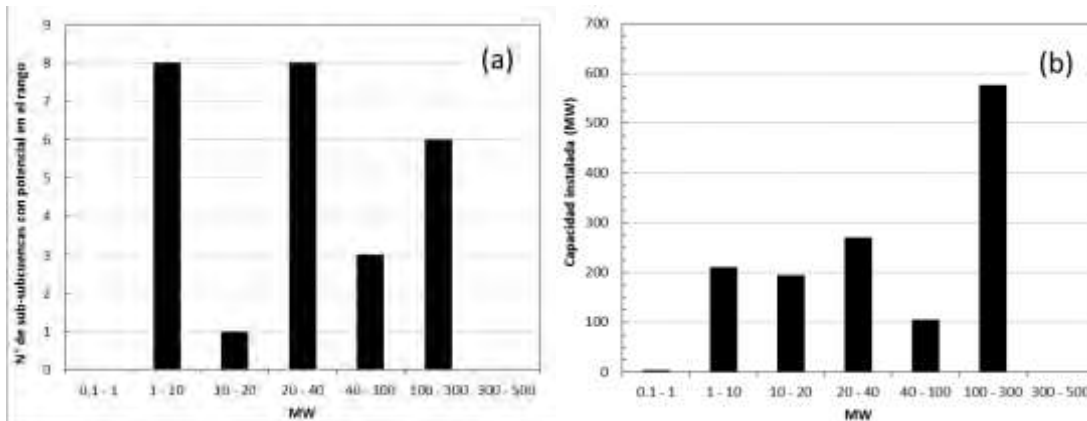


Figura 38. a) Número de sub-subcuencas asociadas a distintos rangos de potencial hidroeléctrico; (b) Potencial hidroeléctrico explotable asociado a distintos rangos de éste. Cuenca del río Maule

Fuente: elaboración propia.

3.4.2.2 Cuenca del río Biobío

La cuenca del río Biobío está conformada por 71 sub-subcuencas, de las cuales 51 están asociadas a algún potencial hidroeléctrico según la metodología adoptada. En total en estas sub-subcuencas se identifican 216 posibles centrales con un potencial hidroeléctrico de 2.902,2 MW (Figura 39). El análisis del tipo de explotación del potencial estimado para esta cuenca muestra que un 40% del potencial total puede ser explotable con centrales de gran tamaño (potencial hidroeléctrico de más de 100 MW), mientras que del orden de 1.480 MW (50% del potencial total) pueden ser explotables con una variedad de centrales de tamaño pequeño a medio, distribuidas homogéneamente en tres tercios (i.e. entre 1 - 10 MW, 10 - 20 MW, y 20 - 40 MW). De hecho, hay aproximadamente 1.000 MW explotables con centrales de 20 MW o menos de potencia instalada.

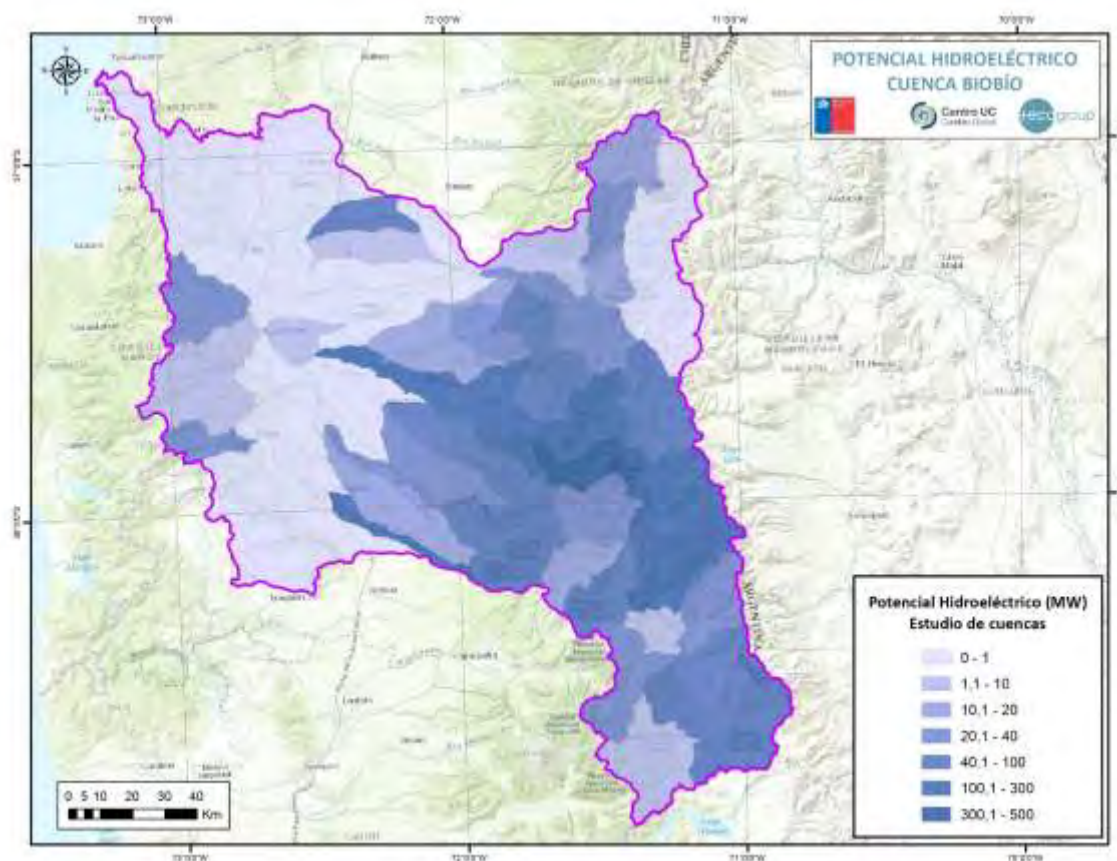


Figura 39. Potencial hidroeléctrico para las sub-subcuencas de la cuenca del río Biobío.

Fuente: elaboración propia

Un análisis más detallado de las centrales simuladas por la metodología muestra un máximo de centrales con potenciales asociados en el rango 1 – 10 MW (118 centrales, Figura 40). Por otra parte, sólo once de las 218 centrales tienen un potencial asociado de 40 MW o más. En términos del número de sub-subcuencas asociadas a distintos potenciales, y a diferencia de lo identificado para la cuenca del río Maule, hay un número significativo de sub-subcuencas con potenciales altos asociados (Figura 41a). De este modo, 22 sub-subcuencas están asociadas a algún potencial mayor, y ocho sub-subcuencas a potenciales de 100 o más MW. En términos del potencial explotable asociado a distintos rangos (Figura 41b) existe un potencial hidroeléctrico total similar (del orden de los 500 MW) asociado a las centrales de entre 1 - 10 MW, 10 - 20 MW y 20 - 40 MW. Por otra parte, en la cuenca del río Biobío hay una cantidad significativa de MW (~725 MW) explotables con centrales de tamaño medio alto con capacidad de entre 100 y 300 MW, y otros 450 MW explotables con dos centrales de gran capacidad.

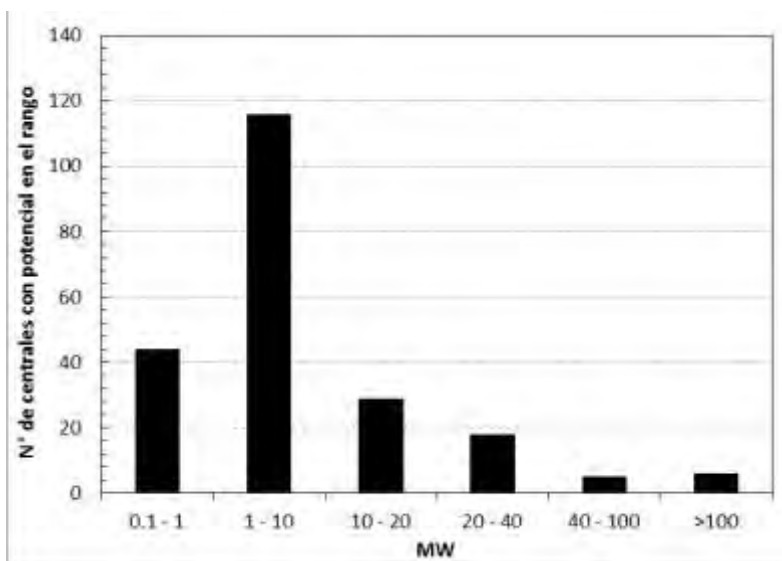


Figura 40. Número de centrales modeladas para distintos rangos de potencial hidroeléctrico en la cuenca del río Biobío

Fuente: elaboración propia.

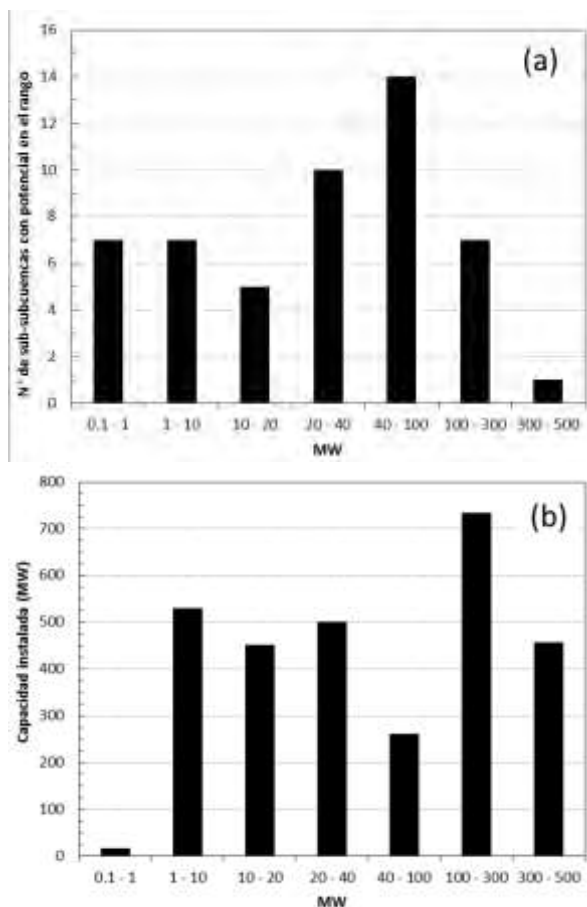


Figura 41. a) Número de sub-subcuencas asociadas a distintos rangos de potencial hidroeléctrico; (b) Potencial hidroeléctrico explotable asociado a distintos rangos de éste. Cuenca del río Biobío.

Fuente: elaboración propia.

3.4.2.3 Cuenca del río Toltén

La cuenca del río Toltén está conformada por 30 sub-subcuencas, de las cuales 23 están asociadas a algún potencial hidroeléctrico según la metodología adoptada. En total en estas sub-subcuencas se identifican 202 posibles centrales con un potencial hidroeléctrico de 1.123,4 MW (Figura 42). Al contrario de lo que pasaba en las cuencas del Río Maule y Biobío, sólo un 9% del potencial total es explotable con centrales de gran tamaño (potencial hidroeléctrico de más de 100 MW). De hecho, del orden de 990 MW (~90% del potencial total) son explotables con una variedad de centrales de tamaño pequeño a medio, distribuidas homogéneamente en cuatro cuartos tercios (i.e. entre 1 - 10 MW, 10 - 20 MW, 20 - 40 MW y 40 - 100 MW). Más aún, hay aproximadamente 550 MW que serían explotables con centrales de 20 MW o menos de potencia instalada.

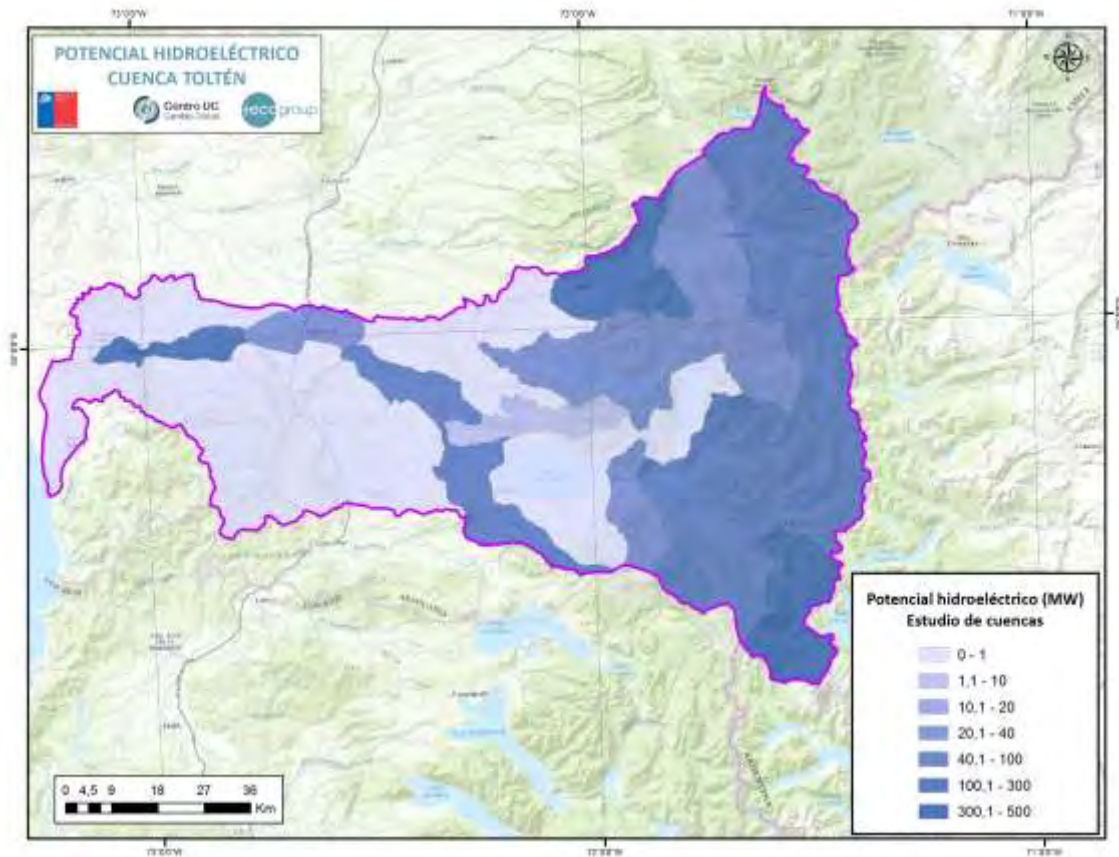


Figura 42. Potencial hidroeléctrico para las sub-subcuencas de la cuenca del río Toltén

Fuente: elaboración propia

Un análisis más detallado de las centrales simuladas por la metodología muestra un máximo de centrales con potenciales asociados en el rango 0,1 – 1 MW (95 centrales, Figura 43) seguido de 77 centrales en el rango 1 – 10 MW. Por otra parte, sólo cinco de las 202 centrales tienen un potencial asociado de 40 MW o más. Estos números muestran lo relevante que es el aprovechamiento hidroeléctrico en esta cuenca con centrales de tamaño medio y pequeño. En términos del número de sub-subcuencas asociadas a distintos potenciales, hay nueve sub-subcuencas con potenciales entre 40 – 100 MW (Figura 44a) y tres sub-subcuencas con potenciales de 100 - 300 MW. En términos del potencial explotable asociado a distintos rangos (Figura 44b) existe un potencial hidroeléctrico total similar (del orden de los 250 MW) asociado a las centrales de entre 1 - 10 MW, 10 - 20 MW, 20 - 40 MW y 40 – 100 MW.

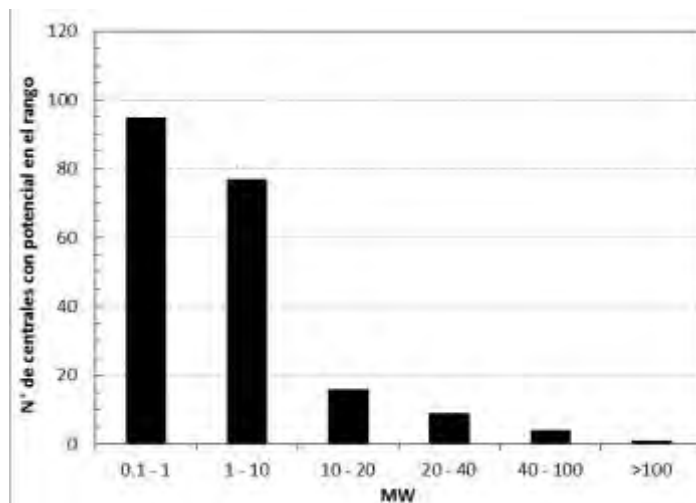


Figura 43. Número de centrales modeladas para distintos rangos de potencial hidroeléctrico en la cuenca del río Toltén

Fuente: elaboración propia.

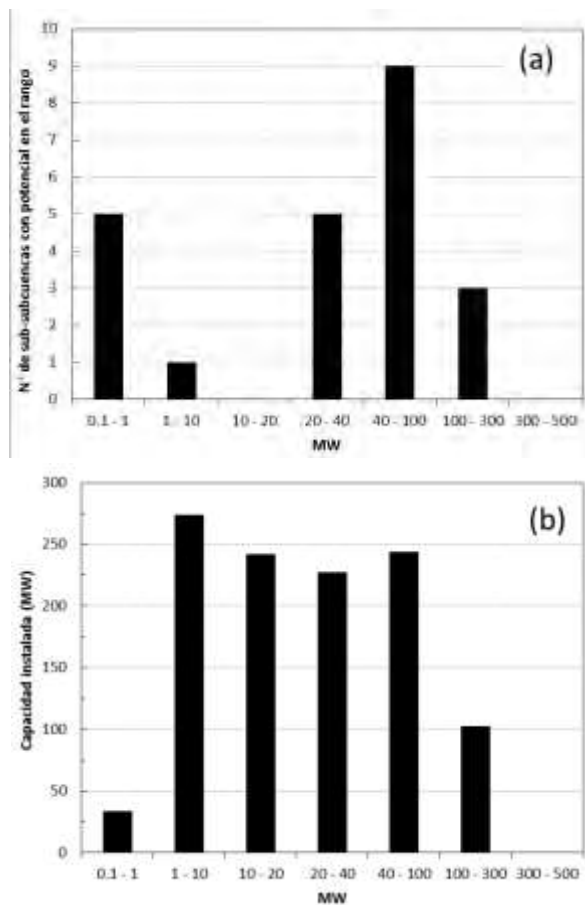


Figura 44. a) Número de sub-subcuencas asociadas a distintos rangos de potencial hidroeléctrico; (b) Potencial hidroeléctrico explotable asociado a distintos rangos de éste. Cuenca del Río Toltén

Fuente: elaboración propia.

3.5 Otros análisis y discusiones

3.5.1 Estimación de potenciales totales

Parte del estudio solicita desarrollar una estimación simple y de primer orden del potencial hidroeléctrico teórico disponible a la misma fecha de actualización de los DAANC (31 de agosto de 2014) pero incluyendo posibles proyectos/sitios con potencial que no tengan asociado DAANC. El objetivo es cuantificar el posible potencial hidroeléctrico disponible no identificado por la metodología propuesta por ME y GIZ (2014). Esta metodología considera sólo aquellos cauces donde existen derechos de agua ya constituidos. El equipo de la Universidad de Chile a cargo del análisis del potencial hidroeléctrico para el estudio de las cuencas en la zona sur (Valdivia, Bueno, Puelo, Yelcho), ha desarrollado una metodología que permite identificar el potencial asociado a potenciales proyectos hidroeléctricos que no cuentan con DAANC. A este potencial se le denomina el potencial adicional. En síntesis, la metodología consiste en caracterizar los tramos con DAANC y relacionar estas características con los potenciales proyectos y sus particularidades esenciales definidos con la metodología de ME y GIZ (2014) y estimar, en base a estas relaciones, rangos de potencial en tramos de ríos donde no existen en la actualidad DAANC. Los detalles de la metodología se pueden encontrar en el informe correspondiente al trabajo de la Universidad de Chile, pero se resumen a continuación.

Para evaluar el potencial en subcuencas sin mayor presencia de Potenciales Centrales Hidroeléctricas (PCH) se llevan a cabo los siguientes pasos:

1. Se utiliza el modelo hidrológico para analizar las características típicas de los tramos de los cauces donde se detectaron PCH (longitud de los cauces, caudal medio, desnivel, potencia bruta teórica (PBT) y la PBT por longitud del cauce). La PBT se estima como un 85% de la potencia teórica asociada a un caudal Q y una caída dz .
2. Se buscan otros tramos en la red de drenaje de las cuencas de interés con características similares, pero sin PCH. Se identifican estos cauces como potenciales emplazamientos para proyectos futuros.
3. Se estima el potencial hidroeléctrico en los cauces detectados en el paso anterior. Para esto es necesario encontrar una relación que vincule el potencial bruto del cauce con la capacidad instalable de manera consistente con la capacidad instalable estimada con la metodología original.

La caracterización de los cauces (paso 1) se realiza a partir de los datos de la ubicación de los DAANC, la red sintética de cauces y los resultados del modelo hidrológico. De las diferentes variables analizadas, la PBT y la densidad de potencia del cauce (PBT/dx), son las más distintivas. En particular se encontró que, si bien con una alta dispersión, la PBT se relaciona con la capacidad instalable (P_{inst}), expresándose esta última como $\sim 1/3$ de PBT. Dada esta

relación, se proponen dos cálculos de la capacidad instalable en cauces que aún no se asocian a potenciales centrales:

- Cálculo conservador o de alta restricción, donde se ocupan umbrales relativamente restrictivos para el PBT y PBT/dx de los cauces en los que posiblemente se emplacen futuras centrales.
- Cálculo de baja restricción, donde se ocupan umbrales menos exigentes para la selección de cauces aptos para futura centrales.

Para ambos cálculos sólo se consideran cauces que tengan una caída mínima de 30 metros, que no estén significativamente afectados por la presencia de una PCH y que no se encuentren dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

La metodología implementada por el equipo de la Universidad de Chile no considera proyectos que estén actualmente en operación en las cuencas. Este es un supuesto válido especialmente en las cuencas de la zona sur y en la cuenca del río Toltén del grupo de cuencas de la zona norte (el potencial hidroeléctrico actual en las cuencas del Maule y Biobío es de 1.826 y 2.981 MW respectivamente). Es por esta razón que se ha decidido trabajar solamente con la cuenca del río Toltén para obtener una estimación del potencial adicional. Los resultados para esta cuenca se muestran en la Tabla 35. El potencial adicional para la cuenca del río Toltén se estima entre 66 MW (conservador) y 201 MW (restricción baja).

Tabla 35. Resultados del análisis de potencial adicional

Cuenca	Potencial adicional en cauces sin DAANC (MW)	
	Cálculo conservador	Cálculo baja restricción
Toltén	66	201

Fuente: elaboración propia.

3.5.2 Relevancia de los derechos consuntivos

El sistema de otorgamiento de derechos de aprovechamiento de aguas debe asegurar el respeto de la naturaleza de todos los derechos del sistema. Esto implica que cuando se entrega un derecho de agua para desarrollo hidroeléctrico (uso no consuntivo), el valor entregado debe respetar la ejecución de todos los derechos pre-existentes en la cuenca que tengan directa relación hidrológica. De la misma manera, cuando se entrega un derecho de agua para otros usos (por ejemplo, para uso consuntivo en riego) se debe garantizar que el caudal de agua otorgado no afecta los derechos de agua no consuntivos en la cuenca. Sin perjuicio de lo anterior existen situaciones de conflicto en la operación conjunta de ambos sistemas de

derechos (por ejemplo, relacionado con la operación de los sistemas Maule y Laja) que merece realizar un posible análisis de relevancia de ambos tipos de derechos en ambas cuencas.

Este análisis de relevancia se hace tomando en cuenta la base de datos de derechos de aprovechamiento de aguas que se puede descargar desde el sitio web de la DGA en la sección ‘Derechos de aprovechamiento de aguas registrados en DGA’⁸¹. La siguiente tabla muestra un resumen del análisis realizado a escala de cuenca. Se puede observar en esta tabla la cantidad de derechos (y caudales asociados) de tipo consuntivo y no consuntivo. Se entrega, en la última columna de la tabla, la relación entre el caudal acumulado de derechos consuntivos y el total. Se puede apreciar que, en las cuencas del Biobío y Toltén, la proporción de caudal asignado en derechos consuntivos respecto del total de caudal asignado es casi insignificante.

Sin embargo, en la cuenca del Maule se aprecia que la cantidad de derechos consuntivos es relevante. Esto se explica por la importante actividad agrícola de riego que existen en esa cuenca como ha sido destacado en el capítulo 2.1, Descripción del territorio y del uso del agua.

Tabla 36. Comparación registro de derechos consuntivos y no consuntivos en cuencas analizadas

Cuenca	Consuntivo	No Consuntivo	Proporción Caudal Consuntivo
	Caudal (m ³ /s)	Caudal (m ³ /s)	
Maule	409,2	2.513,6	14,0%
Biobío	187,4	7.030,3	2,6%
Toltén	131,4	2.935,3	4,3%

Nota: se consideran todo tipo de derechos superficiales: eventuales, permanentes, continuos y discontinuos.

Fuente: elaboración propia.

3.6 Potencial y cambio climático

El análisis de los efectos esperados o proyectados del cambio climático busca detectar posibles condiciones futuras de relevancia a considerar en la planificación hidroeléctrica. Evidentemente, existe incertidumbre asociada a las proyecciones climáticas futuras, la que se acrecienta al considerar mayores plazos de proyección. Esta incertidumbre se explica, entre otras cosas, por la imposibilidad de modelar físicamente el comportamiento del clima futuro y por la incertidumbre de los escenarios futuros de concentraciones de gases de efecto invernadero. El impacto más fuerte que podría darse en el contexto del desarrollo hidroeléctrico sería la modificación de la potencia media de las posibles centrales a través de la variabilidad en las precipitaciones y caudales que afectaría el régimen hídrico de los ríos.

⁸¹ http://www.dga.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx

En la primera etapa de este estudio se presentó un análisis semi-cuantitativo de los impactos esperados del cambio climático en variables climáticas relevantes para la generación hidroeléctrica: temperatura y precipitación. Los resultados fueron presentados considerando la incertidumbre en estos impactos debido a los distintos escenarios de emisión de gases de efecto invernadero (escenarios RCP) y los modelos de clima global (GCM). En el presente estudio, aprovechando la oportunidad de usar el modelo hidrológico que se utiliza para la estimación del potencial hidroeléctrico por parte del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, se ha desarrollado un trabajo más profundo, incluyendo adicionalmente a la estimación de los cambios en variables climáticas claves, un análisis de las consecuencias de estos cambios en generación hidroeléctrica futura. La metodología seguida fue la siguiente (ver también la Figura 45):

- i. Se calculó primero el cambio esperado en la temperatura y precipitación utilizando los resultados de los GCM (*Global Climate Models*) disponibles a través del proyecto CMIP-5 (*Coupled Model Intercomparison Project Phase 5*). Los cálculos de cambios en estas variables fueron estimados por el equipo a cargo de dicha consultoría y los resultados se aplican a todas las cuencas analizadas, incluyendo las cuencas de Valdivia, Bueno, Puelo y Yelcho y las cuencas de la Región de Aysén. Los resultados se prepararon considerando el promedio de las proyecciones los GCM incluyéndose también el percentil 25 y el 75.
- ii. Utilizando solamente el promedio de los resultados de los GCM se ajustaron las series de temperatura y precipitación del modelo atmosférico que genera los datos de entrada para el sistema de modelación hidrológica utilizado por el equipo de la Universidad de Chile. La implementación del ajuste es relativamente sencilla: para la temperatura se aplicó un incremento constante, manteniendo la misma variabilidad del clima actual. En el caso de la precipitación, se eliminaron episodios (días) de precipitación de manera aleatoria hasta lograr el cambio relativo proyectado por los GCM.
- iii. Se realizaron nuevas simulaciones hidrológicas forzadas con las variables meteorológicas ajustadas. Estas simulaciones permitieron estimar el impacto en el potencial de generación hidroeléctrica asociada a cada escenario de cambio climático.

Los cálculos mencionados anteriormente se aplicaron a la actual constelación de posibles centrales hidroeléctricas (PCH), es decir, no se intentó calcular nuevas agrupaciones de centrales para el clima futuro. En otras palabras, el potencial hidroeléctrico se mantuvo fijo y lo que entregó el análisis fue una estimación del cambio del rendimiento de las PCH que se puede expresar en términos de su potencia media y factor de planta.

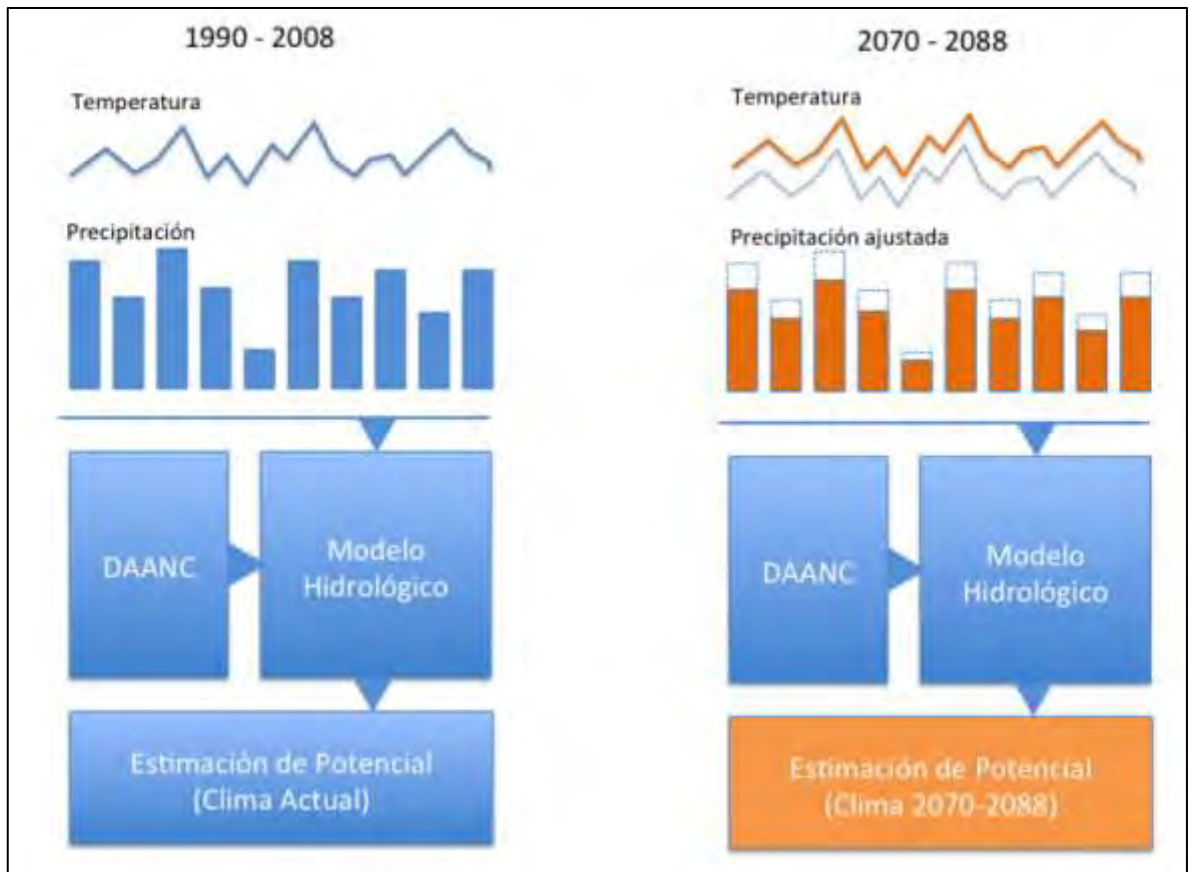


Figura 45. Diagrama esquemático que muestra la metodología que se está implementando para estimar el impacto del cambio climático en el potencial hidroeléctrico futuro

Fuente: Universidad de Chile (equipo de trabajo).

Se presentan a continuación los resultados del análisis descrito. Las primeras dos figuras (47 y 48) muestran los cambios esperados en temperatura y precipitación tanto para las cuencas de la zona norte (Maule, Biobío, Toltén) como de la zona sur (Valdivia, Bueno, Yelcho y Puelo). Se presenta, en este caso, la mediana de los resultados de todos los GCM considerados en CMIP5 para el RCP más negativo (RCP8,5) y para el periodo de fines de siglo (2070-2100). Los resultados muestran una condición muy desfavorable para la generación hidroeléctrica con aumentos de temperatura promedio entre 2,8 y 4 °C y reducciones en precipitación promedio entre 20 y 35 % dependiendo de la cuenca considerada. En el Anexo Digital se muestran imágenes de los cambios en los promedios proyectados para los cuatro escenarios de cambio climático considerados en el CMIP5 (RCP2,6; RCP4,5; RCP6,0 y RCP8,5) en cuatro períodos consecutivos de 30 años (2010-2040, 2020-2050, 2040-2070 y 2070-2100) para las variables de temperatura media y precipitación total.

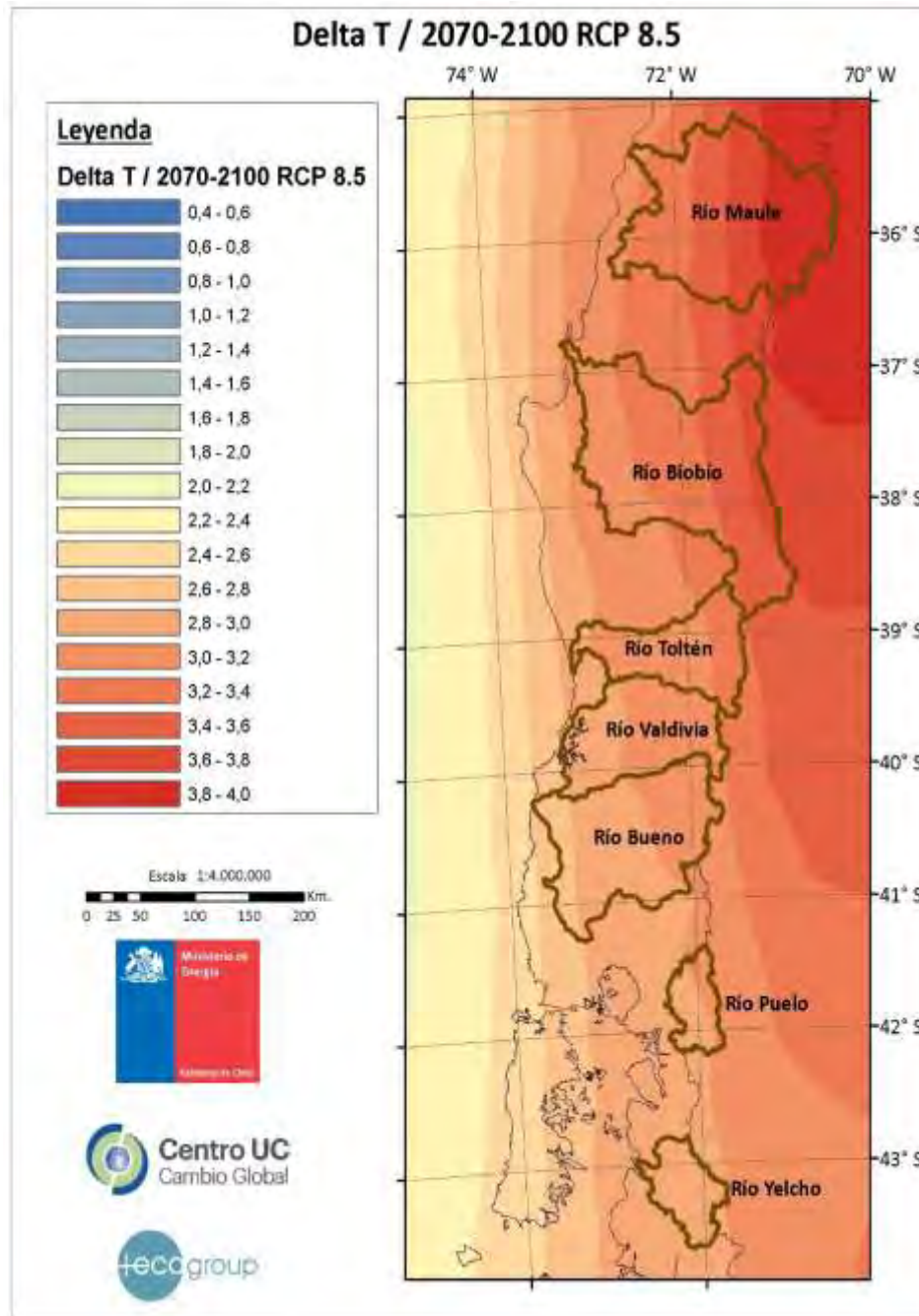


Figura 46. Cambio esperado en °C en temperatura promedio para el periodo 2070-2100 respecto del periodo histórico según el escenario de emisiones RCP 8.5.

Se grafica el percentil 50 de los cambios proyectados por todos los GCM utilizados en CMIP5. Los valores en la leyenda representan el aumento de temperatura en °C en el futuro comparado con el período histórico (siglo XX).

Fuente: elaboración propia.

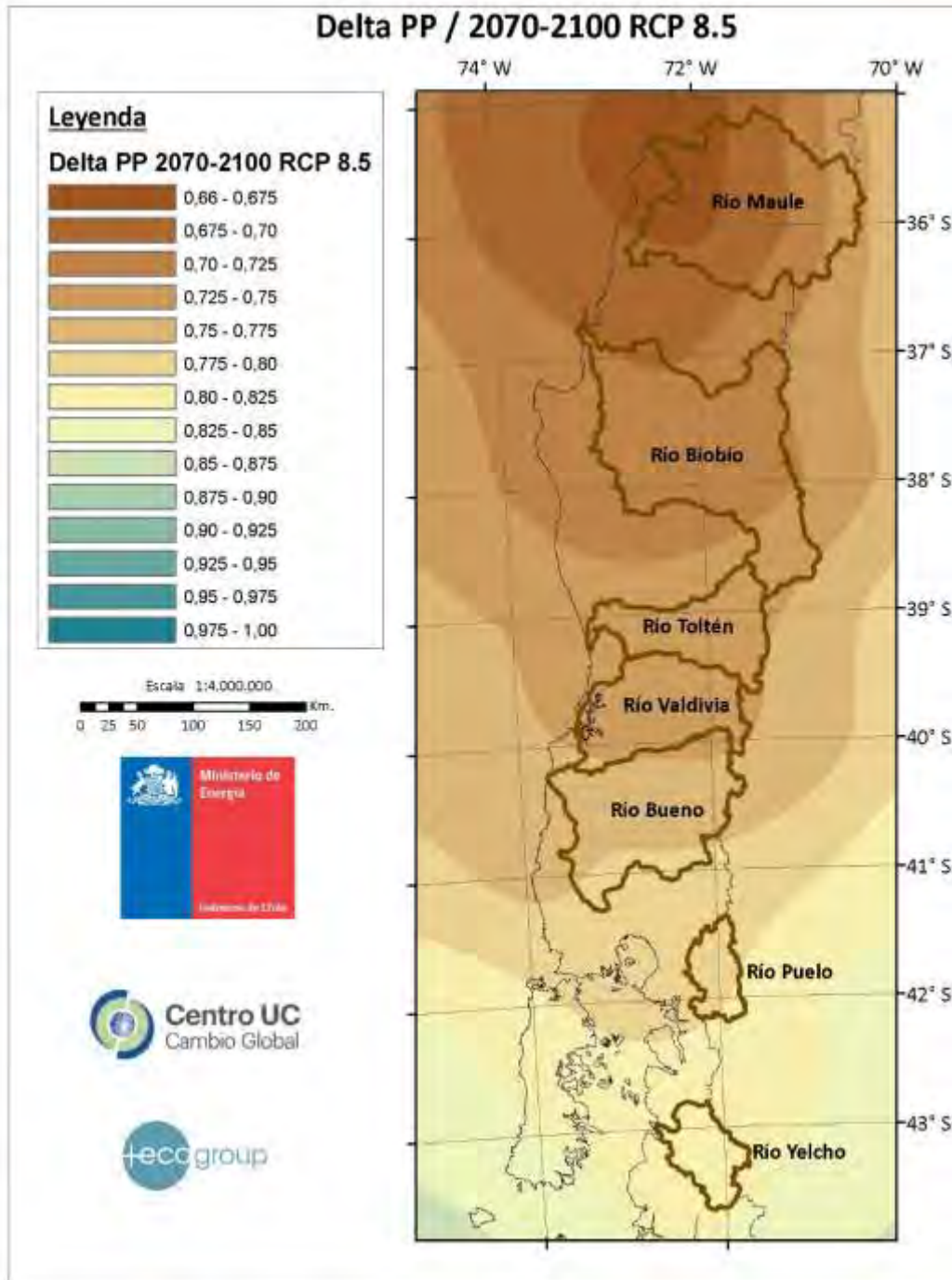


Figura 47. Cambio esperado en precipitación promedio respecto del periodo histórico (en porcentaje) para el periodo 2070-2100, según el escenario de emisiones RCP 8.5.

Se grafica el percentil 50 de los cambios proyectados por todos los GCM utilizados en CMIP5. El valor de 1 en la leyenda representa que no hay cambios en el futuro comparado con el período histórico (siglo XX).

Fuente: elaboración propia.

La Figura 48 y la Tabla 37 muestran los cambios esperados en términos de generación de energía (medido en GWh) y el cambio porcentual asociado en cada una de las tres cuencas en estudio para los escenarios RCP2,6; RCP4,5; RCP6,0 y RCP8,5. Los impactos del cambio en variables meteorológicas se expresan en una menor capacidad de generación energía siendo que la potencia total instalada se mantiene igual a la situación actual.

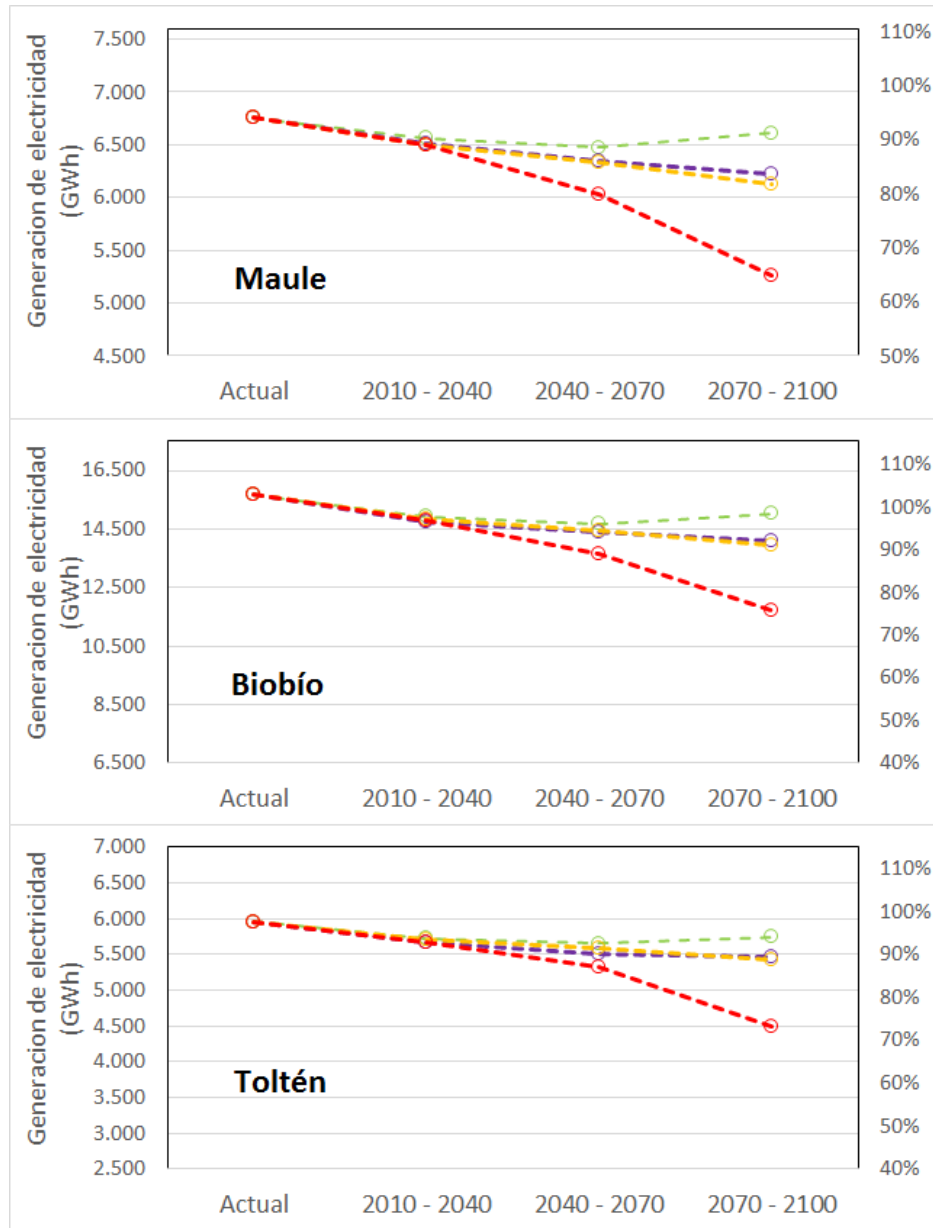


Figura 48 . Estimación del impacto del cambio climático en la capacidad de generación de electricidad* en las cuencas en estudio

*La energía generable (en GWh) se obtuvo al multiplicar la potencia media (en MW) de cada cuenca por un factor de 8,76. Fuente: elaboración propia.

Tabla 37. Cambios proyectados en la potencia media generable bajo escenarios de cambio climático.

Cuenca	Escenario	Presente	2010-2040	2040-2070	2070-2100
Maule	RCP2.6	842 MW	750 MW (-11,1%)	739 MW (-12,3%)	754 MW (-10,5%)
	RCP4.5		743 MW (-11,9%)	724 MW (-14,1%)	710 MW (-15,8%)
	RCP6.0		743 MW (-11,9%)	724 MW (-14,1%)	699 MW (-17,1%)
	RCP8.5		742 MW (-11,9%)	689 MW (-18,3%)	600 MW (-28,8%)
Biobío	RCP2.6	1786 MW	1706 MW (-4,6%)	1677 MW (-6,2%)	1717 MW (-4,0%)
	RCP4.5		1685 MW (-5,8%)	1646 MW (-8,0%)	1610 MW (-10,0%)
	RCP6.0		1696 MW (-5,2%)	1648 MW (-7,8%)	1593 MW (-11,0%)
	RCP8.5		1691 MW (-5,5%)	1561 MW (-12,7%)	1338 MW (-25,2%)
Toltén	RCP2.6	680MW	654 MW (-3,8%)	646 MW (-5,0%)	657 MW (-3,4%)
	RCP4.5		648 MW (-4,7%)	629 MW (-7,4%)	624 MW (-8,3%)
	RCP6.0		651 MW (-4,2%)	638 MW (-6,2%)	619 MW (-8,9%)
	RCP8.5		648 MW (-4,6%)	608 MW (-10,6%)	512 MW (-24,6%)

Fuente: elaboración propia.

El detalle de los resultados de esta tabla está en el Anexo Digital. De estos datos se observa que, en los escenarios analizados, los resultados son negativos y se esperaría una reducción en la generación de energía, cuando se considera el promedio de las proyecciones de los distintos GCM para cada escenario de emisiones de gases de efecto invernadero. Los mayores impactos se dan en el escenario de mayor concentración de emisiones (RCP8,5) y hacia finales de siglo, donde se llegan a apreciar reducciones en generación del orden de un 25%. Finalmente, se aprecia un leve impacto mayor en la cuenca del Maule en comparación con las cuencas del Biobío y Toltén.

Los análisis realizados con los resultados, muestran que los impactos en generación de electricidad tienden a ser inferiores a los impactos en términos de cambios en precipitación o caudal. Esto se debe principalmente a que actualmente existe una capacidad limitada en las centrales de utilizar el caudal natural disponible en los puntos de toma. Parte de la pérdida esperada a futuro en términos de los caudales podría no influir en la generación bajo las condiciones de las centrales proyectadas, por lo que no debiera afectar de la misma manera la generación de electricidad.

4 Transmisión

La infraestructura de transmisión es vital para el transporte de la energía desde las centrales generadoras (que pueden estar ubicadas en áreas remotas) a los centros de consumo. Así, el estudio de la transmisión, sus costos e impactos permiten identificar las ventajas y desventajas de conectar distintos recursos de generación al sistema. Por ejemplo, recursos de generación lejanos a los centros de consumo podrían presentar problemas asociados a la transmisión (altos costos, impactos, etc.) que hagan inviable su explotación. Además, desde un punto de vista privado los costos de inversión en transmisión pueden hacer que un proyecto de generación tenga ganancias (Valor Presente Neto positivo) o pérdidas (Valor Presente Neto negativo). Todo lo anterior justifica, tanto en términos de intervención territorial como en términos económicos, incluir la transmisión como insumo de información para este estudio.

El desafío del problema de planificación eléctrica se ilustra en las figuras a continuación (de la Figura 49 a la Figura 55), donde se muestra un esquema georreferenciado del sistema de transmisión existente y de las cuencas consideradas en este estudio, incluyendo el territorio abarcado tanto por la Universidad de Chile como por el Consorcio TECO PUC (instituciones que están coordinadas para la realización de esta tarea).

En las figuras se detallan, en círculos rosados los potenciales a nivel de sub-subcuenca y la infraestructura de transmisión troncal y subtransmisión en color negro (líneas y círculos que se refieren a las subestaciones).

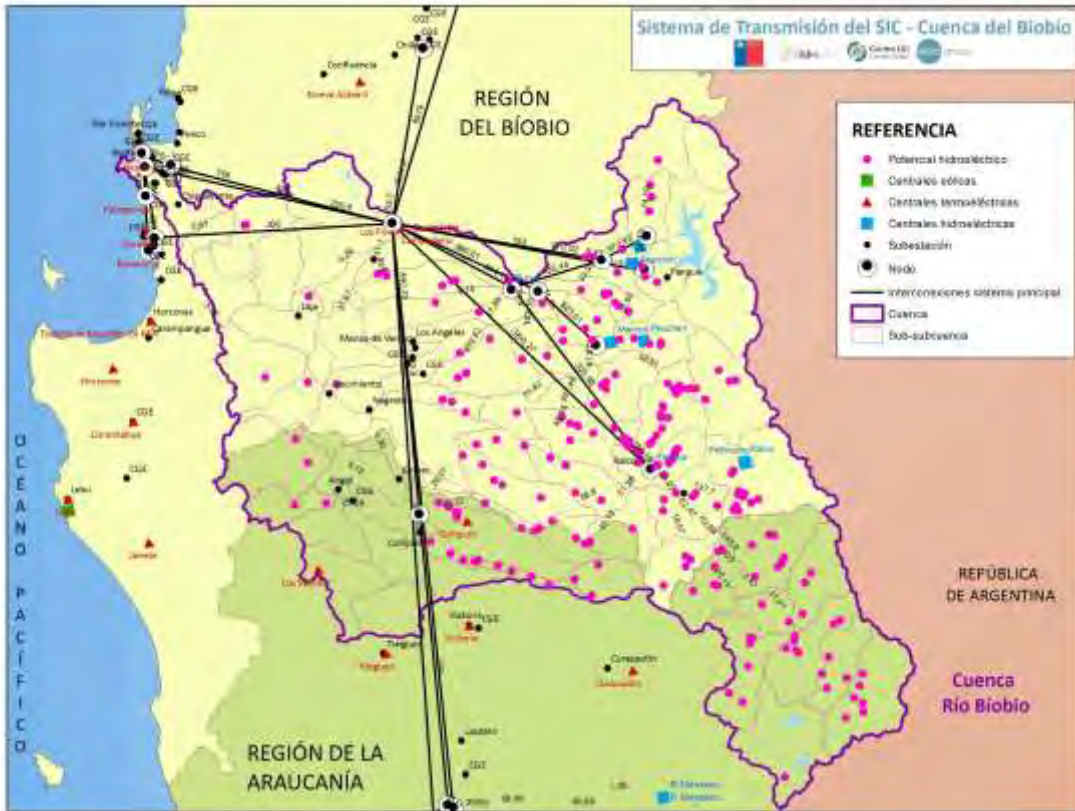


Figura 50. Mapa del sistema de transmisión del SIC – Zoom en la zona de la cuenca del Biobío
Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

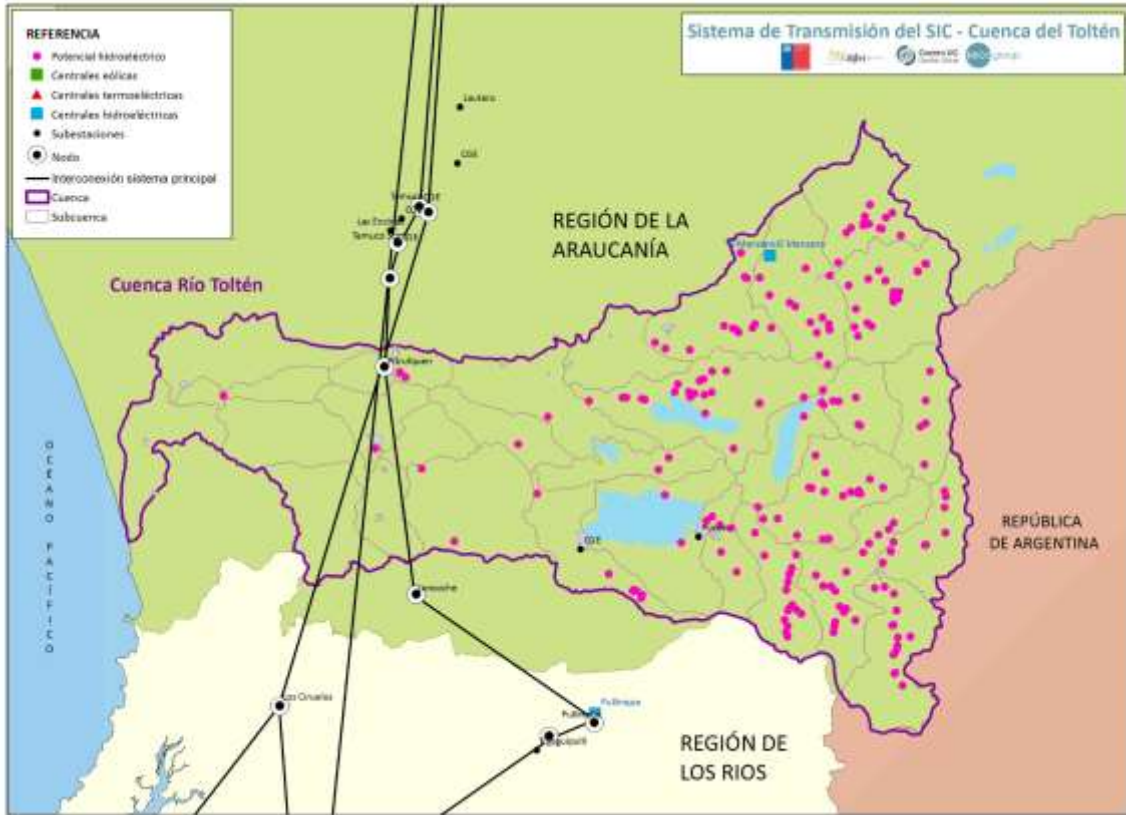


Figura 51. Mapa del sistema de transmisión del SIC – Zoom en la zona de la cuenca del Toltén
Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

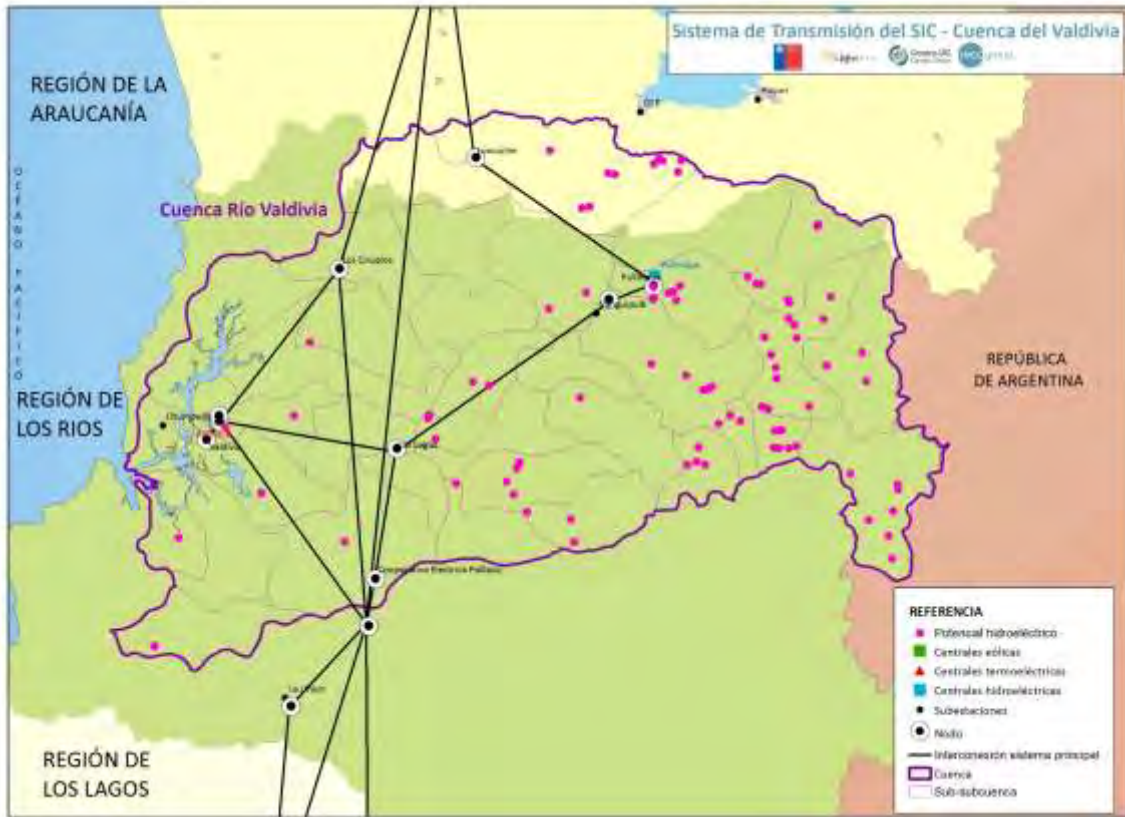


Figura 52. Mapa del sistema de transmisión del SIC – Zoom en la zona de la cuenca de Valdivia
Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

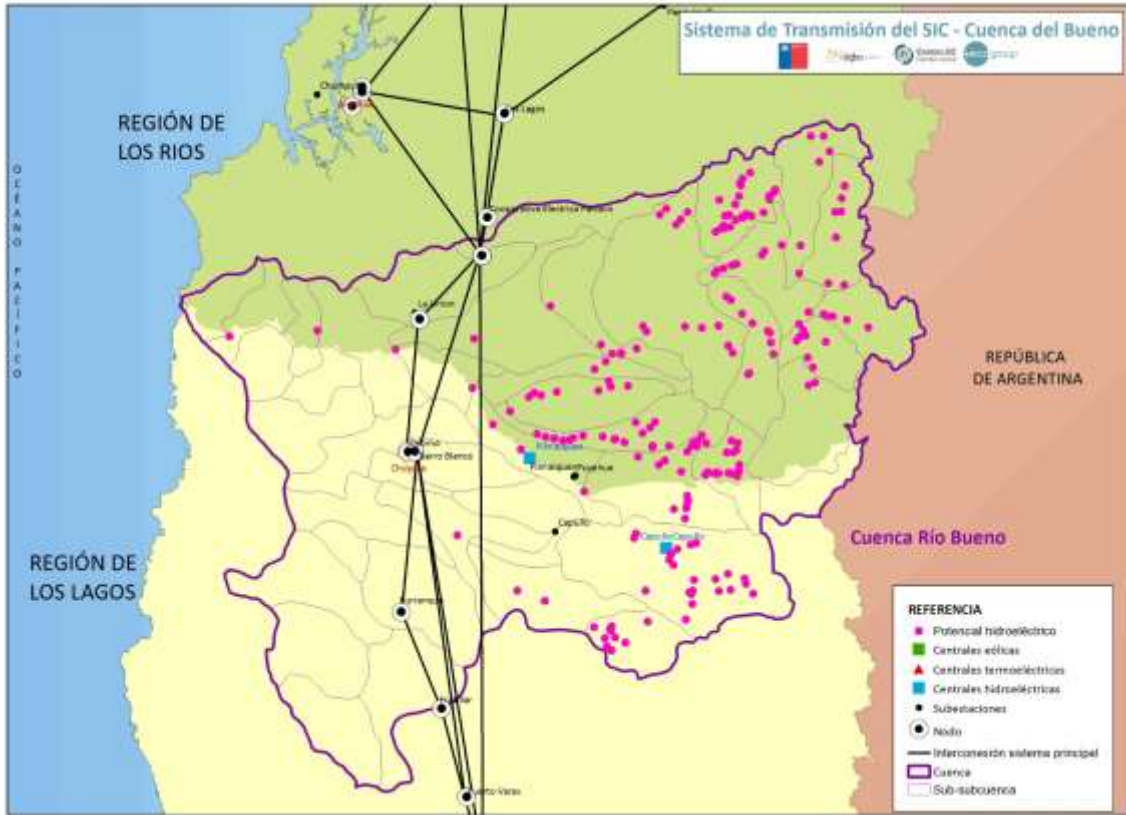


Figura 53. Mapa del sistema de transmisión del SIC – Zoom en la zona de la cuenca de Bueno
Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

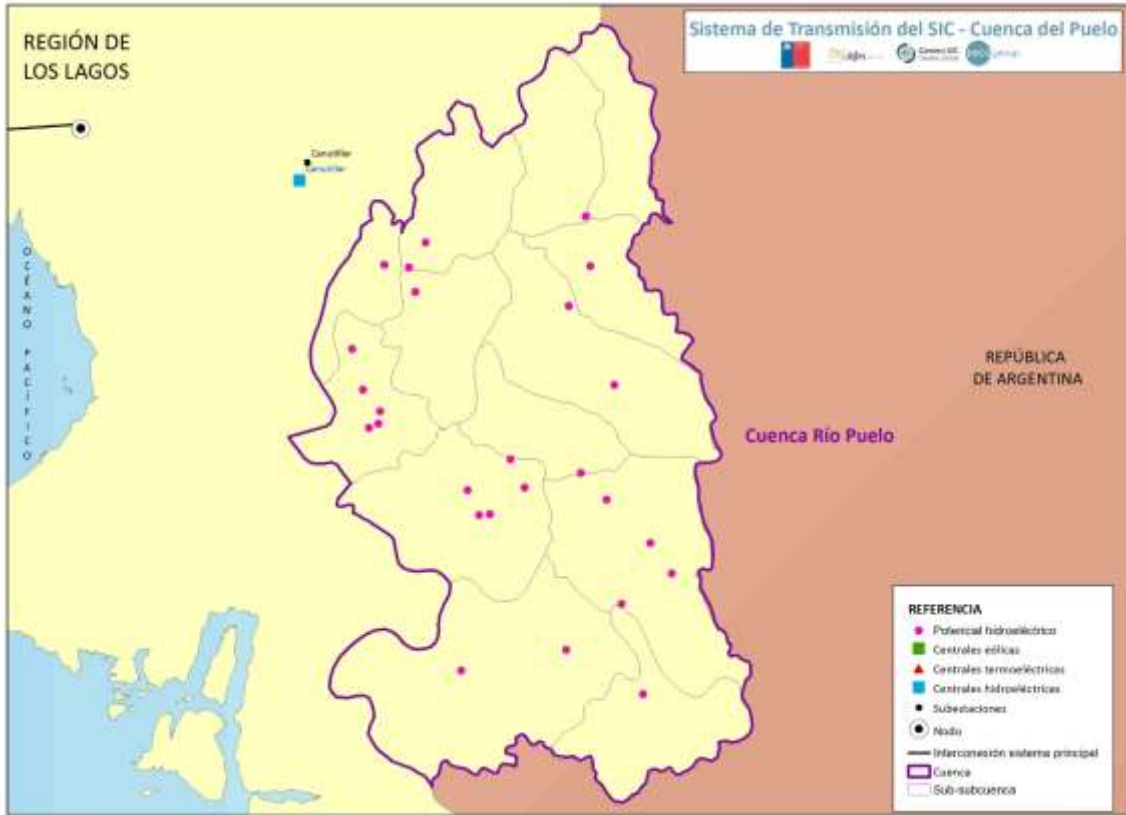


Figura 54. Mapa del sistema de transmisión del SIC – Zoom en la zona de la cuenca de Puelo
Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

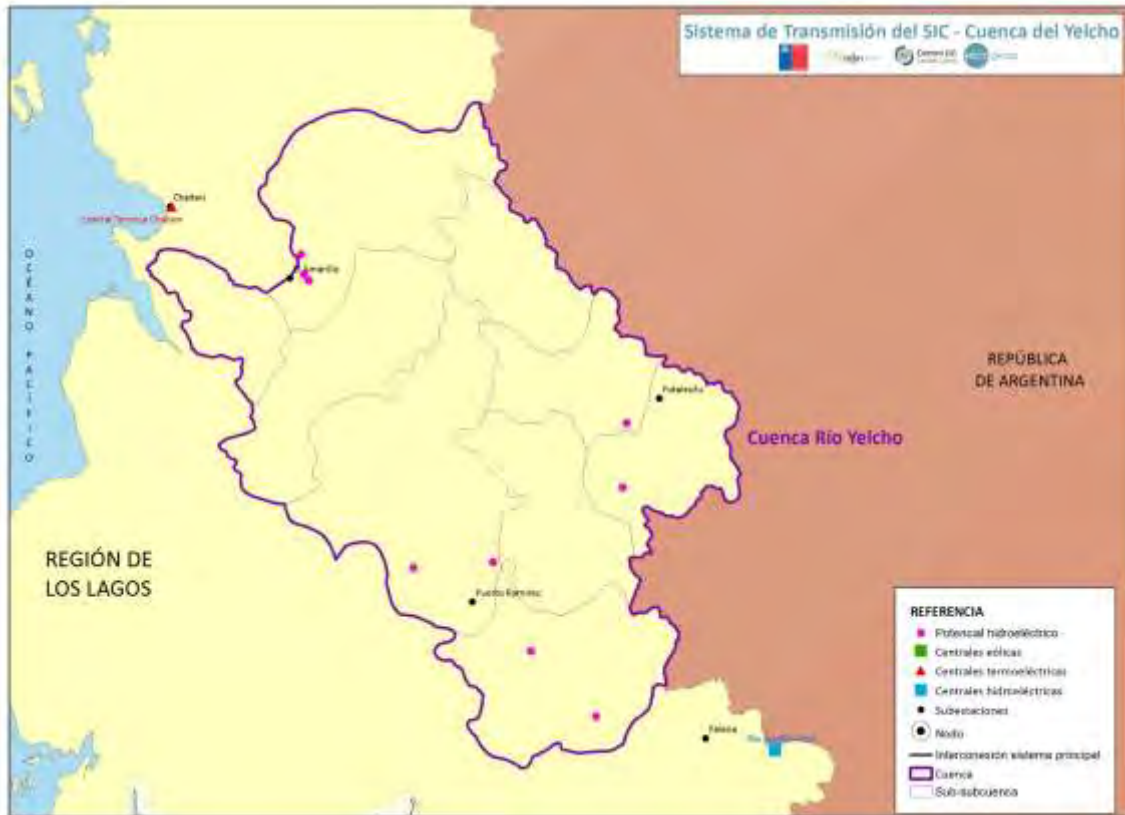


Figura 55. Mapa del sistema de transmisión del SIC – Zoom en la zona de la cuenca de Yelcho

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

4.1 Topologías

La metodología de planificación de la red eléctrica considerará distintas alternativas según niveles de coordinación de los agentes para la decisión de la inversión en nueva infraestructura, ya que esto ha demostrado tener gran influencia tanto en el trazado como en el costo de la nueva red necesaria para conectar generación renovable ubicada en áreas remotas del sistema (Strbac *et al.*, 2014), por ejemplo, si los inversionistas que explotan el potencial hidroeléctrico no se coordinan para el diseño de la conexión de este potencial a la red eléctrica, es probable que cada uno resulte conectado de manera independiente y radial. Los detalles de esta metodología de planificación según niveles de coordinación se indican a continuación.

Es importante destacar que el estudio realizado supone la premisa de desarrollar y transmitir todo el potencial hidroeléctrico disponible en las cuencas estudiadas. Esto corresponde a una situación hipotética para estudiar la infraestructura en transmisión necesaria para integrar el potencial hidroeléctrico. De este estudio, no obstante, es posible obtener costos de transmisión unitarios por MW de potencial hidroeléctrico conectado, en promedio.

4.1.1 Topología de red radial descentralizada

En esta alternativa se supone que por cada sub-subcuenca se construye una subestación eléctrica desde la cual se conecta una línea de transmisión hacia el sistema de transmisión troncal o al sistema de subtransmisión que pueda evacuar el potencial de la sub-subcuenca. Esta alternativa representa el mínimo nivel de coordinación por parte de los desarrolladores de proyectos de transmisión y se ilustra en la Figura 56.

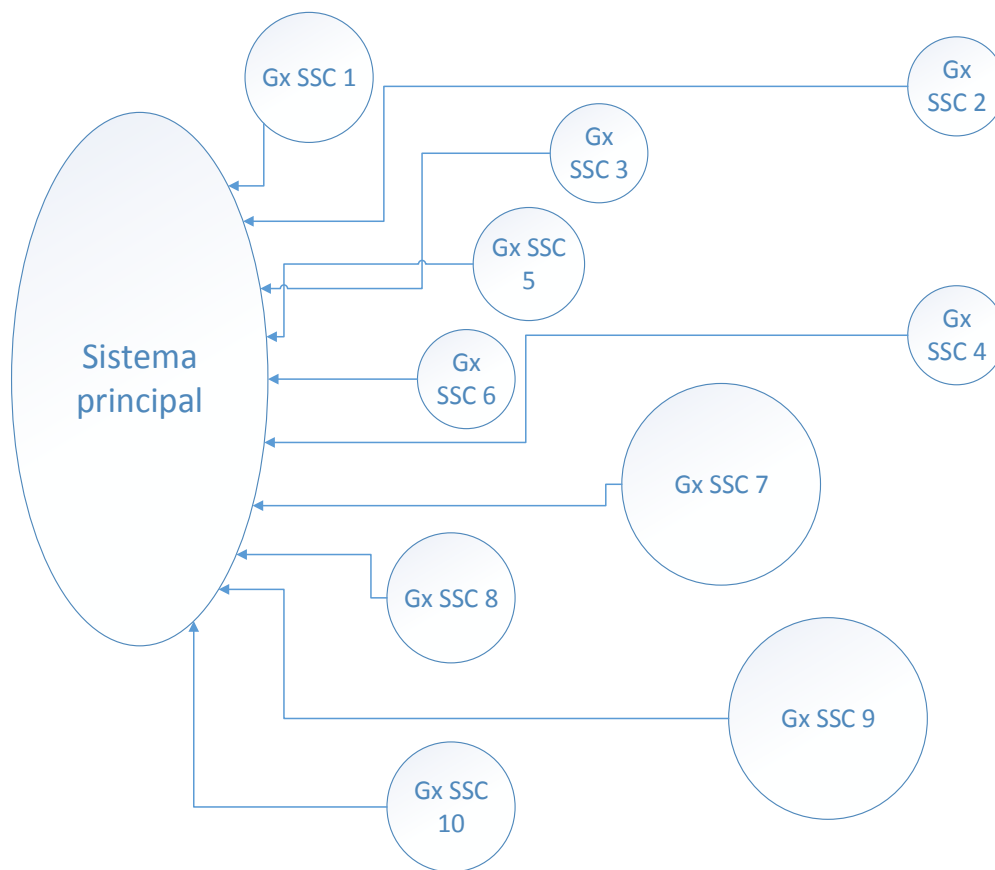


Figura 56. Topología de red radial descentralizada

SSC: Sub-subcuenca.

Gx: Generación al interior de la SSC.

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

4.1.2 Topología de red radial con agrupaciones de sub-subcuenca

Esta alternativa estudia agrupaciones de sub-subcuenca, donde cada agrupación se conecta al sistema principal mediante una subestación “colectora”, desde donde comienza una nueva línea de transmisión. Las agrupaciones serán determinadas de manera eficiente con el fin de minimizar el número de líneas nuevas construidas hacia el sistema de transmisión principal

(por ejemplo, esto resultaría en la construcción de una subestación en un punto dentro de una agrupación de sub-subcuenas que luego se conecte al sistema troncal mediante una nueva línea). Esto se ilustra en la Figura 57.

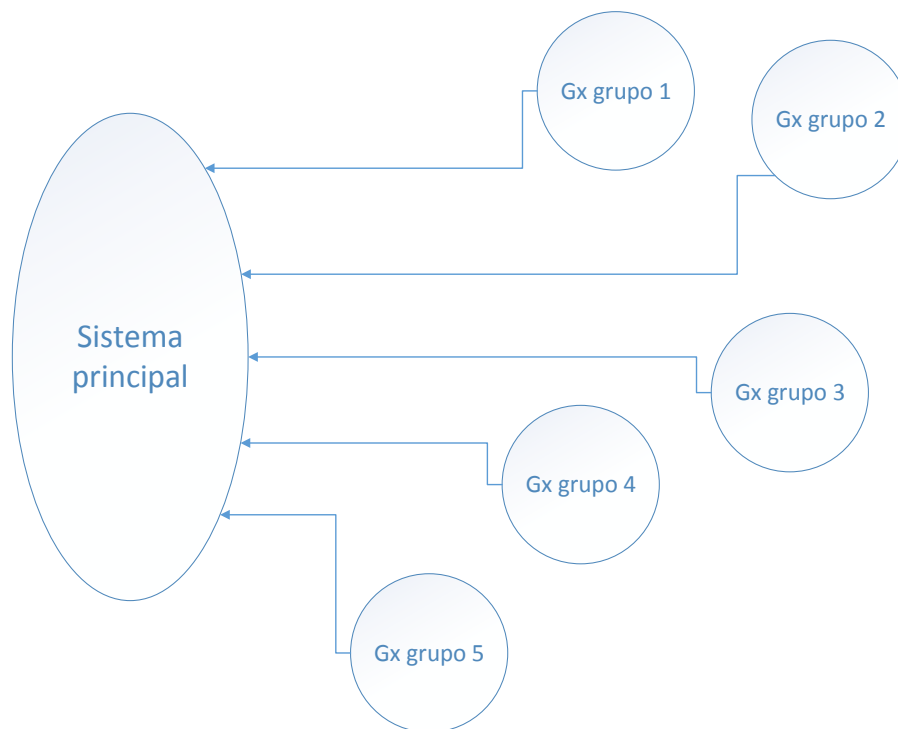


Figura 57. Topología de red radial con agrupaciones de sub-subcuenas

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO

4.1.3 Topología de red integrada con agrupaciones de sub-subcuenas

Esta alternativa considera las mismas agrupaciones de sub-subcuenas descritas en la sección anterior, pero en lugar de una conexión radial de cada agrupación al sistema, se determina la topología óptima de transmisión asumiendo una máxima coordinación en el desarrollo de nueva infraestructura. Esta metodología trae como consecuencia mayor número de opciones en la interconexión de las agrupaciones de sub-subcuenas. Por ejemplo, en la Figura 58 y Figura 59, se muestran dos alternativas factibles de interconexión de agrupaciones al sistema principal (existen más alternativas factibles, de las cuales se debe escoger la más eficiente). Este caso supone una planificación integrada, con el mínimo impacto posible, en uso de territorio y costo, con un rol estratégico de coordinación por parte del planificador y con una visión de largo plazo. En esta alternativa, el modelo de optimización desarrollado decide la configuración óptima entre grupos de generación de las sub-subcuenas.

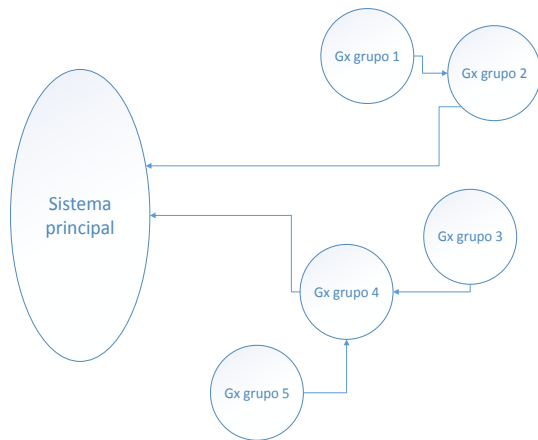


Figura 58. Topología de red integrada con agrupaciones de sub-subcuenca, opción 1 (de un conjunto de muchas opciones)

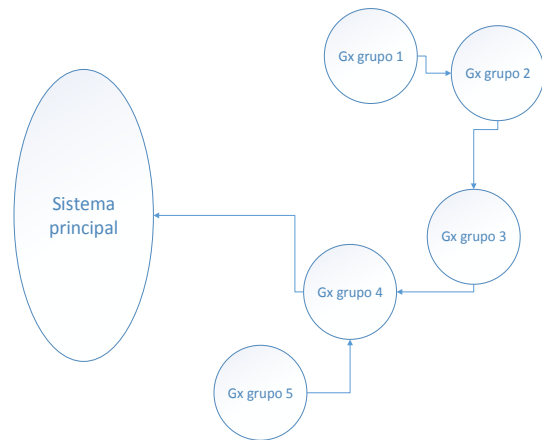


Figura 59. Topología de red integrada con agrupaciones de sub-subcuenca, opción 2 (de un conjunto de muchas opciones)

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO

Finalmente, cabe destacar que, para las tres alternativas de desarrollo de infraestructura de transmisión presentadas en las secciones anteriores, se consideran también los posibles refuerzos de transmisión que podrían ser necesarios en el sistema principal (por ejemplo, en las líneas del sistema de transmisión troncal). Para esto, se cuenta con un modelo de programación entera mixta que determina el plan óptimo de expansión (de mínimo costo) del sistema de transmisión tomando en consideración cada una de las exigencias planteadas, además de restricciones técnicas del modelo de despacho del Sistema Interconectado Central (SIC), y posibles puntos de conexión para evacuar el potencial hidroeléctrico estudiado. Es decir, el modelo de optimización decide óptimamente cómo y dónde se debe reforzar el sistema troncal de manera de simultáneamente: (i) evacuar todo el potencial hidroeléctrico, (ii) satisfacer la demanda eléctrica y (iii) lograr la operación a mínimo costo que satisface (i) y (ii).

Una característica importante de la modelación es que considera a la sub-subcuenca como a la unidad de menor tamaño (indivisible), por lo que se ignoran las conexiones de red internas a la sub-subcuenca (a nivel de proyectos). Así, cada sub-subcuenca presenta un punto de conexión al sistema principal de transmisión que corresponde al punto de restitución de la central⁸² más baja dentro de la sub-subcuenca.

⁸² La metodología de estimación de potencial hidroeléctrico se basa en la información de DAANC (Derechos de Aprovechamiento de Aguas No Consumitivos), asimilándolos como posibles centrales hidroeléctricas.

4.2 Modelo de optimización

En este estudio se ha desarrollado e implementado un modelo de optimización capaz de ayudar al proceso de decisión entregando la inversión óptima en transmisión bajo diferentes escenarios de coordinación. Se desarrolla un análisis de costo–beneficio basado en un modelo de optimización de la planificación eléctrica. El modelo es capaz de determinar las inversiones óptimas en la infraestructura de red, simulando la operación del sistema mediante un modelo de despacho de la generación a mínimo costo, dado un parque generador e incluyendo una variedad de escenarios hidrológicos y de generación renovable. La función objetivo a minimizar del modelo es la siguiente:

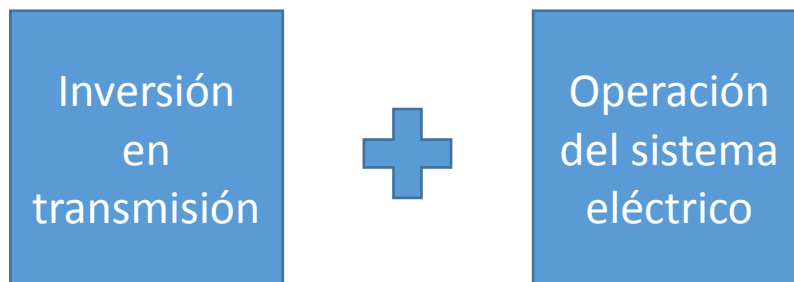


Figura 60. Función de costos totales del problema de planificación

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Las principales características del modelo son:

- (i) La inversión en transmisión es establecida tomando en consideración los costos fijos y variables correspondientes a los proyectos. De esta forma, el modelo captura los efectos de economías de escala en la inversión en transmisión. Además, se destaca que esta decisión es estocástica, tomando como incertidumbre los distintos tipos de hidrologías que pueden existir en un año, lo que influye en los patrones de flujos sobre el sistema eléctrico.

El diseño de la red contempla tanto la construcción de nuevas líneas para conectar el potencial hidroeléctrico como los refuerzos necesarios en el sistema principal (troncal o subtransmisión) para sustentar las transferencias de energía entre los distintos puntos de la red eléctrica. Esto es importante ya que el punto de conexión puede ser una línea de subtransmisión o adicional (de otro propietario) que necesite refuerzos importantes para recibir las inyecciones de la nueva central (o conjunto de centrales, ver caso de G2 en Figura 61). Asimismo, los costos de integración debido a los refuerzos necesarios en el resto del sistema son mayores dependiendo de la distancia del proyecto al centro de carga del sistema (y no de la distancia del proyecto a su punto más cercano a la red de transmisión - comparar refuerzos necesarios en el sistema troncal para G1 y G2 en Figura 61), y esto también será considerado.

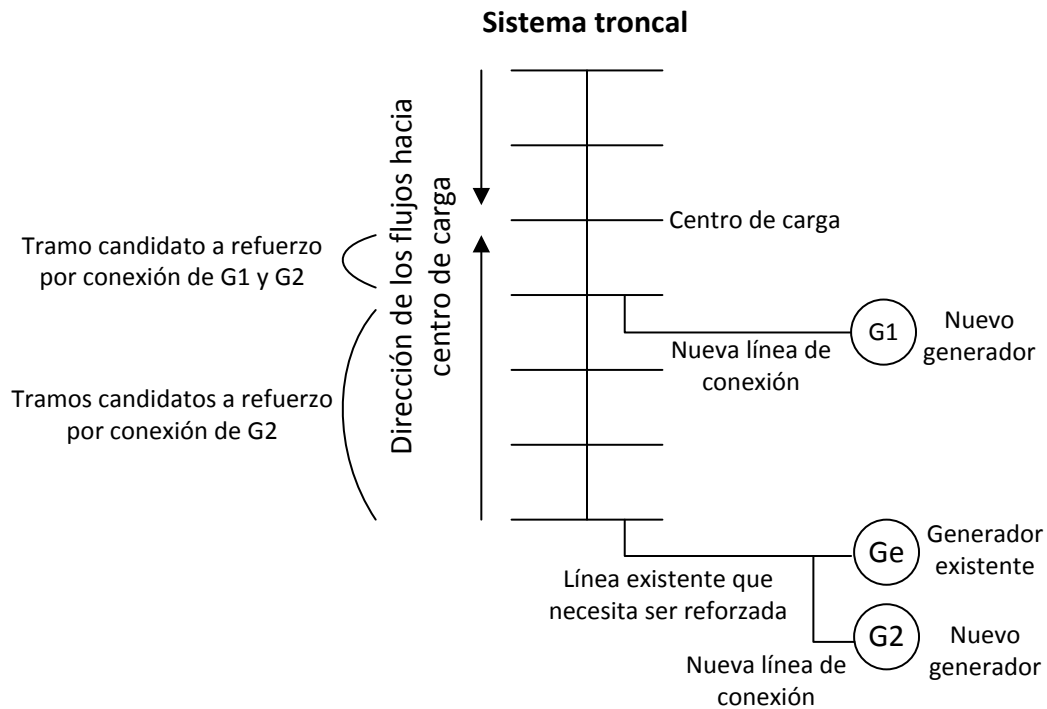


Figura 61. Nuevas líneas y refuerzos necesarios para la integración de nueva generación

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

- (ii) El modelo es capaz de capturar distintos escenarios sobre el comportamiento hidrológico que puede existir a futuro, tomando decisiones robustas de inversión en transmisión al considerar diferentes pronósticos de hidrologías, basados en las hidrologías históricas. Además, cada uno de los años hidrológicos considerados cuenta con “etapas”, las cuales capturan las variabilidades de afluentes hídricos para las distintas estaciones del año (las que pueden llegar a ser bastante significativas). Esto se ilustra en la Figura 62, donde se resume dicha metodología considerando varios años hidrológicos, cada uno de estos constituidos por las cuatro etapas correspondientes a las estaciones del año.
- (iii) Por otra parte, en cada etapa se considera la variación de la demanda eléctrica y la disponibilidad de la generación renovable eólica y solar, pudiendo el modelo así capturar las diferencias en la operación del sistema a lo largo del año. De esta forma, el modelo logra capturar parte de la variabilidad propia de los recursos renovables intermitentes, lo cual es relevante para una representación adecuada de la operación del sistema eléctrico.

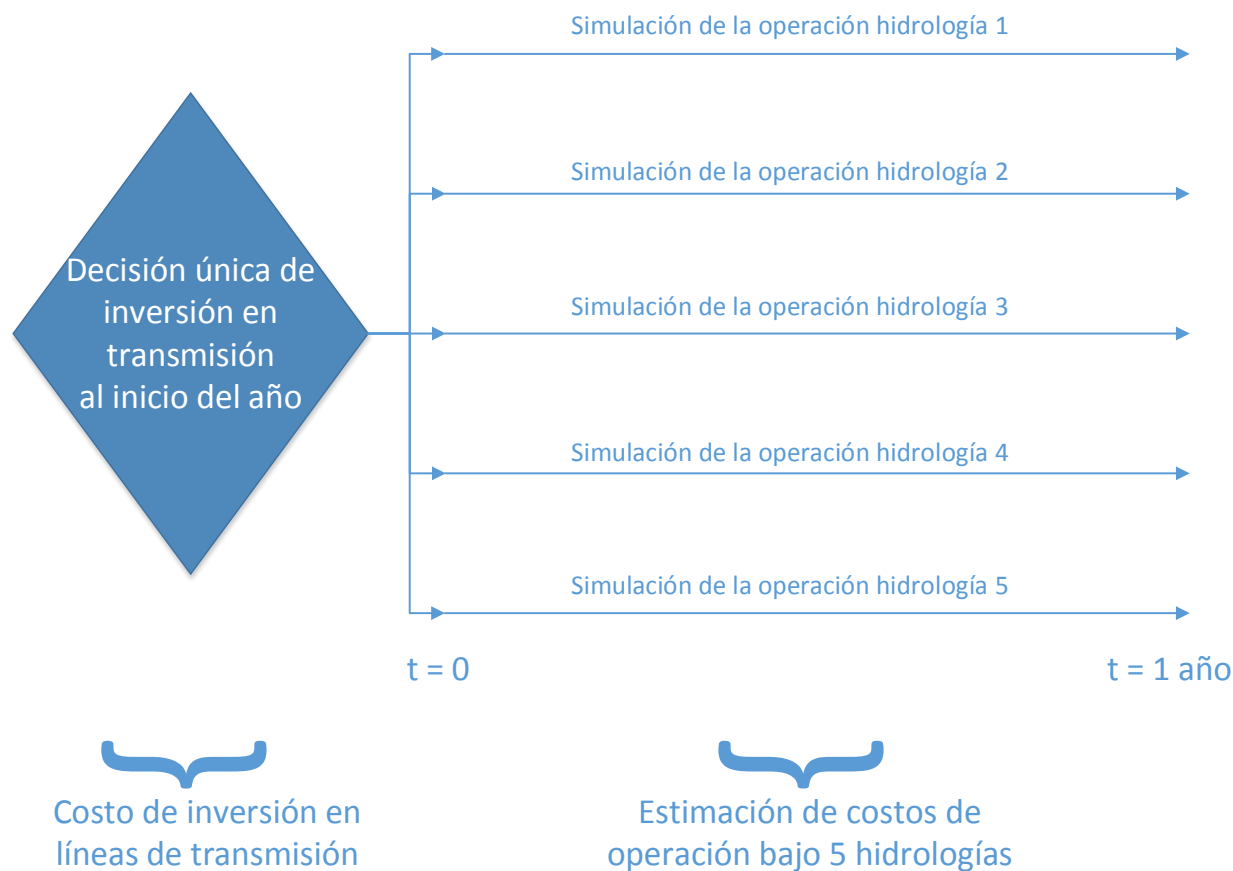


Figura 62. Estimación de costos para la toma de decisión de inversión en transmisión bajo distintas condiciones hidrológicas

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

4.3 Relación de los OdV con el desarrollo de la transmisión eléctrica

En la metodología descrita anteriormente, no se ha descrito el impacto de los OdV en la longitud y, consecuentemente, los costos de la transmisión eléctrica a desarrollar para evacuar el potencial hidroeléctrico de las cuencas estudiadas. Sin embargo, éste es un punto clave de este estudio. Aquí se presenta una breve descripción conceptual sobre la metodología usada.

En términos generales, se elabora un mapa de las cuencas que indica distintos factores de dificultad (o penalización), por áreas, que impactarán el trazado en línea recta de las líneas de transmisión. Dichos factores fueron estimados en base la interacción de los distintos OdV con el desarrollo de los proyectos de transmisión eléctrica, lo que puede diferir de la interacción de los mismos OdV con el desarrollo de proyectos de generación eléctrica.

Una vez que se elaboran los mapas indicativos del nivel de dificultad para establecer el trazado de las líneas de transmisión, se realiza una estimación de la longitud y del costo de la transmisión necesaria para evacuar el potencial hidroeléctrico estudiado, bajo los diferentes esquemas de coordinación mencionados en las secciones anteriores.

De este modo, la longitud y los costos de las líneas adicionales, que inicialmente son trazadas en líneas rectas conectando el potencial hidroeléctrico con el sistema principal, serán penalizados por factores que dependen de la cercanía de la línea a un área de interés. Para esto se definen zonas de buffer alrededor del área de interés (que se desea proteger/penalizar) con el fin de penalizar en un mayor grado la longitud y el costo de la línea en la medida que el trazado de ésta (asumiendo una trayectoria en línea recta entre la sub-subcuenca y la subestación del sistema principal) pase más cerca de dicha área de interés. Las distintas áreas de interés y las penalizaciones para cada zona de buffer se ilustran en la Tabla 38. Los OdV que no aparecen en la Tabla 38 no se han considerado, asumiendo que su participación no sería restrictiva respecto del desarrollo de la transmisión. Básicamente, se consideran dos tipos de penalizaciones: (i) una penalización de 1.000, para indicar que ese OdV es relevante para la planificación del desarrollo de la transmisión y, probablemente, implicará un trazado más largo de la línea y, consecuentemente, un mayor costo de la misma y (ii) una penalización de 5, para indicar que existe un OdV en la misma área de desarrollo de la transmisión, que implica una cierta restricción, aunque menor, para el desarrollo de la transmisión y, probablemente, no implicará mayores alteraciones en el trazado y costo de las líneas. Estos factores de penalización fueron determinados en acuerdo y en base a juicio experto de los integrantes de los equipos Universidad de Chile y Consorcio TECO PUC.

Tabla 38. Áreas de interés y penalizaciones para cada zona de buffer.

Tipo de OdV		Penalización (Buffer 0 km)	Penalización (Buffer 5 km)	Penalización (Buffer 10 km)	Penalización (Buffer 20km)
Terrestres					
T.1	Especies terrestres en categoría de amenaza	1.000	5	0	0
T.2	Especies Terrestres Endémicas	1.000	5	0	0

Tipo de OdV		Penalización (Buffer 0 km)	Penalización (Buffer 5 km)	Penalización (Buffer 10 km)	Penalización (Buffer 20km)
T.8	Ecosistemas terrestres en categoría de amenaza	1.000	5	0	0
T.10	Parques Nacionales	1.000	5	0	0
T.11	Áreas oficiales de conservación excluyendo parques nacionales	1.000	5	0	0
T.12	Áreas de conservación de interés privados y sitios prioritarios	1.000	5	0	0
Culturales					
C.1.1	Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales indígenas	1.000	5	5	5
C.1.2	Relevancia de tierra indígena	1.000	5	5	5
C.1.3	Relevancia de áreas de Desarrollo Indígena	1.000	5	5	5
C.1.4	Relevancia de demandas de tierras indígenas	1.000	5	5	5
C.1.5	Presencia de comunidades indígenas	1.000	5	5	5
C.2.1	Sitios arqueológicos	1.000	5	5	5

Tipo de OdV		Penalización (Buffer 0 km)	Penalización (Buffer 5 km)	Penalización (Buffer 10 km)	Penalización (Buffer 20km)
C.2.2	Sitios de alto valor paisajísticos	1.000	5	5	5
Productivos					
P.3	Servicios Sanitarios	1.000	0	0	0
P.4	Actividad turística	1.000	5	5	5
P.5	Actividad acuícola	1.000	0	0	0

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

La penalización de costo se realiza mediante un aumento en el largo de la línea, considerando que ésta debe evitar el área de interés mediante una selección de un mejor trazado. La idea principal se ilustra en la

Figura 63, donde un trazado de transmisión (que se asume inicialmente en línea recta) pasa por distintas zonas valoradas (con presencia de OdV) que presentan distintos factores de penalización, los que –en este caso– determinan cinco tramos en el trazado de la línea, determinándose la suma ponderada de factores de penalización.

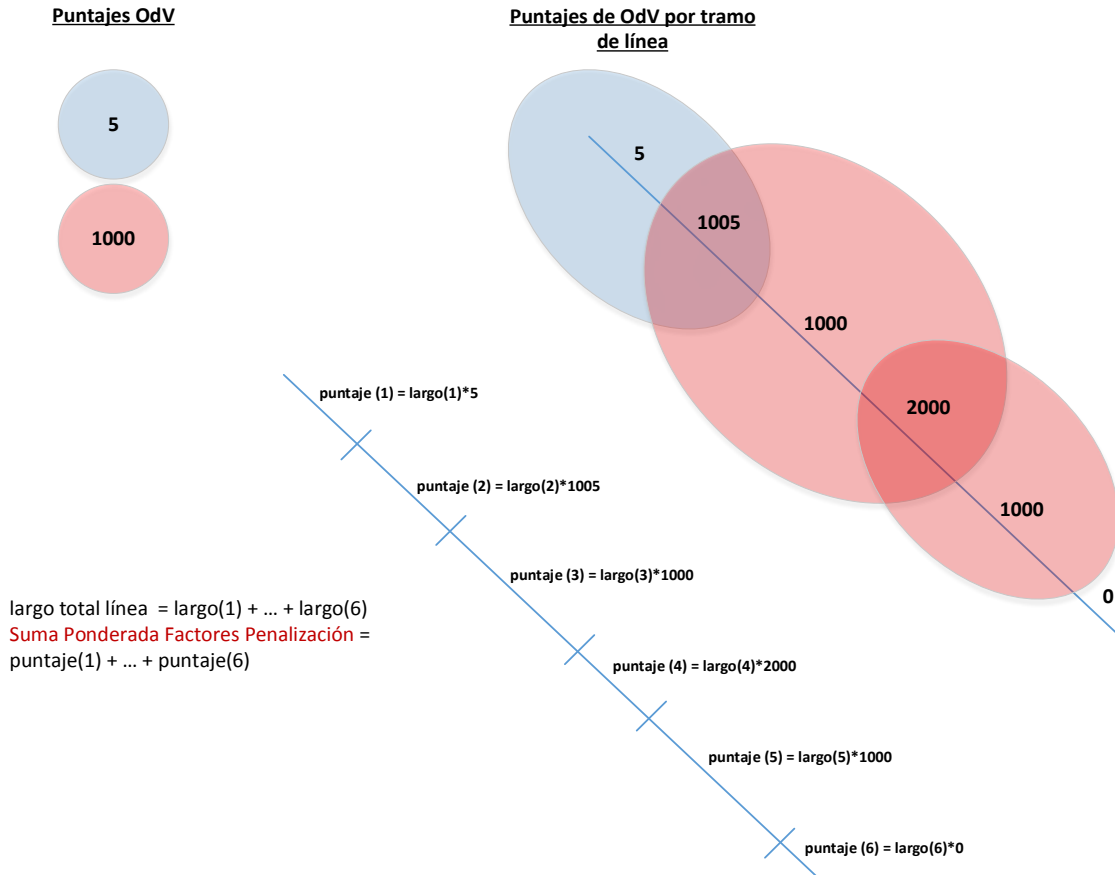


Figura 63. Penalización líneas de transmisión

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Dado que la suma ponderada de factores de penalización podría resultar un número elevado, éste se escala por un único factor “Base” para todas las líneas del sistema con el fin de tener una penalización no más allá del doble del largo original de la línea y esto es consistente con lo observado en la práctica⁸³. Así, se utiliza la siguiente fórmula (donde L' es el largo penalizado y L es el largo original considerando una línea recta entre la sub-subcuenca y el punto de conexión, que puede ser al sistema principal u otra sub-subcuenca. El parámetro “Base” corresponde a una normalización en función del número de OdV y largo asociados a una línea candidata que se debe escoger caso a caso y que establece que, como máximo, el largo de una línea se puede duplicar producto de la presencia de OdV):

$$L' = L * \left(1 + \frac{\text{Suma Ponderada Factores Penalización}}{\text{Base}} \right)$$

Donde:

⁸³ Esto se consultó con expertos del sector eléctrico.

$$1 \leq \left(1 + \frac{\text{Suma Ponderada Factores Penalización}}{\text{Base}} \right) \leq 2$$

En la Figura 64, a modo de ejemplo, se muestra cómo lucen las áreas de interés que se busca proteger mediante factores de penalización en el caso de las cuencas de Biobío, Toltén, Valdivia y Bueno (a mayor intensidad/sombreado del color rosado, mayor es la penalización).



Figura 64. Mapa con suma de factores de penalización para las cuencas del Biobío, Toltén, Valdivia y Bueno

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

4.4 Datos de entrada

4.4.1 Sistema eléctrico de transmisión

El sistema de transmisión modelado para este ejercicio contempla una versión estilizada del sistema nacional completo (SIC y SING) definido por la Comisión Nacional de Energía (CNE) para realizar el cálculo de precio nudo de corto plazo (Comisión Nacional de Energía, 2015).

Tomando en consideración que el desarrollo hidroeléctrico actual y el potencial en estudio se concentra en la parte centro-sur del sistema, y con el objetivo de reducir la carga computacional del modelo, se ha decidido simplificar el sistema principal SIC+SING desde el sector de Itahue hacia el norte, lo que también incluye al sistema SING. Para el resto del sistema eléctrico (de Itahue hacia el Sur) se utiliza la misma representación de la red de transmisión observada en los ejercicios de tarificación de la CNE. Así, se analiza una red eléctrica de gran tamaño con 91 nodos y 116 tramos (líneas y transformadores) en cuatro niveles de voltaje (500, 220, 154 y 66 kV) en el sistema principal; y 161 sub-subcuencas.

Con respecto a la demanda utilizada, se utilizaron escenarios de demanda al año 2050. El detalle de la demanda utilizada se presenta más adelante en el informe y corresponde a las proyecciones realizadas en el contexto de la Hoja de Ruta 2050.

4.4.2 Modelo de costos del sistema de transmisión

La expansión de la red de transmisión considera la necesidad de ampliar aquellos tramos existentes del sistema principal (sistema de transmisión troncal más el de subtransmisión), en conjunto con la inversión necesaria para integrar las sub-subcuencas mediante líneas adicionales.

Costos de transmisión de líneas adicionales para integración de los potenciales de las sub-subcuencas

En el caso de las sub-subcuencas se ha hecho la diferenciación de costos de redes de transmisión de 220 kV para las interconexiones de los potenciales de las sub-subcuencas al sistema principal y de 110 KV para las interconexiones entre los potenciales de las sub-subcuencas, siendo estas líneas inversiones candidatas nuevas que presentan una función de costos como la siguiente:

- Costos fijos: representando el valor de la inversión más los costos de operación, mantenimiento y administración asociados a paños de líneas en subestaciones e instalaciones de subestación (8,4 y 1,4 MMUS\$ por doble circuito de 220 y 110 kV, respectivamente, e incluye subestaciones de llegada y salida).

- Costos por servidumbre: con un valor promedio de 1,4 US\$/m² y considerando una franja de 50 metros de ancho.
- Costos variable: costos unitarios por unidad de potencia (1.209 y 1.430 US\$/MW.km por doble circuito de 220 y 110 kV), asociados a costos del conductor y torres para un doble circuito con capacidad segura, utilizando el criterio de seguridad N-1.

Costos de transmisión de líneas troncales y subtransmisión (sistema principal)

En el caso de las líneas del sistema de transmisión principal, como sistema base se considera aquellas obras existentes, en construcción y recomendadas (Comisión Nacional de Energía, 2015) publicado por la CNE. Estos tramos también pueden ser expandidos como resultado de la optimización, considerando los requerimientos del parque generador hacia 2050 (año donde se asume que estará disponible todo el potencial hidroeléctrico de las cuencas estudiadas). Los costos involucrados para líneas y transformadores son los siguientes:

Líneas

- Costos fijos: representando el valor de la inversión más los costos de operación, mantenimiento y administración asociados a paños de líneas en subestaciones e instalaciones comunes (26,2 y 8,4 MMUS\$ por doble circuito de 500 kV y menor a 500 kV, respectivamente e incluye subestaciones de llegada y salida).
- Costos por servidumbre: con un valor promedio de 1,4 US\$/m² y considerando una franja de 50 metros de ancho.
- Costos variables: costos por unidad de potencia (646 y 1.209 US\$/MW.km por doble circuito de 500 y menor a 500 kV, respectivamente), asociados a costos del conductor y torres para un doble circuito con capacidad segura, utilizando el criterio de seguridad N-1.

Transformadores

- Costos fijos: representando el valor de la inversión más los costos de operación, mantenimiento y administración asociados a paños en subestaciones e instalaciones comunes (17,4 MMUS\$).
- Costos variables: costos unitarios por unidad de potencia (21.200 US\$/MW).

Para el cálculo de las anualidades se utilizó una tasa de descuento del 10% y una vida útil de 40 años para todos los activos de la transmisión.

4.4.3 Parque generador

El parque generador considerado en este estudio está basado en la visión del sector hacia el año 2050 que se ha publicado en la Hoja de Ruta 2050 (Ministerio de Energía, 2015b), con una participación de la generación renovable (incluyendo hidroelectricidad) del orden del 70%. Ya

que en dicho informe se consideró un análisis uninodal, la localización de la generación nueva en este estudio se determinó escalando la generación considerada al año 2030 en el plan de obras de la CNE en su informe de precio nudo de manera tal de alcanzar las cifras para cada tecnología publicada en la Hoja de Ruta. A continuación, se presenta un resumen de las capacidades instaladas actualmente (fines de 2015) y futuras.

Tabla 39. potencial hidroeléctrico actual y al 2050 (en MW) – año 2050 es utilizado para las simulaciones

Tecnología	Capacidad actual	Capacidad Total Estudio (2050)	Costo Variable USD/MWh
Biomasa/Cogeneración	444	130	25,0
Geotermia	-	75	-
Eólica	909	5.411	7,7
Solar	592	3.130	-
Hidráulica de pasada/serie	3.068	4.244	-
Embalse	3.407	3.407	-
Hidráulica sub-subcuencas estudio		10.890	-
Carbón	4.478	5.080	41,0
Gas Natural/GNL	3.166	3.864	63,8
Diésel	3.546	5.631	146,0
TOTAL SIC+SING	19.610	41.862	25,0

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO

4.4.4 Supuestos sobre la hidrología

El nivel de incertidumbre de la generación hidroeléctrica es incorporado en el modelo a través de un set de escenarios representativos de la estadística histórica de los afluentes hidrológicos. Se definen cinco tipos de hidrologías de interés, las cuales están asociadas a los años hidrológicos que se resumen en la Tabla 40 siguiente.

Tabla 40. Hidrologías utilizadas en el modelo

Tipo de hidrología	Año hidrológico
Húmeda	2002
Media-húmeda	1966
Media	2008
Media-seca	1988
Seca	1968

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Las hidrologías representativas de cada nivel son determinadas mediante un método de *clustering* que determina familias hidrológicas y un “centroide” representativo de cada familia, considerando la estadística presentada en la Figura 65, obtenida desde las bases de datos del CDEC-SIC⁸⁴ (en color más oscuro se destacan las hidrologías utilizadas en este estudio como representativas). En la Figura 65 la generación anual equivalente corresponde a la energía afluente total en cada año hidrológico asumiendo un rendimiento promedio del parque de generación hidroeléctrico instalado.

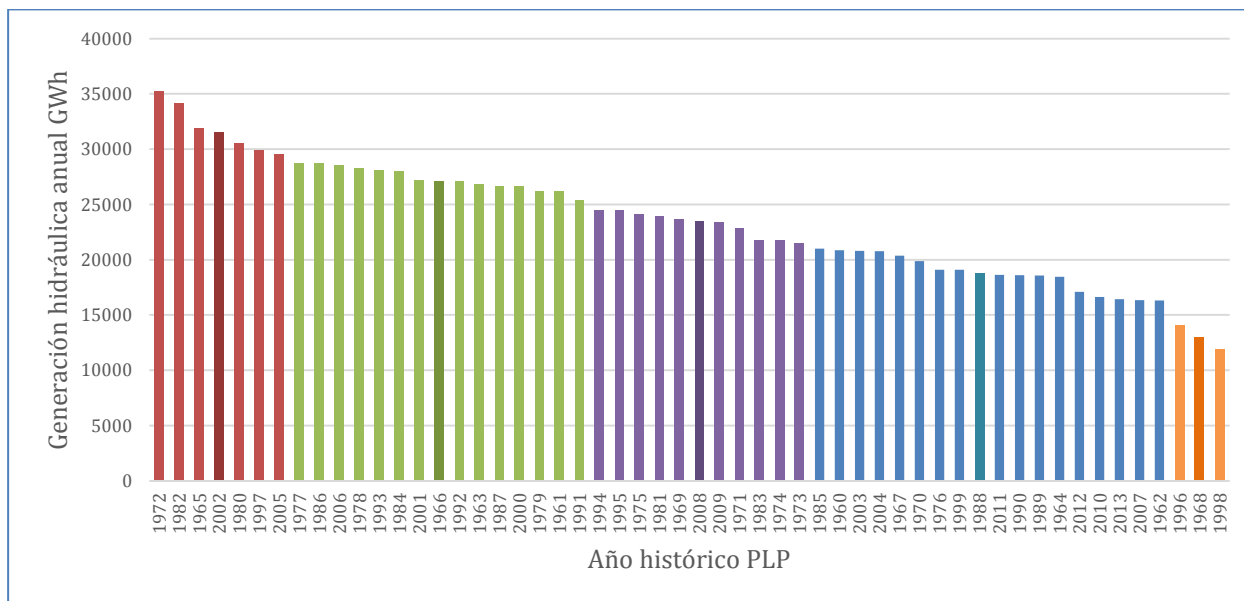


Figura 65. Generación anual equivalente de centrales hidroeléctricas a nivel nacional por año hidrológico – hidrologías representativas destacadas

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

4.4.5 Escenarios de operación: niveles de demanda, generación solar y eólica

Se escogen 10 condiciones de operación o “bloques” representativos por cada estación de año (verano, invierno, primavera otoño) de distintos estados del sistema eléctrico con respecto a sus niveles de demanda y de disponibilidad del recurso solar y eólico, entre otros (también se consideran distintas disponibilidades para el resto de las tecnologías de generación). Este número de bloques representa un compromiso razonable entre la exactitud del modelo y sus tiempos de cómputo (al aumentar el número de condiciones de operación el tiempo de cómputo aumenta exponencialmente). Para esto se discretizan los niveles de demanda

⁸⁴ Centro de Despacho de Carga del Sistema Interconectado Central

observados durante el año en combinación con los niveles de disponibilidad del recurso solar y eólico, considerando sus correlaciones. La idea es identificar aquellas combinaciones de demanda, generación solar y eólica que son representativas para efectos de la estimación de costos de operación del sistema eléctrico y esto corresponde a una práctica estándar en el sector.

En la Figura 66 se presentan los perfiles de demanda (curva de duración) y de disponibilidad del recurso solar observados y proyectados para el sistema nacional. La demanda alcanza un nivel máximo de 21,7 GW y un consumo de 162 TWh, según las estimaciones publicadas en la Hoja de Ruta 2050 (Ministerio de Energía, 2015b), asumiendo un crecimiento bajo del Producto Interno Bruto (PIB).

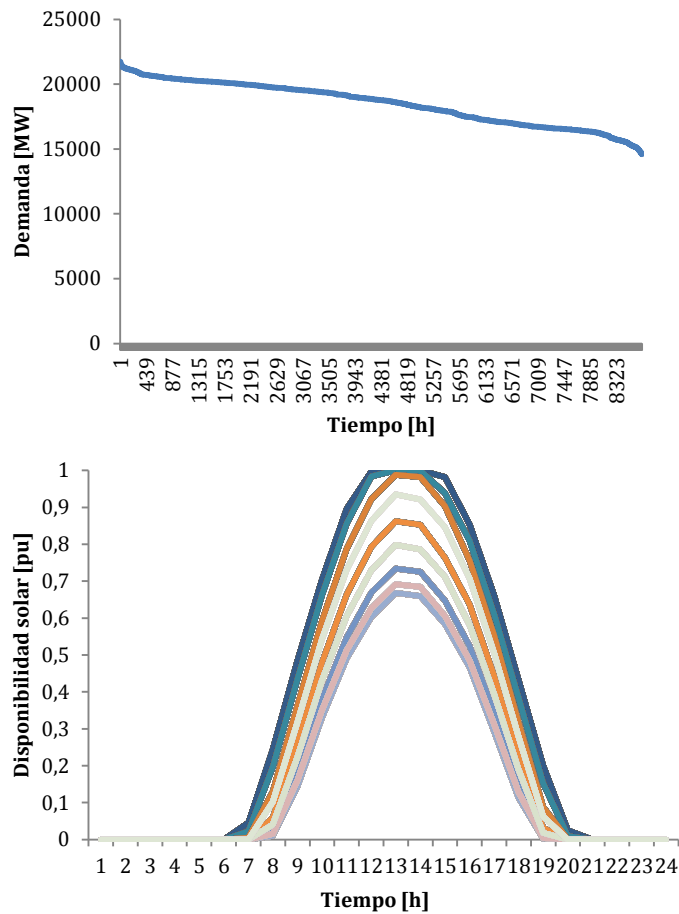


Figura 66. Curva de duración de demanda y perfiles solares utilizados
Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Nótese que la modelación considera 10 escenarios de demanda, disponibilidad eólica y solar en cada estación, cuatro estaciones por año y cinco tipos de hidrología. Así, el modelo considera un total de 200 condiciones de operación que representan una combinatoria de distintos eventos que pueden ocurrir en el horizonte de análisis (niveles de demanda,

disponibilidad solar, disponibilidad eólica, varias disponibilidades del recurso hidráulico y de otras tecnologías de generación, etc.).

4.4.6 Potencial hidroeléctrico a desarrollar

Interesa conocer los efectos sobre las inversiones de transmisión del desarrollo de aproximadamente 10,9 GW de potencial hidroeléctrico ubicados a lo largo de las siete cuencas que forman parte de este estudio (abordadas por los equipos UCH-PUC-TECO) según se ilustra en la Tabla 41.⁸⁵ A partir de este análisis es posible determinar el costo de transmisión asociado al desarrollo de distintas sub-subcuencas.

Tabla 41. Potenciales hidroeléctricos por cuencas

Cuenca	Potencial MW
Río Maule	1.473
Río Biobío	3.038
Río Toltén	1.124
Río Valdivia	1.646
Río Bueno	1.389
Río Puelo	0.818
Río Yelcho	1.403
TOTAL	10.890

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Para efectos de este estudio se ha considerado como unidad mínima e indivisible a la generación total por cada sub-subcuenca. De este modo la planificación de la transmisión realizada a lo largo de este estudio no toma en consideración los trazados internos dentro de cada sub-subcuenca. El punto de referencia de conexión de cada sub-subcuenca corresponde al punto más bajo de restitución. En la siguiente figura se muestra en rojo el punto que representa el potencial acumulado de la sub-subcuenca y en negro los potenciales que son agregados.

⁸⁵ Los potenciales hidroeléctricos considerados en este capítulo no coinciden exactamente con los potenciales determinados en los capítulos previos. Los potenciales correctamente calculados son los presentados en el capítulo de potenciales y no los presentados en la Tabla 40. La razón de usar potenciales distintos en este capítulo es que el trabajo relacionado con el impacto de la transmisión y el relacionado con los otros capítulos fue solicitado al mismo tiempo de acuerdo a las bases de la licitación, lo que impide comenzar todo el trabajo y las simulaciones mostradas en este capítulo después de haber definido y afinado los potenciales hidroeléctricos en los otros capítulos. Fue así como fue acordado entre el consorcio TECO-CCG-UC y la contraparte del Ministerio de Energía, que el análisis de los costos e impacto de la transmisión se realizara con las estimaciones iniciales de los potenciales hidroeléctricos, presentadas en los informes de avance 2 y 3.

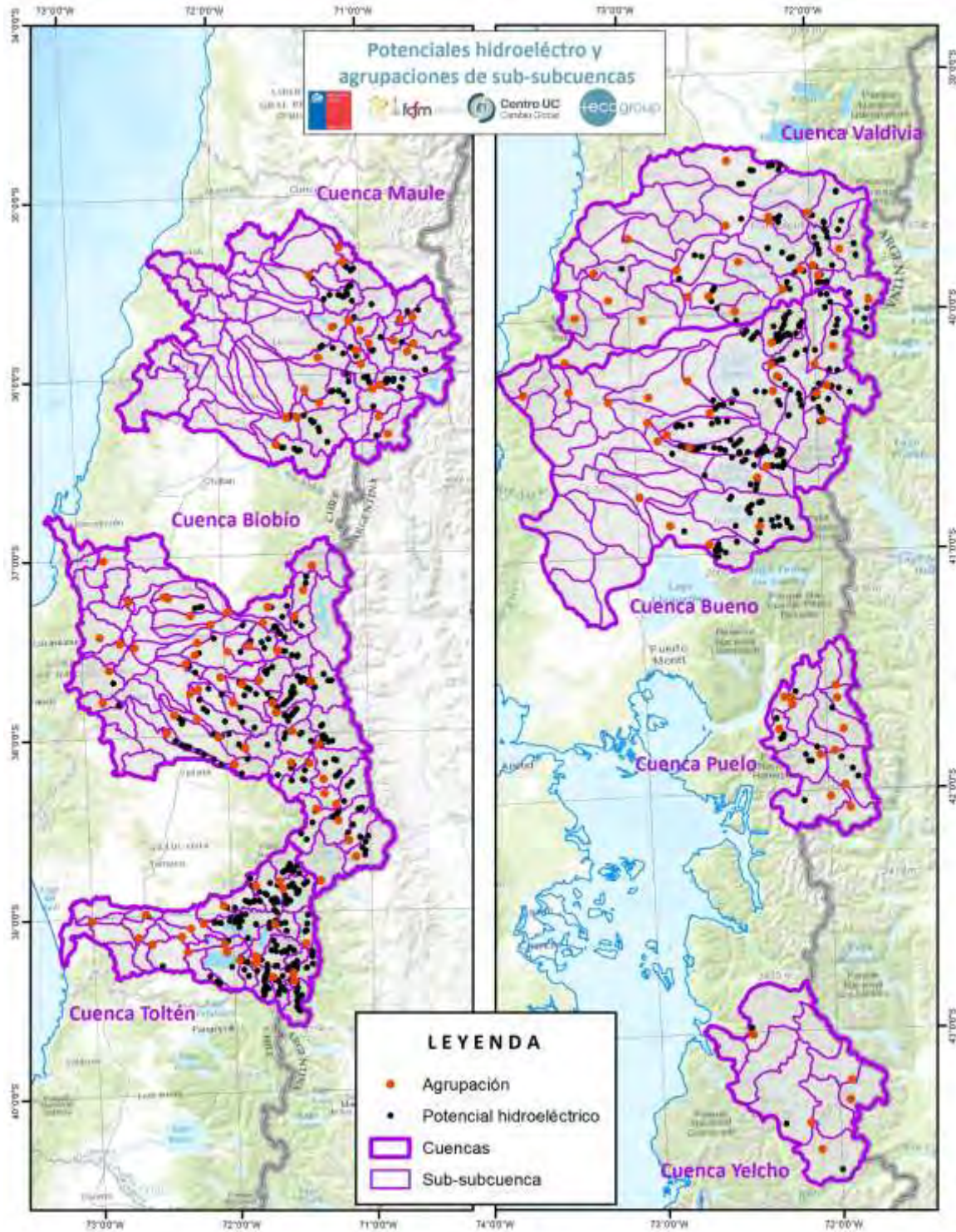


Figura 67. Potenciales acumulados por sub-subcuencia y potenciales hidroeléctricos

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO

Además, para efectos de los estudios donde se considera una coordinación en la construcción de la red de transmisión (topología de red pseudo coordinada y full coordinada) y que se encuentran desarrollados en las secciones 4.1.2 y 4.1.3, las sub-subcuencas son acumuladas en *clusters*. Para las cuencas del Maule, Biobío, Toltén, Valdivia y Bueno se consideran cuatro clusters para cada una y para las cuencas de Puelo y Yelcho se consideran 3 clusters (dada la menor área asociada a estas últimas). De esta forma se determinan 26 agrupaciones o clusters para todo el sistema estudiado. El resultado de esta agrupación se muestra en la figura continuación, donde los grupos o clusters están diferenciados según distintos colores.

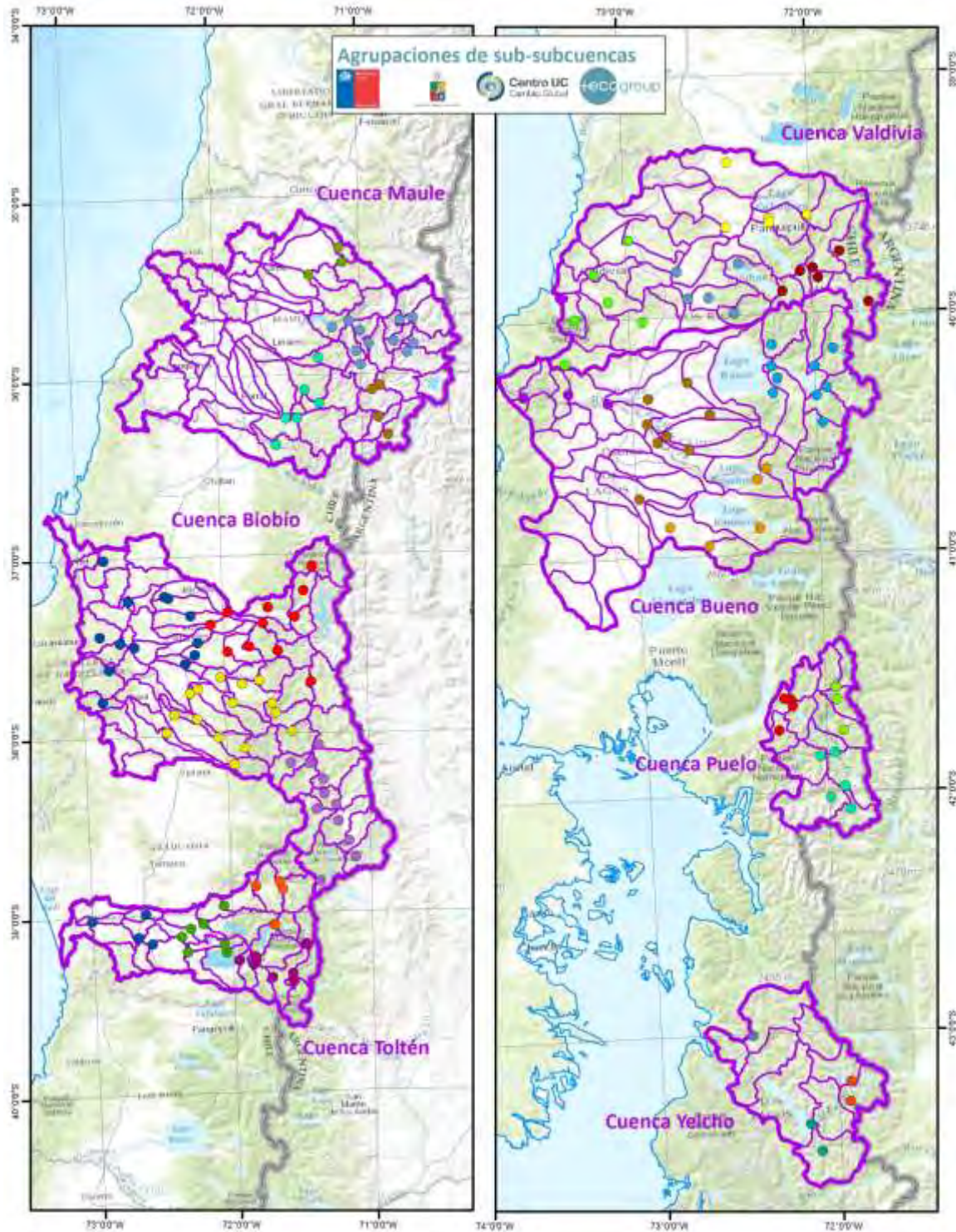


Figura 68. Agrupación de potenciales acumulados por sub-subcuenca
Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

4.5 Metodología de planificación de la transmisión sin considerar penalización por presencia de OdV

4.5.1 Topología de red descentralizada (Radial)

Para la alternativa de desarrollo descentralizado se considera que cada sub-subcuenca tiene dos líneas candidatas de conexión al sistema principal y sólo una será seleccionada por el modelo de planificación con el fin de minimizar el costo total de sistema (la ruta más corta y la segunda más corta; esto se debe a que la ruta más corta puede no resultar eficiente de construir desde un punto de vista sistémico si la transmisión extra asociada al nivel de la transmisión principal –troncal y subtransmisión– es muy elevada). Las distancias de conexión de las sub-subcuenca al sistema principal se resumen en los histogramas de la Figura 69, que demuestra que las distancias más cortas se presentan dentro de la cuenca del Maule y las más largas dentro de la cuenca del Yelcho.

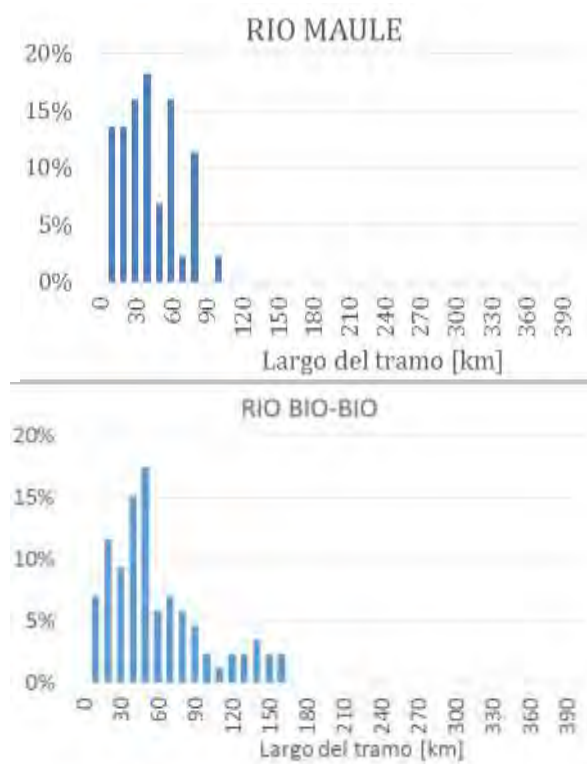






Figura 69. Histogramas de distancias de las líneas candidatas a conexión de cada cuenca con el sistema principal

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Resultados

En esta sección se muestran los resultados generales del ejercicio con respecto a la topología de red radial descentralizada, donde se establece que cada potencial acumulado por sub-subcuenca puede ser conectado al sistema principal de transmisión (subestación del sistema troncal o subtransmisión), mediante una línea adicional de transmisión. Para esto se establece que cada sub-subcuenca tiene dos alternativas de interconexión: una línea recta que lo une al punto más cercano del sistema principal y una línea recta que lo une al segundo punto más cercano del sistema principal (esto se debe a que la ruta más corta puede no resultar eficiente si la transmisión extra asociada a nivel de la transmisión principal –troncal y subtransmisión– es muy elevada).

Cabe mencionar que, para mayor claridad en este capítulo, se prefirió tener una sección de resultados al interior de cada sección de topología analizada, en vez de escribir una sección única de resultados.

Operación del sistema con todo el potencial hidroeléctrico desarrollado al año 2050

La Figura 70 muestra la operación óptima del sistema al año 2050. Los resultados demuestran que la operación óptima del sistema a futuro para una hidrología media incluye un 58% de generación hidráulica (con todo el potencial desarrollado), un 19% de generación en base a carbón, un 8% de generación eólica y un 5% de generación solar, con una participación menor de otras tecnologías.

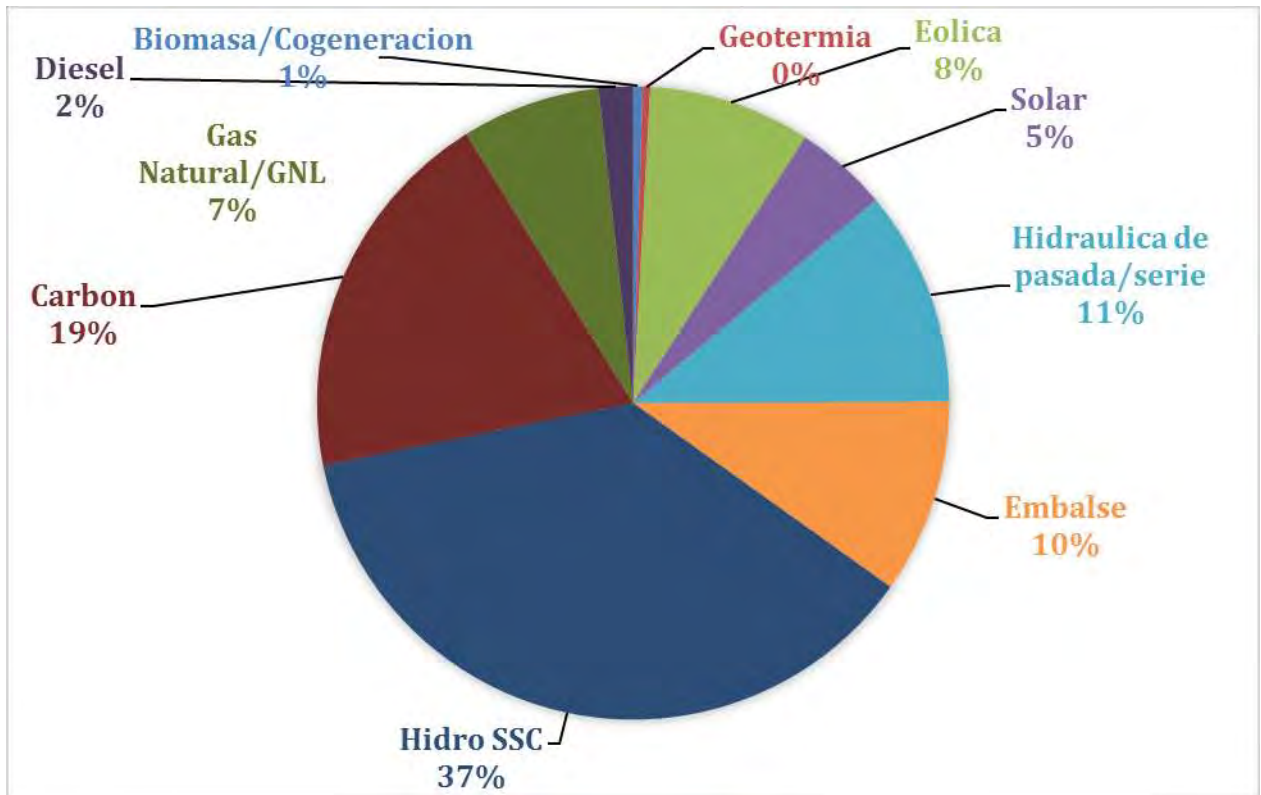


Figura 70. Operación del sistema eléctrico para la hidrología media, 2050 (todo el potencial hidroeléctrico desarrollado)

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

La Figura 70 demuestra que la generación hidroeléctrica es sólo una proporción de la demanda y por lo tanto otras tecnologías son necesarias para complementar la matriz de generación. Además, la participación de la generación hidroeléctrica disminuye drásticamente bajo la ocurrencia de una hidrología seca a sólo el 33% de la demanda, dando paso a una participación más preponderante de las centrales térmicas a gas natural y diésel. Esto demuestra que el potencial hidroeléctrico se debe complementar con otras tecnologías a futuro y no representa una parte significativa del consumo, aunque se desarrolle todo su potencial.

Expansión del sistema de transmisión troncal y subtransmisión

La expansión del sistema principal de transmisión (transmisión troncal y subtransmisión) se debe no solamente a la conexión de nueva capacidad de generación hidroeléctrica, sino que al crecimiento completo del sistema al año 2050, lo que hace desafiante la identificación de obras de transmisión troncal y de subtransmisión que se deban única y exclusivamente a la conexión del potencial hidroeléctrico. En este contexto, se propone una metodología basada en una comparación entre (i) la red de transmisión necesaria en el sistema eléctrico al año 2050 donde todo el potencial hidroeléctrico es desarrollado y (ii) la red de transmisión

necesaria para un sistema eléctrico que no conecta el potencial hidroeléctrico, el cual se reemplaza por una capacidad de generación equivalente en el centro de carga del sistema (i.e. unidades de punta en Alto Jahuel). Además, se comparan los efectos de la transmisión solamente en las líneas ubicadas desde Santiago al sur del país, que corresponde a la zona del potencial hidroeléctrico.

Al comparar estos casos se puede observar que la conexión de aproximadamente 10,9 GW de potencial hidroeléctrico en el futuro sistema eléctrico (con respecto al caso hipotético donde este potencial es sustituido por centrales en el centro de carga) necesitaría refuerzos en el sistema principal del orden de unos 399 MMUS\$⁸⁶. Este valor corresponde a alrededor de un 60% del costo total de inversión y operación del sistema de transmisión a desarrollar el 2050 cuando se agrega todo el potencial hidroeléctrico de las cuencas estudiadas. Nótese que este costo corresponde al desarrollo de todo el potencial hidroeléctrico de este estudio, lo que evidentemente ilustra un caso referencial/hipotético.

De las inversiones necesarias, destacan las obras del troncal en el sistema de 500 kV en la zona de Charrúa, en particular en las líneas Charrúa – Ancoa y Pichirropulli - Charrúa, las que totalizan alrededor de 162 MMUS\$ de inversión. Estas líneas necesitarían refuerzos significativos de 4,6 GW y 2,5 GW (Charrúa – Ancoa y Pichirropulli – Charrúa, respectivamente) por sobre la capacidad inicialmente considerada de 1,5 y 0,75 GW, respectivamente. Las diez inversiones más significativas en el sistema principal que justifican más del 70% de la inversión se muestran en la

Tabla 42.

Tabla 42. Inversiones significativas en transmisión principal⁸⁷

Tramo transmisión (nomenclatura OSE/CNE)	AVI+COMA ⁸⁸ US\$/año
Pichirropulli 500-Charrúa 500	91.618.604
Charrúa 500-Ancoa 500 Aux Sur	70.629.547
Charrúa 220-Cautín 220	40.098.143
Ancoa 500 Aux-Alto Jahuel 500	31.185.142
Pan de Azúcar 500-Polpaico 500	25.441.165
Ancoa 500 Aux-Alto Jahuel 500	22.772.844

⁸⁶ La expansión del sistema principal de transmisión requiere de unos 90 MMUS\$ en el caso de estudio sin la conexión de la nueva generación hidroeléctrica, y unos 490 MMUS\$ con la conexión del potencial hidroeléctrico considerado en este estudio.

⁸⁷ Esta nomenclatura corresponde a la utilizada en los informes de precio nudo de la CNE, los que para cada extremo de la línea de transmisión utilizan los nombres de las subestaciones y sus niveles de voltaje.

⁸⁸ AVI: Anualidad del valor de la inversión; COMA: Costo de operación y mantenimiento

Alto Jahuel 500 Aux-Lo Aguirre 500	21.262.820
Puerto Montt 500-Pichirropulli 500	16.378.664
Pangue 220-Charrúa 220	12.866.281
Los Changos 500-Cumbre 500	11.228.673

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Interconexión de los potenciales hidroeléctricos al sistema principal mediante instalaciones adicionales

Los resultados del modelo de optimización asociados a la transmisión adicional necesaria para conectar radialmente cada sub-subcuenca con el sistema principal (mediante una línea de doble circuito) se muestran en la Tabla 43. La infraestructura de red necesaria para la evacuación del potencial hidroeléctrico tiene un costo anual de 271 MM US\$. Además, en la Tabla 44 se observa que la cuenca de Valdivia es la más económica de desarrollar (en términos de costo por unidad de potencia) debido a su cercanía al sistema de transmisión que implica construcción de menos kilómetros de línea. Al contrario, conectar el potencial hidroeléctrico en la cuenca de Yelcho podría ser más costoso debido a la lejanía de estos potenciales lo que eleva los costos.

Otro aspecto interesante asociado a la inversión en líneas radiales es que en el 23% de las sub-subcuenca se escoge construir la segunda línea más cercana al sistema principal (y no la más cercana), esto con el fin de contar con un balance eficiente entre los costos de inversión en líneas adicionales y líneas troncales y de subtransmisión.

Los costos de reforzamiento del sistema troncal y de subtransmisión se han pro-rateados entre las 7 cuencas estudiadas. Cómo no es posible hacer una asignación exacta de los costos de reforzamiento del sistema troncal y de subtransmisión para cada cuenca, éstos se han prorrateado dividiendo los costos agregados (de todas las cuencas) de reforzamiento y dividido por el potencial hidroeléctrico total, de modo de obtener un costo promedio por MW de potencial, el cual es, luego, multiplicado por el potencial de cada cuenca, obteniendo los valores de la columna seis de la Tabla 44.

Tabla 43. Resultados inversión en transmisión

Tipo de sistema de transmisión	Costo de inversión en transmisión US\$
Troncal y Subtransmisión (Sistema Principal)	399.364.545
Adicional (Sub-subcuenca a Sistema Principal)	271.558.091
TOTAL	670.922.636

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Tabla 44. Detalle resultados inversión en transmisión adicional

Cuenca	Total potencial hidroeléctrico Cuenca	MW	Nº de líneas	km líneas de doble circuito	AVI + COMA Transmisión Adicional US\$	AVI + COMA Transmisión Troncal y Subtransmisión US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$/MW.Hidro
Río Maule	1.473	24	623	29.623.314	54.032.746	83.656.060	56.779	
Río Biobío	3.038	50	1.679	67.106.053	111.404.192	178.510.246	58.763	
Río Toltén	1.124	23	1.103	35.090.682	41.202.733	76.293.415	67.906	
Río Valdivia	1.646	22	468	26.319.290	60.361.388	86.680.678	52.663	
Río Bueno	1.389	25	1.156	38.599.485	50.926.918	89.526.403	64.469	
Río Puelo	818	12	853	24.224.462	29.989.628	54.214.090	66.296	
Río Yelcho	1.403	5	1.073	50.594.805	51.446.940	102.041.745	72.738	
TOTAL	10.890	161	6.956	271.558.091	399.364.545	670.922.636		

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

El detalle de costos de transmisión desagregados por sub-subcuencas se muestra en el Anexo XIV: Costos desagregados de transmisión a nivel de sub-subcuenca.

Resultados topología

En esta sección se muestran los resultados de las interconexiones en línea recta determinadas en el proceso de optimización. En líneas negras se representan las instalaciones del sistema principal de transmisión, incluyendo a las redes de transmisión troncal y subtransmisión, mientras que en líneas rojas se muestran las interconexiones de los potenciales hidráulicos de sub-subcuencas a las subestaciones del sistema principal, que resultan del modelo de optimización. En las figuras siguientes, los números asociados a cada sub-subcuenca indican su potencial en MW y el número asociado a cada línea indica su capacidad en MW (estos trazados de transmisión son referenciales y no representan la trayectoria real de la red).

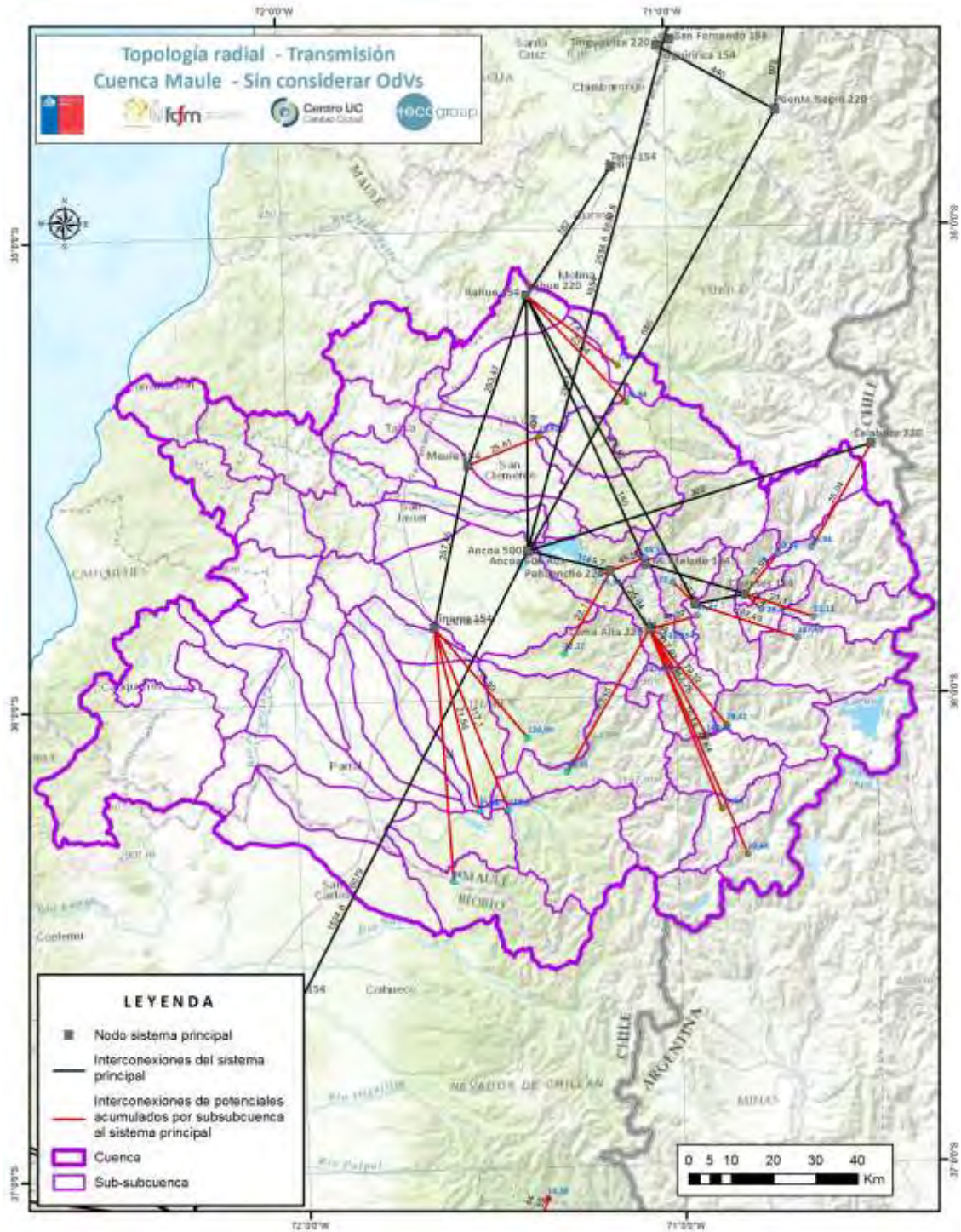


Figura 71. Topología radial cuenca del Maule sin considerar OdV⁸⁹

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

⁸⁹ En las figuras de este documento se ha usado OdVs por OdV, pero significando ambas “Objetos de Valoración”.

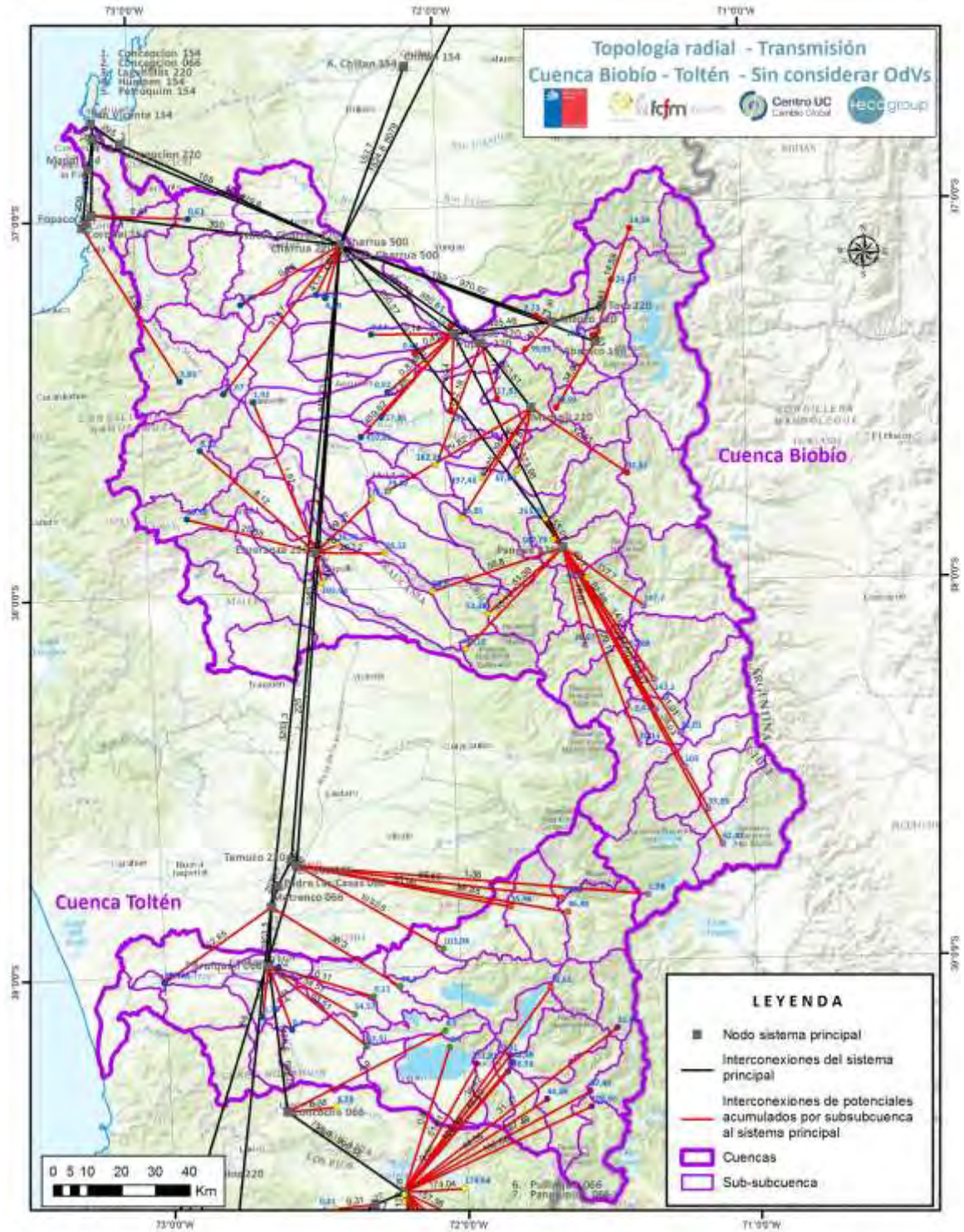


Figura 72. Topología radial cuencas del Biobío y Toltén sin considerar OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

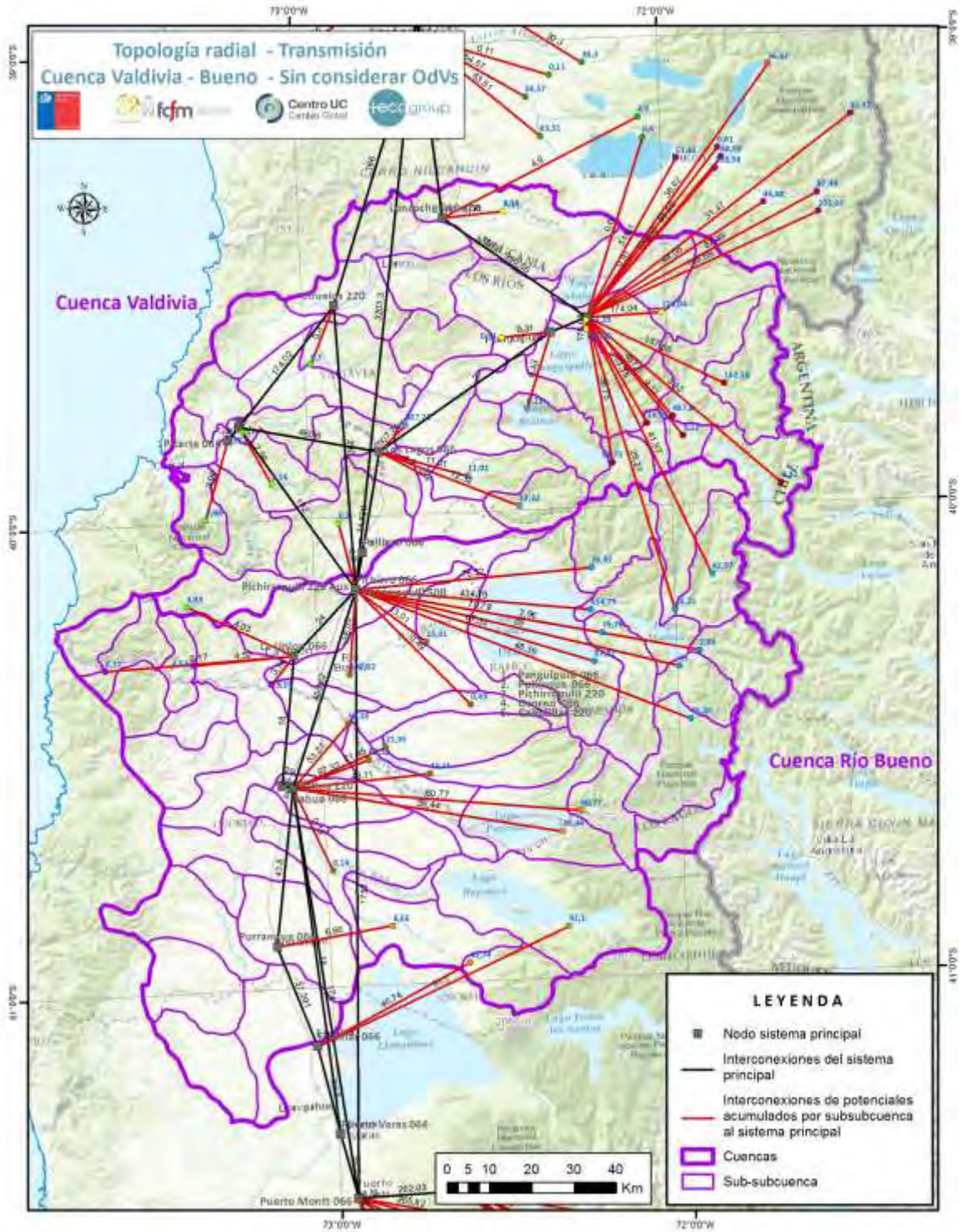


Figura 73. Topología radial cuencas de Valdivia y Bueno sin considerar OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

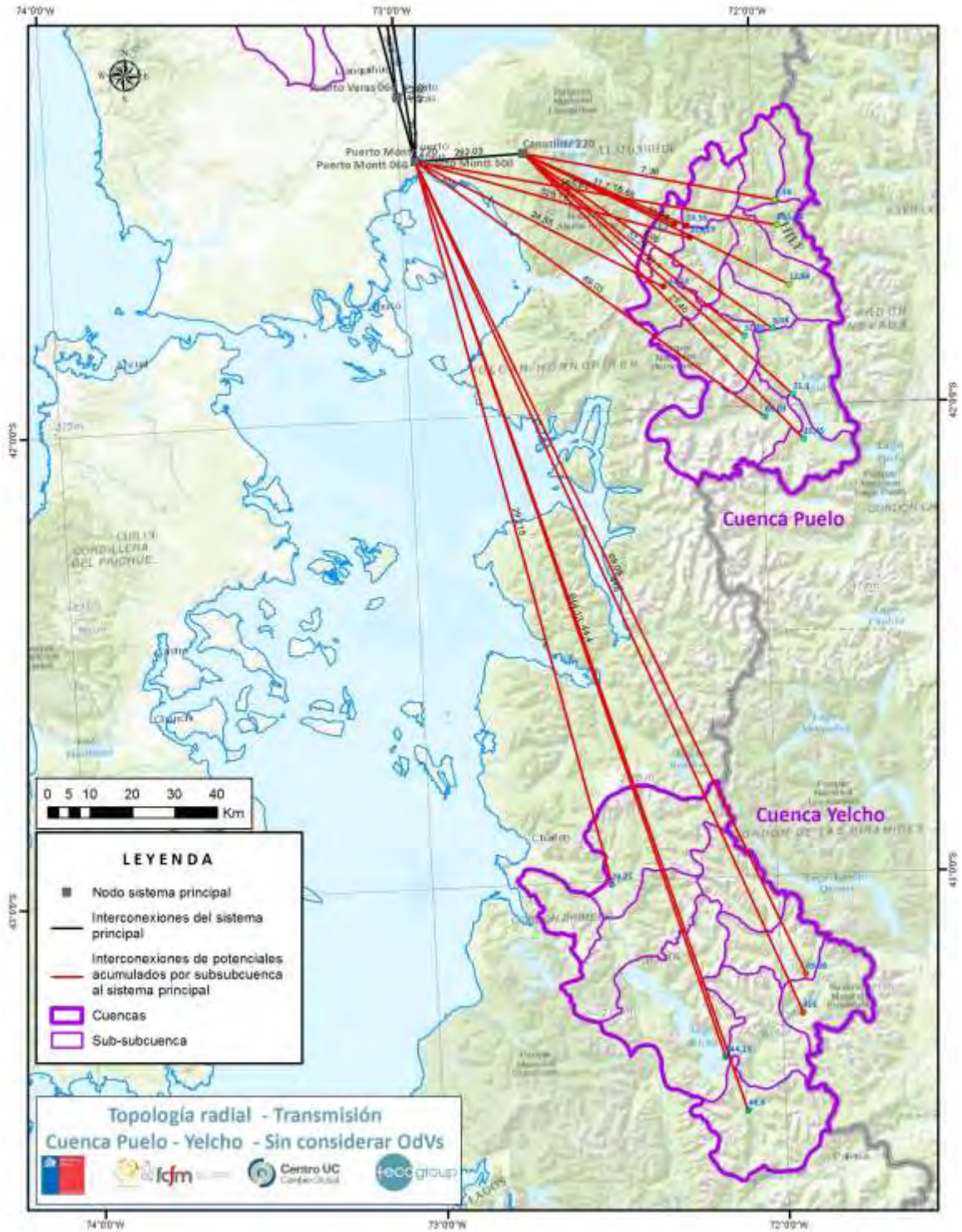


Figura 74. Topología radial cuencas de Puelo y Yelcho sin considerar OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

4.5.2 Topología de red con agrupaciones de sub-subcuencas (Pseudo coordinada)

Como se explicó en la sección 4.4.6, para establecer las agrupaciones de sub-subcuencas se realizó un método de *clustering* por cada cuenca en base a las posiciones georeferenciales de los potenciales. En el caso de las cuencas de Puelo y Yelcho se establecieron tres grupos o clusters, mientras que para todas las demás se establecen cuatro grupos, dadas sus mayores dimensiones.

Resultados

En esta sección se muestran los resultados generales del ejercicio con respecto a la topología de red pseudo coordinada, donde se establece que cada una de las 26 agrupaciones (o *clusters*) de sub-subcuencas presentadas en la sección anterior deben resultar conectadas al sistema principal mediante una única línea de interconexión. El modelo seleccionará óptimamente la topología de interconexión entre las sub-subcuencas de cada grupo y la conexión de cada grupo con el sistema principal, seleccionando además la sub-subcuenca que actúa como colector o *hub* para interconectar todo el potencial del grupo al sistema principal.

Operación del sistema con todo el potencial hidroeléctrico desarrollado al año 2050

La operación óptima del sistema a futuro para una hidrología media es idéntica al caso mostrado en la Figura 75. Estas cifras incluyen un 58% de generación hidráulica (con todo el potencial desarrollado), un 19% de generación en base a carbón, un 8% de generación eólica y un 5% de generación solar, con una participación menor de otras tecnologías.

Expansión del sistema de transmisión troncal y subtransmisión

La expansión del sistema principal de transmisión (transmisión troncal y subtransmisión) se debe no solamente a la conexión de nueva capacidad de generación hidroeléctrica, sino que al crecimiento completo del sistema al año 2050, lo que hace desafiante la identificación de obras de transmisión troncal y de subtransmisión que se deban única y exclusivamente a la conexión del potencial hidroeléctrico. En este contexto, se propone una metodología basada en una comparación entre (i) la red de transmisión necesaria en el sistema eléctrico al año 2050 donde todo el potencial hidroeléctrico es desarrollado y (ii) la red de transmisión necesaria para un sistema eléctrico que no conecta el potencial hidroeléctrico, el cual se reemplaza por una capacidad de generación equivalente en el centro de carga del sistema (i.e. unidades de punta en Alto Jahuel). Además, se comparan los efectos de la transmisión

solamente en las líneas ubicadas desde Santiago al sur del país, que corresponde a la zona del potencial hidroeléctrico.

Se observa que el crecimiento del sistema de transmisión principal debido a la incorporación del potencial hidroeléctrico de este ejercicio corresponde a 383 MMUS\$. Además, es importante notar que existe un ahorro de 16,5 MMUS\$ en el sistema de transmisión troncal (con respecto al caso sin coordinación) producto del mayor grado de coordinación en el desarrollo de la transmisión. Por último, se destacan las 10 instalaciones del sistema de transmisión principal más importantes en la Tabla 45.

Tabla 45. Inversiones significativas en transmisión principal

Tramo transmisión (nomenclatura OSE/CNE)	AVI+COMA US\$/año
Pichirropulli 500-Charrúa 500	94.587.192
Charrúa 500-Ancoa 500 Aux Sur	65.611.515
Charrúa 220-Cautín 220	37.882.995
Ancoa 500 Aux-Alto Jahuel 500	27.671.249
Pan de Azúcar 500-Polpaico 500	24.660.225
Ancoa 500 Aux-Alto Jahuel 500	23.957.841
Alto Jahuel 500 Aux-Lo Aguirre 500	21.163.818
Ancoa 500 Aux-Alto Jahuel 500	16.537.654
Puerto Montt 500-Pichirropulli 500	15.098.773
Los Changos 500-Cumbre 500	11.228.673

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Interconexión de los potenciales hidroeléctricos al sistema principal mediante instalaciones adicionales

El detalle de la transmisión adicional necesaria para evacuar el potencial hidroeléctrico se presenta en la Tabla 46. En esta se observa que los costos del sistema adicional son de 171 MMUS\$, lo cual representa un ahorro de aproximadamente 100 MMUS\$ respecto al caso radial, sin coordinación.

Tabla 46. Detalle resultados inversión en transmisión adicional

Cuenca	Total MW potencial hidroeléctrico Cuenca	Nº de líneas	km líneas de doble circuito	AVI + COMA Transmisión Adicional US\$	AVI + COMA Transmisión Troncal y Subtransmisión US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$/MW.Hidro
Río Maule	1.473	24	333	15.573.126	51.799.083	67.372.209	45.727
Río Biobío	3.038	50	785	42.412.105	106.798.848	149.210.953	49.118
Río Toltén	1.124	23	429	18.902.618	39.499.451	58.402.069	51.981
Río Valdivia	1.646	22	328	13.010.318	57.866.105	70.876.423	43.061
Río Bueno	1.389	25	450	20.806.863	48.821.648	69.628.511	50.140
Río Puelo	818	12	337	14.730.057	28.749.885	43.479.943	53.170
Río Yelcho	1.403	5	645	46.233.079	49.320.172	95.553.251	68.113
TOTAL	10.890	161	3.308	171.668.166	382.855.193	554.523.359	

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

El detalle de costos de transmisión desagregados por sub-subcuencas se muestra en el Anexo XIV: Costos desagregados de transmisión a nivel de sub-subcuenca.

Finalmente, en la Tabla 47 se presenta el resumen de los costos de cada tipo de línea modelada en este ejercicio. Dado que existe un ahorro de cerca de 116 MMUS\$ respecto al caso radial (sin coordinación), se concluye que esta topología es mucho más eficiente.

Tabla 47. Resultados inversión en transmisión

Tipo de sistema de transmisión	Costo de inversión en transmisión US\$
Troncal y Subtransmisión (Sistema Principal)	382.855.193
Adicional (Sub-subcuenca a Sistema Principal)	113.847.632
Adicional (Intra agrupaciones de sub-subcuencas)	57.820.534
TOTAL	554.523.359

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Resultados topología

En esta sección se muestran los resultados de las interconexiones decididas en el proceso de optimización. En líneas negras se representan las instalaciones del sistema principal de transmisión, incluyendo a las redes de transmisión troncal y subtransmisión; en líneas rojas se muestran las interconexiones de los potenciales hidráulicos de sub-subcuencas a las subestaciones del sistema principal; y en líneas cafés se muestran las interconexiones dentro de las agrupaciones de sub-subcuencas (líneas adicionales intra agrupaciones de sub-subcuencas). En las figuras siguientes, los números asociados a cada sub-subcuenca indican su potencial en MW y el número asociado a cada línea indica su capacidad en MW.

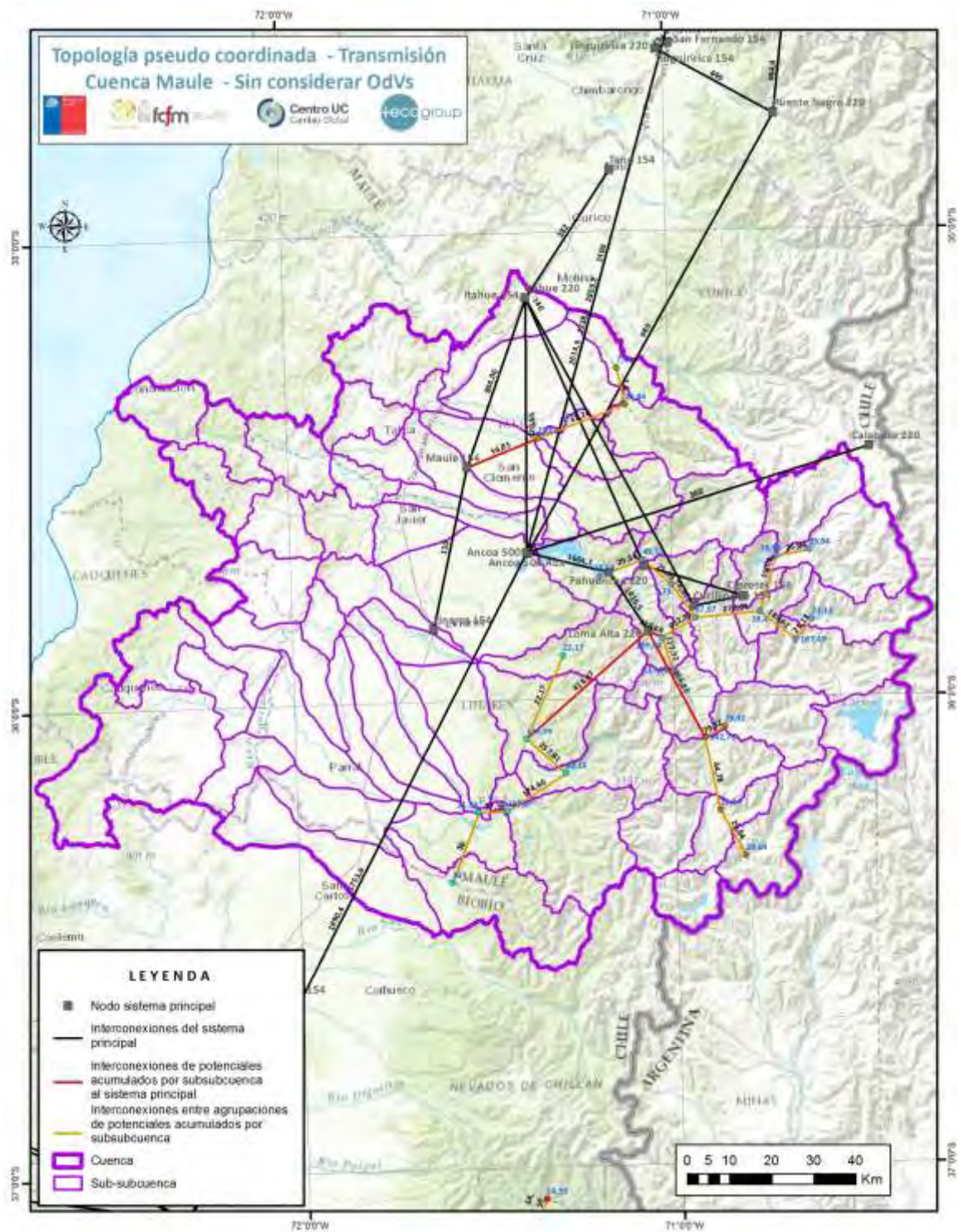


Figura 76. Topología pseudo coordinada cuenca del Maule sin considerar OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

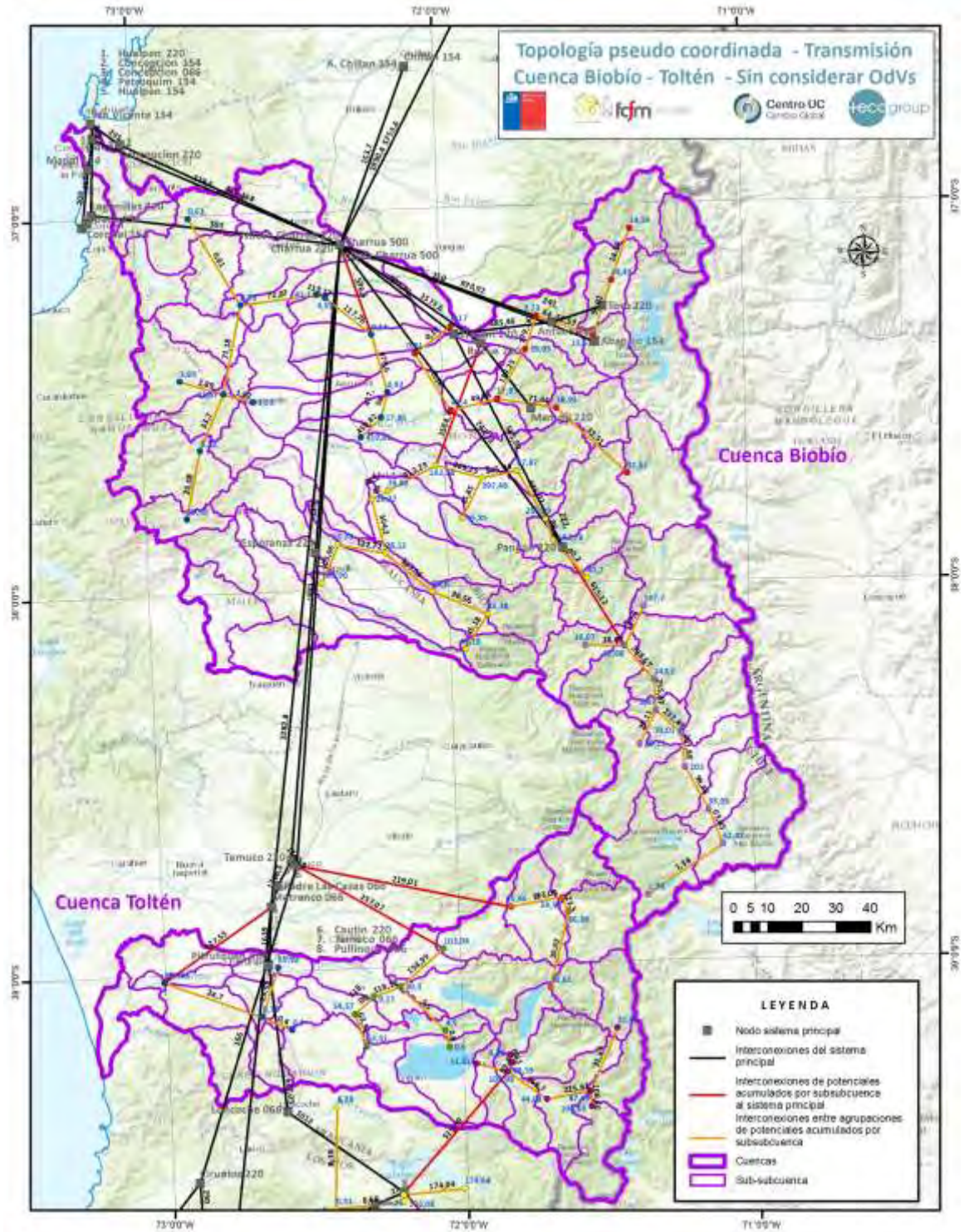


Figura 77. Topología pseudo coordinada cuencas del Biobío y Toltén sin considerar OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

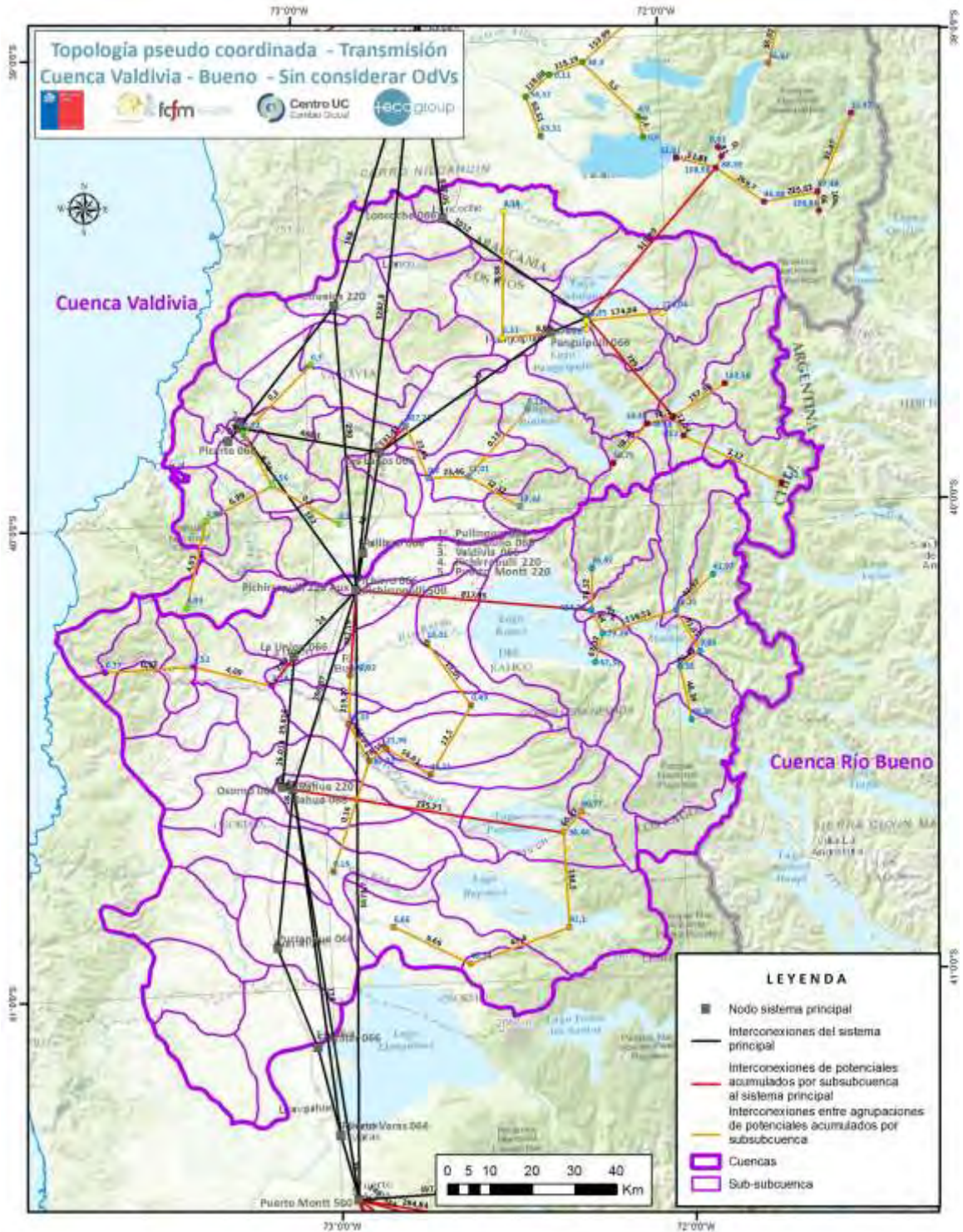


Figura 78. Topología pseudo coordinada cuencas de Valdivia y Bueno sin considerar OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

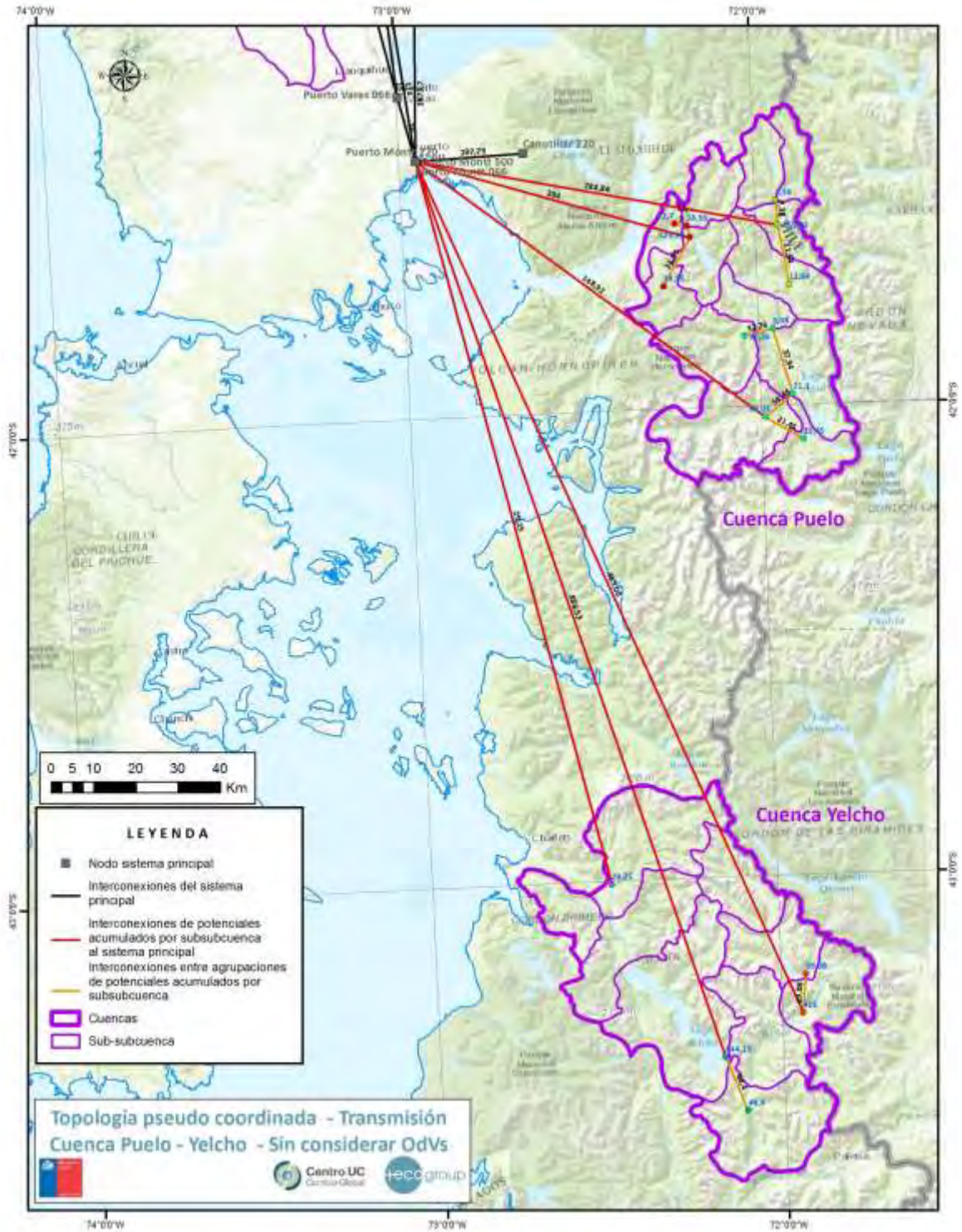


Figura 79. Topología pseudo coordinada cuencas de Puelo y Yelcho sin considerar OdV
 Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

4.5.3 Topología de red integrada con agrupaciones de sub-subcuencas (Full coordinada)

Resultados

En esta sección se muestran los resultados generales del ejercicio con respecto a la topología de red full coordinada, donde se establece la conexión óptima entre cada una de las 26 agrupaciones (o *clusters*) de sub-subcuencas, considerando su integración al sistema principal. El modelo seleccionará óptimamente la topología de interconexión entre las sub-subcuencas de cada grupo (note que el caso pseudo coordinado anterior no consideraba conexiones entre agrupaciones, sino que una conexión directa de cada agrupación al sistema principal), las conexiones entre agrupaciones y su integración final al sistema principal.

Operación del sistema con todo el potencial hidroeléctrico desarrollado al año 2050

La operación óptima del sistema a futuro para una hidrología media es idéntica al caso mostrado en la Figura 80 . Estas cifras incluyen un 58% de generación hidráulica (con todo el potencial desarrollado), un 19% de generación en base a carbón, un 8% de generación eólica y un 5% de generación solar, con una participación menor de otras tecnologías.

Expansión del sistema de transmisión troncal y subtransmisión

La expansión del sistema principal de transmisión (transmisión troncal y subtransmisión) se debe no solamente a la conexión de nueva capacidad de generación hidroeléctrica, sino que al crecimiento completo del sistema al año 2050, lo que hace desafiante la identificación de obras de transmisión troncal y de subtransmisión que se deban única y exclusivamente a la conexión del potencial hidroeléctrico. En este contexto, se propone una metodología basada en una comparación entre (i) la red de transmisión necesaria en el sistema eléctrico al año 2050 donde todo el potencial hidroeléctrico es desarrollado y (ii) la red de transmisión necesaria para un sistema eléctrico que no conecta el potencial hidroeléctrico, el cual se reemplaza por una capacidad de generación equivalente en el centro de carga del sistema (i.e. unidades de punta en Alto Jahuel). Además, se comparan los efectos de la transmisión solamente en las líneas ubicadas desde Santiago al sur del país, que corresponde a la zona del potencial hidroeléctrico.

La expansión del sistema de transmisión principal debido a la incorporación del potencial hidroeléctrico de este ejercicio corresponde a 336 MMUS\$ donde se observa un ahorro de 46.6 MMUS\$ respecto al caso pseudo coordinado y de 63 MMUS\$ respecto al caso radial (sin coordinación), demostrando que esta topología de red es la que tiene un menor costo de expansión para el sistema principal de transmisión. El detalle con los 10 refuerzos más significativos para el sistema principal se presenta en la Tabla 48.

Tabla 48. Inversiones significativas en transmisión principal

Tramo (nomenclatura OSE/CNE)	transmisión	AVI+COMA US\$/año
Pichirropulli 500-Charrúa 500		133.305.238
Charrúa 500-Ancoa 500 Aux Sur		62.221.570
Pan de Azúcar 500-Polpaico 500		24.660.225
Ancoa 500 Aux-Alto Jahuel 500		24.200.724
Ancoa 500 Aux-Alto Jahuel 500		23.280.671
Alto Jahuel 500 Aux-Lo Aguirre 500		21.163.818
Ancoa 500 Aux-Alto Jahuel 500		20.068.176
Puerto Montt 500-Pichirropulli 500		14.536.503
Nueva Charrúa 500-Ancoa 500 Aux Sur		11.914.638
Los Changos 500-Cumbre 500		11.228.673

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Interconexión de los potenciales hidroeléctricos al sistema principal mediante instalaciones adicionales

Según se observa en la Tabla 49 existe un ahorro de 61,7 MMUS\$ en el sistema adicional full coordinado respecto al caso radial (sin coordinación); no obstante, hay un costo mayor de 38 MMUS\$ respecto al caso pseudo coordinado.

Tabla 49. Detalle resultados inversión en transmisión adicional

Cuenca	Total MW potencial hidroeléctrico Cuenca	Nº de líneas	km líneas de doble circuito	AVI + COMA Transmisión Adicional US\$	AVI + COMA Transmisión Troncal y Subtransmisión US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$/MW.Hidro
Río Maule	1.473	26	433	20.871.420	45.490.080	66.361.500	45.041
Río Biobío	3.038	53	820	55.776.172	93.791.006	149.567.178	49.236
Río Toltén	1.124	24	327	18.873.058	34.688.513	53.561.571	47.673
Río Valdivia	1.646	23	374	34.315.033	50.818.153	85.133.186	51.723
Río Bueno	1.389	25	406	22.297.262	42.875.289	65.172.551	46.931

Río Puelo	818	12	174	12.735.874	25.248.219	37.984.093	46.449
Río Yelcho	1.403	5	299	44.896.673	43.313.094	88.209.767	62.879
TOTAL	10.890	166	2.833	209.765.493	336.224.354	545.989.846	

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

El detalle de costos de transmisión desagregados por sub-subcuenca se muestra en el Anexo XIV: Costos desagregados de transmisión a nivel de sub-subcuenca.

Pese a haber un mayor costo en las líneas adicionales en esta topología frente al caso pseudo coordinado, los costos totales del sistema son menores en 8,5 MMUS\$ frente al caso pseudo coordinado y en 125 MMUS\$ frente al caso radial (sin coordinación). Esto se debe a que el caso full coordinado define una topología enmallada de la transmisión adicional que no solamente conecta el potencial hidroeléctrico al sistema sino que también sirve para reforzar la capacidad de transferencias del sistema principal (esto se ve claramente de la Figura 81 a Figura 84, donde se muestra la topología resultante de las inversiones propuestas).

Tabla 50. Resultados inversión en transmisión

Tipo de sistema de transmisión	Costo de inversión en transmisión US\$
Troncal y Subtransmisión (Sistema Principal)	336.224.354
Adicional (Sub-subcuenca a Sistema Principal)	81.415.879
Adicional (Intra agrupaciones de sub-subcuencas)	90.327.268
Adicional (Entre agrupaciones de sub-subcuencas)	38.022.346
TOTAL	545.989.846

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Resultados topología

En esta sección se muestran los resultados de las interconexiones decididas en el proceso de optimización. En líneas negras se representan las instalaciones del sistema principal de transmisión, incluyendo a las redes de transmisión troncal y subtransmisión; en líneas rojas se muestran las interconexiones de los potenciales hidráulicos de sub-subcuencas a las subestaciones del sistema principal; en líneas cafés se muestran las interconexiones dentro de las agrupaciones de sub-subcuencas (líneas adicionales intra agrupaciones de sub-subcuencas); mientras que en líneas anaranjadas se muestran las interconexiones entre agrupaciones de sub-subcuencas. En las figuras siguientes, los números asociados a cada sub-subcuenca indican su potencial en MW y el número asociado a cada línea indica su capacidad en MW.

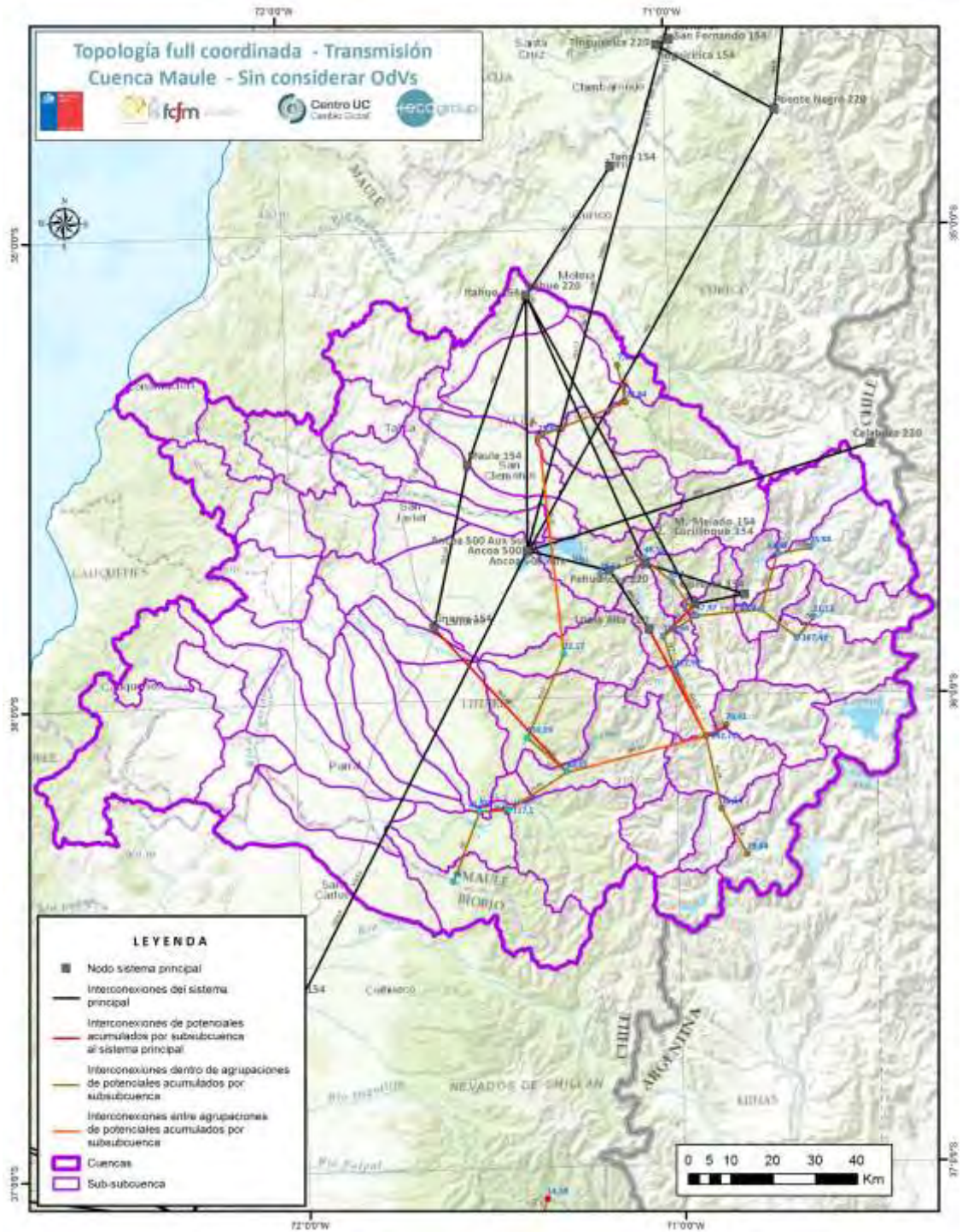


Figura 81. Topología full coordinada cuenca del Maule sin considerar OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

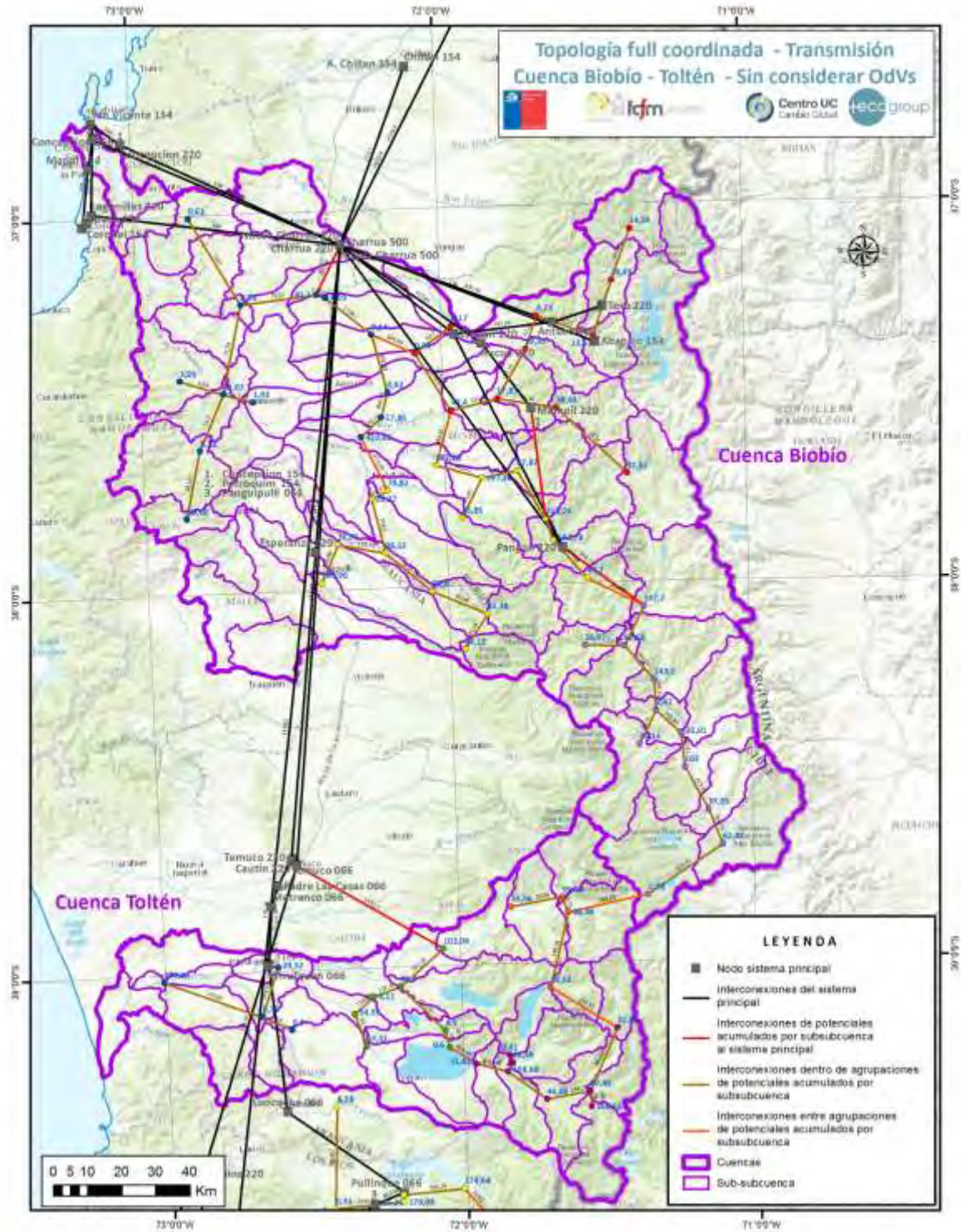


Figura 82. Topología full coordinada cuencas del Biobío y Toltén sin considerar OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

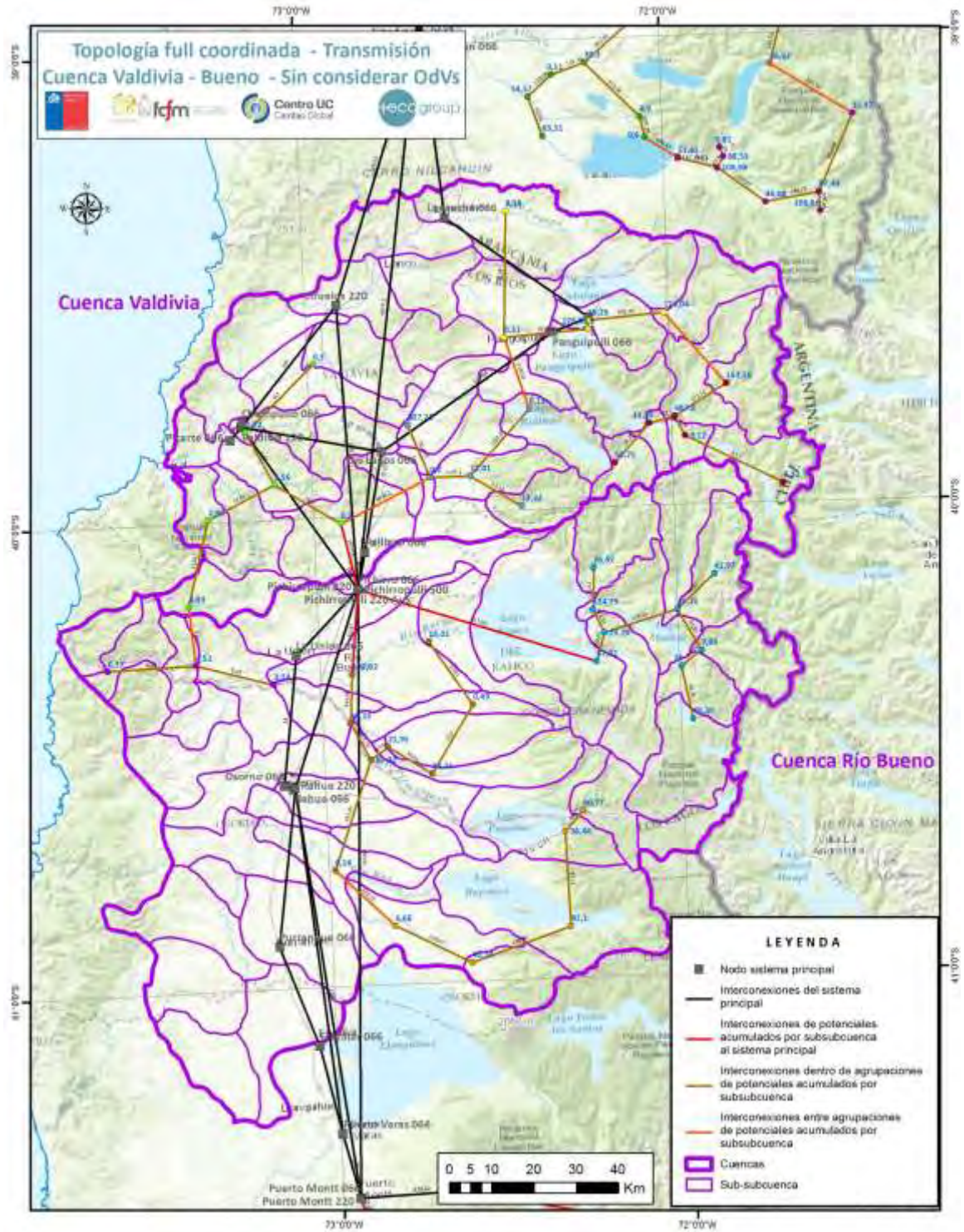


Figura 83. Topología full coordinada cuencas de Valdivia y Bueno sin considerar OdV
Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

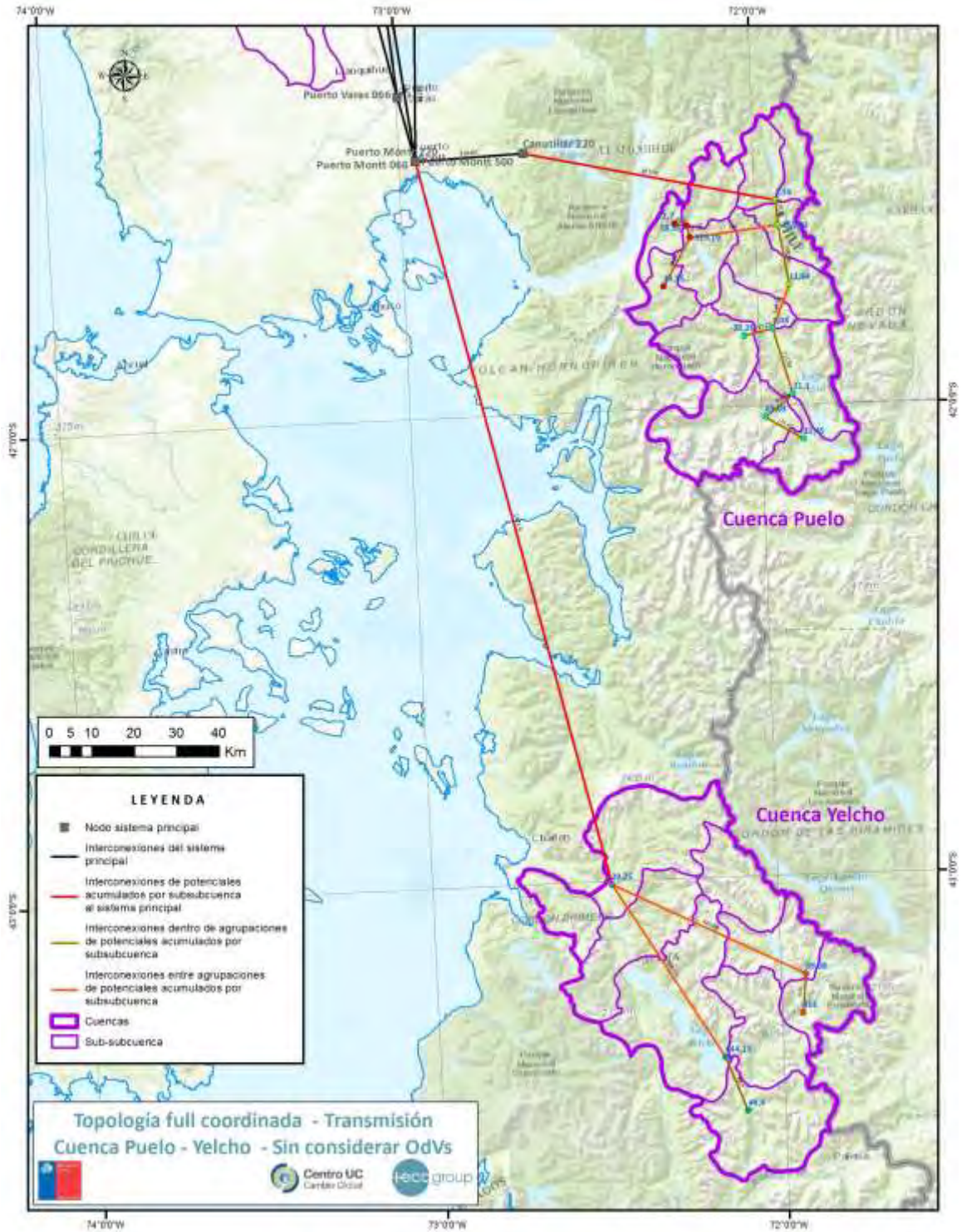


Figura 84. Topología full coordinada cuencas de Puelo y Yelcho sin considerar OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

4.6 Metodología de planificación de la transmisión considerando penalización por presencia de OdV

Como se comentó en la sección 4.3, para efectos de este estudio existe una penalización en los largos de las líneas de transmisión producto de la presencia de OdV en los trazados, lo que, para efectos del modelo, se traduce en un aumento en los costos de cada línea candidata, lo que determinará nuevas topologías de red para los tres casos de coordinación mostrados en la sección anterior, donde no se penalizó el largo de las líneas.

4.6.1 Topología de red descentralizada (Radial)

Al igual que en el caso sin OdV, para la alternativa de desarrollo descentralizado se considera que cada sub-subcuenca tiene dos líneas candidatas de conexión al sistema principal y sólo una será seleccionada por el modelo de planificación con el fin de minimizar el costo total de sistema.

Resultados

Operación del sistema con todo el potencial hidroeléctrico desarrollado al año 2050

La operación óptima del sistema a futuro para una hidrología media es idéntica al caso mostrado en la Figura 85. En esta se presenta un 58% de generación hidráulica (con todo el potencial desarrollado), un 19% de generación en base a carbón, un 8% de generación eólica y un 5% de generación solar, con una participación menor de otras tecnologías. Se observa que, pese a ser este ejercicio un caso hipotético del desarrollo de todo el potencial hidráulico de este estudio, aun así, el nivel de generación hidráulica en el sistema es menor a la demanda esperada al año 2050.

Expansión del sistema de transmisión troncal y subtransmisión

La expansión del sistema principal de transmisión (transmisión troncal y subtransmisión) se debe no solamente a la conexión de nueva capacidad de generación hidroeléctrica, sino que al crecimiento completo del sistema al año 2050, lo que hace desafiante la identificación de obras de transmisión troncal y de subtransmisión que se deban única y exclusivamente a la conexión del potencial hidroeléctrico. En este contexto, se propone una metodología basada en una comparación entre (i) la red de transmisión necesaria en el sistema eléctrico al año 2050 donde todo el potencial hidroeléctrico es desarrollado y (ii) la red de transmisión necesaria para un sistema eléctrico que no conecta el potencial hidroeléctrico, el cual se reemplaza por una capacidad de generación equivalente en el centro de carga del sistema (i.e. unidades de punta en Alto Jahuel). Además, se comparan los efectos de la transmisión

solamente en las líneas ubicadas desde Santiago al sur del país, que corresponde a la zona del potencial hidroeléctrico.

Como se observa en la Tabla 52, el costo de ampliar el sistema principal de transmisión corresponde a cerca de 399 MMUS\$, cifra similar al caso radial sin consideración de OdV en los trazados. Esta situación también se ve reflejada en los 10 mayores refuerzos de las redes principales, según lo que se puede ver en la Tabla 51, donde 9 de estos corresponden a los mismos que fueron escogidos en el caso radial sin penalización por presencia de OdV. Así estos 10 refuerzos corresponden a cerca del 70% del total de costos de ampliación del sistema principal, donde los dos refuerzos más significativos son, al igual que en el caso radial sin OdV, las líneas Pichirropulli 500-Charrúa 500 y Charrúa 500-Ancoa 500 Aux Sur, las que aumentan sus capacidades en 2,5 y 4,2 GW, respectivamente.

Tabla 51. Inversiones significativas en transmisión principal

Tramo transmisión (nomenclatura OSE/CNE)	AVI+COMA US\$/año
Pichirropulli 500-Charrúa 500	92.387.264
Charrúa 500-Ancoa 500 Aux Sur	65.099.913
Charrúa 220-Cautín 220	39.534.360
Ancoa 500 Aux-Alto Jahuel 500	34.985.685
Pan de Azúcar 500-Polpaico 500	25.567.497
Alto Jahuel 500 Aux-Lo Aguirre 500	21.278.835
Ancoa 500 Aux-Alto Jahuel 500	17.344.743
Puerto Montt 500-Pichirropulli 500	16.368.857
Ancoa 500 Aux-Alto Jahuel 500	13.469.231
Los Changos 500-Cumbre 500	11.228.673

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Interconexión de los potenciales hidroeléctricos al sistema principal mediante instalaciones adicionales

En la Tabla 52 se muestra el resultado del sistema adicional de transmisión necesario para conectar cada sub-subcuenca al sistema principal de transmisión, el que tiene un costo de 307 MMUS\$. Se observa un aumento de 35,5 MMUS\$ respecto al costo de las líneas adicionales del caso radial sin penalización por presencia de OdV, esto se debe a que la penalización de los largos (i.e. aumento de los largos) producto de la presencia de OdV aumente en 1.906 km los trazados de las líneas adicionales (en total, todas las líneas).

Por otro lado, se observa un aumento, respecto al caso radial sin OdV, del porcentaje de interconexiones de sub-subcuencas que escogen la segunda más cercana para llegar al sistema principal (en lugar de la primera más cercana), siendo este aumento de cuatro casos, llegando a un 26% del total de las interconexiones adicionales.

Tabla 52. Detalle resultados inversión en transmisión adicional

Cuenca	Total MW potencial hidroeléctrico Cuenca	Nº de líneas	km líneas de doble circuito	AVI + COMA Transmisión Adicional US\$	AVI + COMA Transmisión Troncal y Subtransmisión US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$/MW.Hidro
Río Maule	1.473	24	691	30.747.707	53.982.295	84.730.002	57.508
Río Biobío	3.038	50	1.941	71.199.777	111.300.172	182.499.949	60.077
Río Toltén	1.124	23	1.563	41.482.538	41.164.261	82.646.799	73.561
Río Valdivia	1.646	22	684	30.416.967	60.305.027	90.721.994	55.119
Río Bueno	1.389	25	1.605	45.612.337	50.879.367	96.491.704	69.484
Río Puelo	818	12	1.069	27.345.853	29.961.626	57.307.479	70.079
Río Yelcho	1.403	5	1.308	60.226.458	51.398.903	111.625.361	79.570
TOTAL	10.890	161	8.861	307.031.636	398.991.651	706.023.288	

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

El detalle de costos de transmisión desagregados por sub-subcuencas se muestra en el Anexo XIV: Costos desagregados de transmisión a nivel de sub-subcuenca.

Finalmente, se concluye que el aumento de 35 MMUS\$ en la inversión en transmisión respecto al caso sin penalización por OdV se debe casi exclusivamente a las líneas adicionales del modelo, mostrando que los costos totales en el troncal se ven casi inalterados producto de esta penalización.

Tabla 53. Resultados inversión en transmisión

Tipo de sistema de transmisión	Costo de inversión en transmisión US\$
Troncal y Subtransmisión (Sistema Principal)	398.991.651
Adicional (Sub-subcuenca a Sistema Principal)	307.031.636

TOTAL	706.023.288
-------	-------------

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Resultados topología

En esta sección se muestran los resultados de las interconexiones decididas en el proceso de optimización para el caso con penalización en el largo de las líneas producto de presencias de OdV en sus trazados. En líneas negras se representan las instalaciones del sistema principal de transmisión, incluyendo a las redes de transmisión troncal y subtransmisión, mientras que en líneas rojas se muestran las interconexiones de los potenciales hidráulicos de sub-subcuencas a las subestaciones del sistema principal. Además se destacan los lugares con mayor presencia de factores totales de OdV, a medida que aumenta la intensidad de color rosado en el mapa. En las figuras siguientes, los números asociados a cada sub-subcuenca indican su potencial en MW y el número asociado a cada línea indica su capacidad en MW.

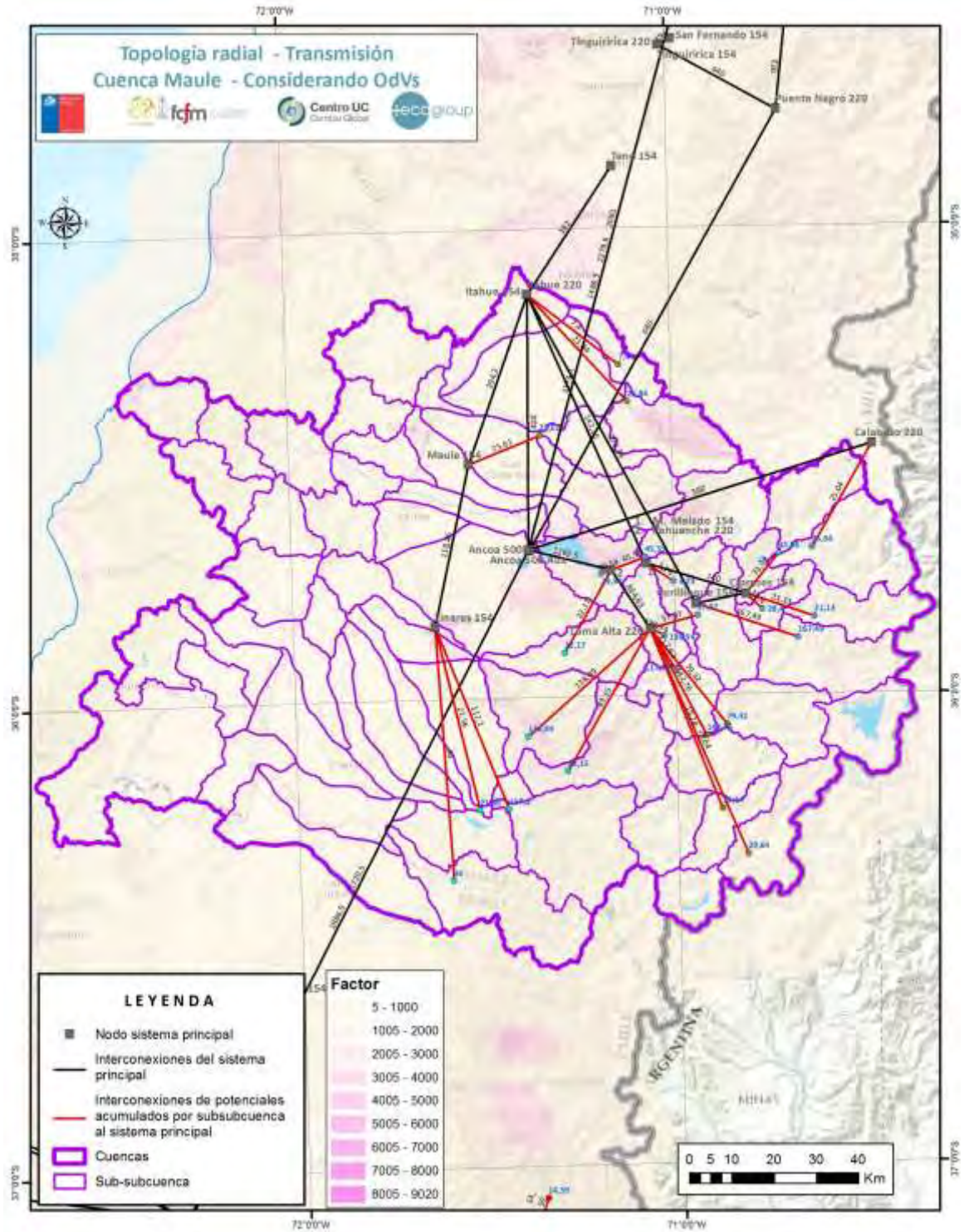


Figura 86. Topología radial cuenca del Maule considerando OdV
Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

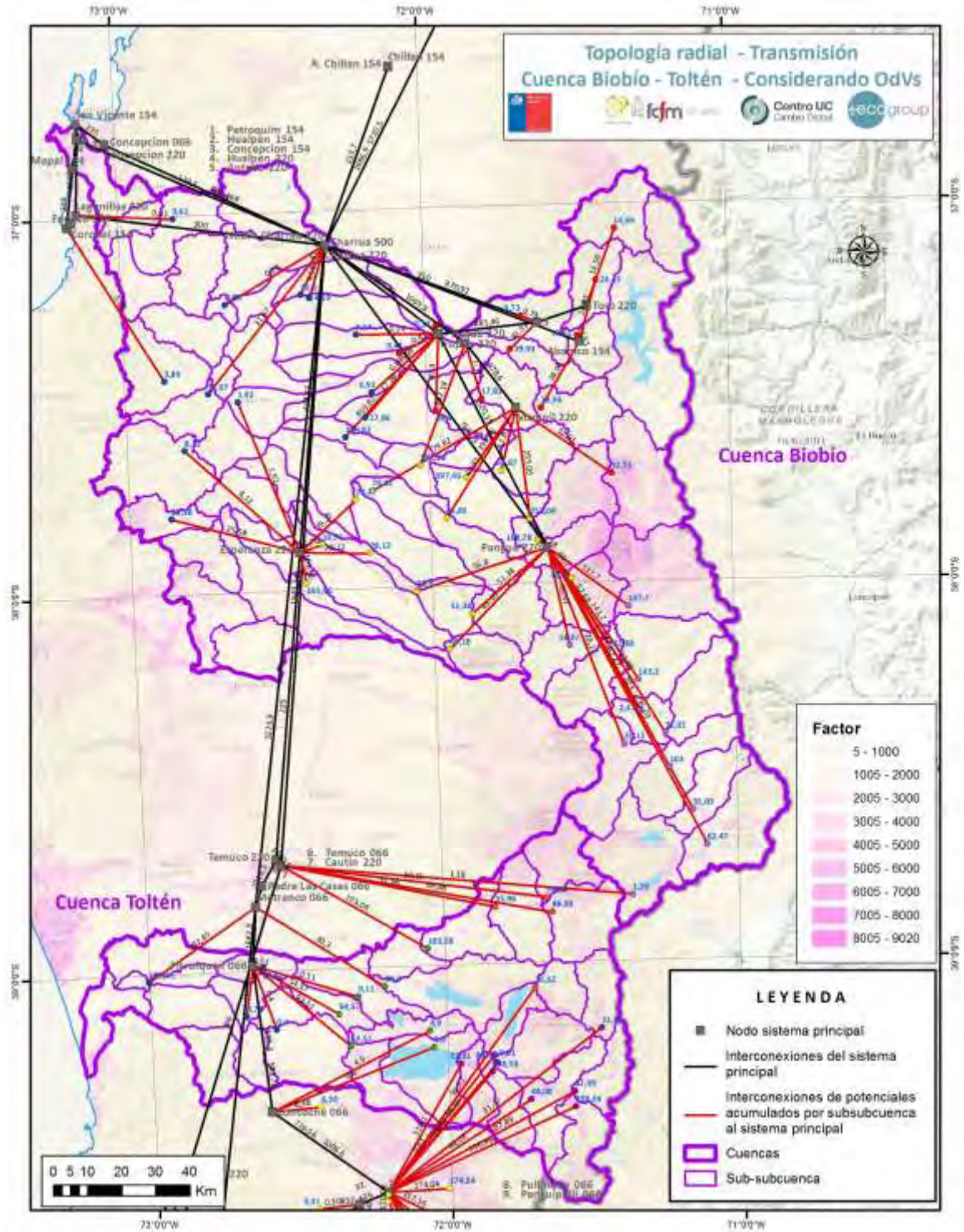


Figura 87. Topología radial cuencas del Biobío y Toltén considerando OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

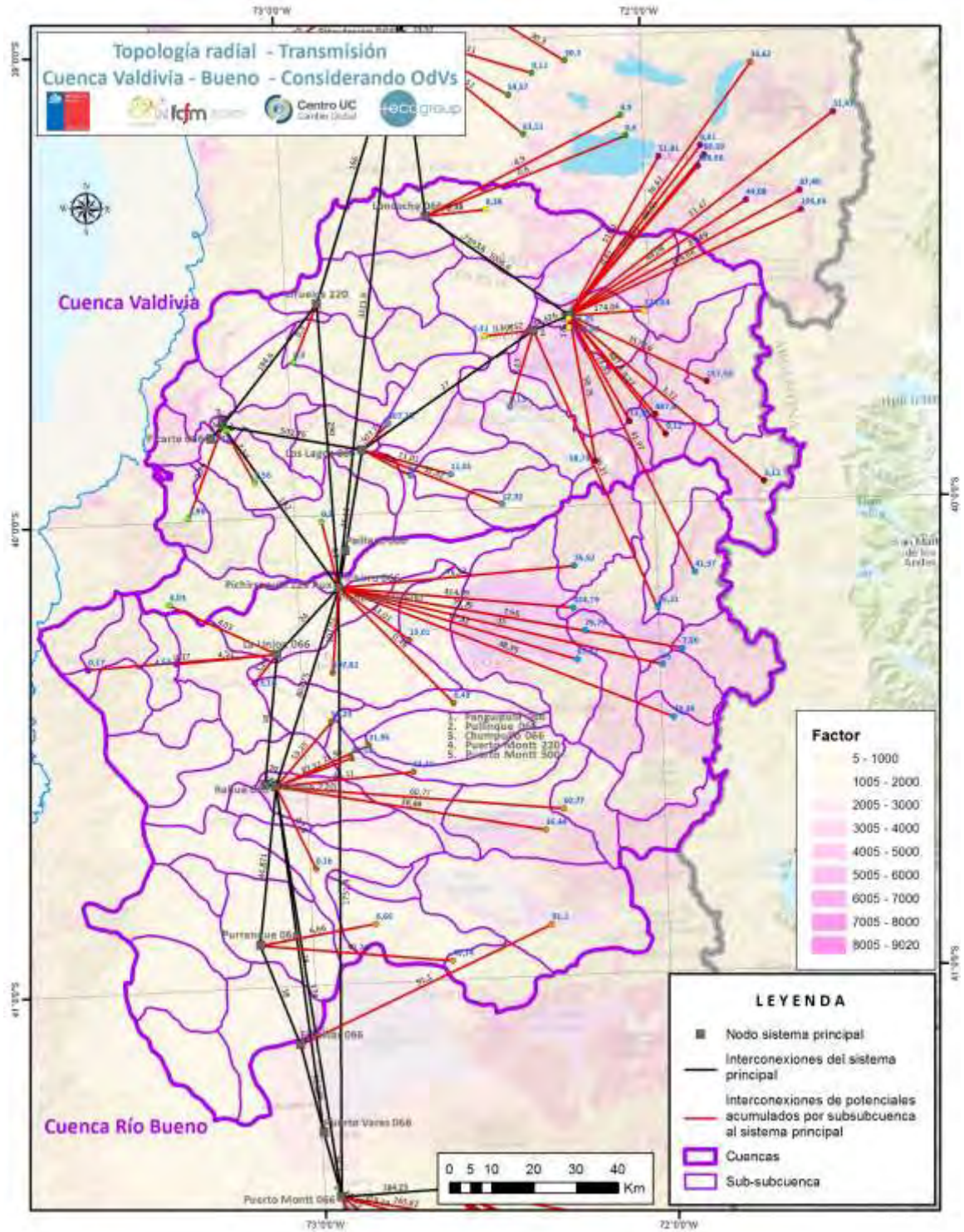


Figura 88. Topología radial cuencas de Valdivia y Bueno considerando OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

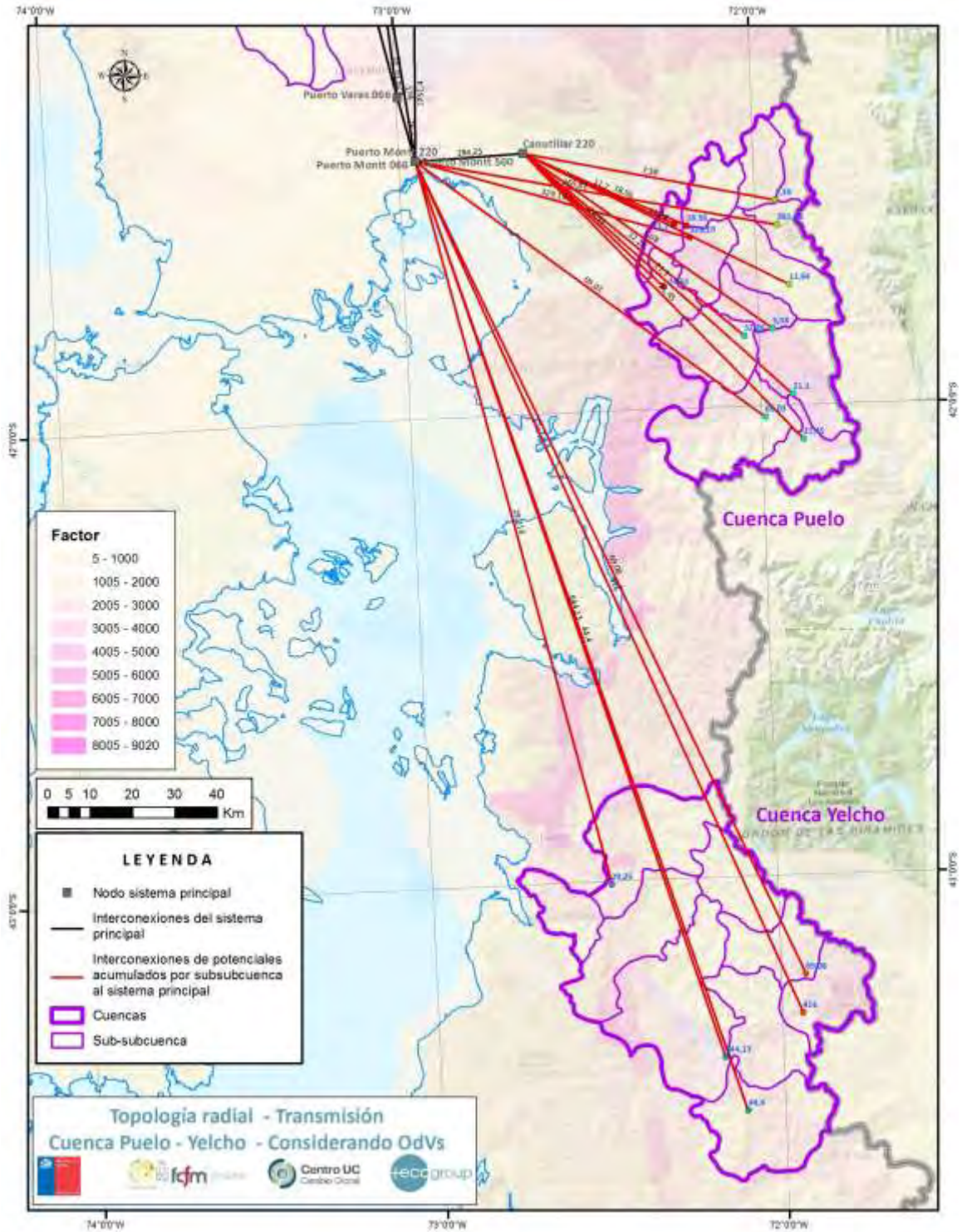


Figura 89. Topología radial cuencas de Puelo y Yelcho considerando OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

4.6.2 Topología de red con agrupaciones de sub-subcuencas (Pseudo coordinada)

Como se explicó en la sección 4.4.6, para establecer las agrupaciones de sub-subcuencas se realizó un método de clustering por cada cuenca en base a las posiciones georeferenciales de los potenciales. En el caso de las cuencas de Puelo y Yelcho se establecieron tres grupos o clusters, mientras que para todas las demás se establecen cuatro grupos, dadas sus mayores dimensiones.

Resultados

En esta sección se muestran los resultados generales del ejercicio con respecto a la topología de red pseudo coordinada, donde se establece que cada una de las 26 agrupaciones (o clusters) de sub-subcuencas deben resultar conectadas al sistema principal mediante una única línea de interconexión. El modelo seleccionará óptimamente la topología de interconexión entre las sub-subcuencas de cada grupo y la conexión de cada grupo con el sistema principal, seleccionando además la sub-subcuenca que actúa como “colector” o “hub” para interconectar todo el potencial del grupo al sistema principal.

Operación del sistema con todo el potencial hidroeléctrico desarrollado al año 2050

La operación óptima del sistema a futuro para una hidrología media es idéntica al caso mostrado en la Figura 90. Se observa un 58% de generación hidráulica (con todo el potencial desarrollado), un 19% de generación en base a carbón, un 8% de generación eólica y un 5% de generación solar, y con una participación menor de otras tecnologías.

Expansión del sistema de transmisión troncal y subtransmisión

La expansión del sistema principal de transmisión (transmisión troncal y subtransmisión) se debe no solamente a la conexión de nueva capacidad de generación hidroeléctrica, sino que al crecimiento completo del sistema al año 2050, lo que hace desafiante la identificación de obras de transmisión troncal y de subtransmisión que se deban única y exclusivamente a la conexión del potencial hidroeléctrico. En este contexto, se propone una metodología basada en una comparación entre (i) la red de transmisión necesaria en el sistema eléctrico al año 2050 donde todo el potencial hidroeléctrico es desarrollado y (ii) la red de transmisión necesaria para un sistema eléctrico que no conecta el potencial hidroeléctrico, el cual se reemplaza por una capacidad de generación equivalente en el centro de carga del sistema (i.e. unidades de punta en Alto Jahuel). Además, se comparan los efectos de la transmisión solamente en las líneas ubicadas desde Santiago al sur del país, que corresponde a la zona del potencial hidroeléctrico.

Se observa que el crecimiento del sistema de transmisión principal debido a la incorporación del potencial hidroeléctrico de este ejercicio corresponde a 383.7 MMUS\$, donde se observa un ahorro de 15,3 MMUS\$ respecto al caso radial (sin coordinación) con penalización de OdV

mostrado en la sección anterior. Además, se observa un pequeño aumento en los costos de los refuerzos del sistema principal respecto al caso pseudo coordinado sin penalización producto de OdV, el cual no supera 1 MMUS\$.

En la Tabla 54 se destacan los 10 mayores refuerzos del sistema de transmisión principal que representan cerca del 70% de los costos.

Tabla 54. Inversiones significativas en transmisión principal

Tramo transmisión (nomenclatura OSE/CNE)	AVI+COMA US\$/año
Pichirropulli 500-Charrúa 500	94.587.192
Charrúa 500-Ancoa 500 Aux Sur	64.177.331
Charrúa 220-Cautín 220	37.882.995
Ancoa 500 Aux-Alto Jahuel 500	25.911.809
Pan de Azúcar 500-Polpaico 500	24.660.225
Ancoa 500 Aux-Alto Jahuel 500	22.899.730
Alto Jahuel 500 Aux-Lo Aguirre 500	21.163.818
Puerto Montt 500-Pichirropulli 500	15.090.086
Los Changos 500-Cumbre 500	11.228.673
Pan de Azúcar 500-Maitencillo 500	10.578.425

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Interconexión de los potenciales hidroeléctricos al sistema principal mediante instalaciones adicionales

En la

Tabla 55 se muestra el detalle de la transmisión adicional necesaria para evacuar el potencial hidroeléctrico. Se observa que los costos del sistema adicional son de 201,8 MMUS\$, lo que

representa un ahorro de cerca de 105 MMUS\$ respecto al caso radial (sin coordinación) con penalización por presencia de OdV. Además, esta red adicional es 30 MMUS\$ más costosa que la planificada sin consideración de OdV en los trazados.

Tabla 55. Detalle resultados inversión en transmisión adicional

Cuenca	Total MW potencial hidroeléctrico Cuenca	Nº de líneas	km líneas de doble circuito	AVI + COMA Transmisión Adicional US\$	AVI + COMA Transmisión Troncal y Subtransmisión US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$/MW. Hidro
Río Maule	1.473	24	348	16.947.789	51.917.963	68.865.752	46.740
Río Biobío	3.038	50	877	45.304.392	107.043.954	152.348.346	50.151
Río Toltén	1.124	23	557	23.653.619	39.590.103	63.243.722	56.291
Río Valdivia	1.646	22	450	16.875.885	57.998.909	74.874.794	45.491
Río Bueno	1.389	25	600	26.734.254	48.933.694	75.667.948	54.489
Río Puelo	818	12	416	17.186.543	28.815.867	46.002.410	56.254
Río Yelcho	1.403	5	786	55.171.675	49.433.363	104.605.038	74.566
TOTAL	10.890	161	4.033	201.874.157	383.733.852	585.608.009	

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

El detalle de costos de transmisión desagregados por sub-subcuencas se muestra en el Anexo XIV: Costos desagregados de transmisión a nivel de sub-subcuenca.

Tabla 56. Resultados inversión en transmisión

Tipo de sistema de transmisión	Costo de inversión en transmisión US\$
Troncal y Subtransmisión (Sistema Principal)	383.733.852
Adicional (Sub-subcuenca a Sistema Principal)	132.970.000
Adicional (Intra agrupaciones de sub-subcuencas)	68.904.157
TOTAL	585.608.009

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Resultados topología

En esta sección se muestran los resultados de las interconexiones decididas en el proceso de optimización. En líneas negras se representan las instalaciones del sistema principal de transmisión, incluyendo a las redes de transmisión troncal y subtransmisión; en líneas rojas se muestran las interconexiones de las agrupaciones de potenciales de sub-subcuencas a las subestaciones del sistema principal; y en líneas cafés se muestran las interconexiones dentro de las agrupaciones de sub-subcuencas (líneas adicionales intra agrupaciones de sub-subcuencas). Además, se destacan los lugares con mayor presencia de factores totales de OdV, a medida que aumenta la intensidad de color rosado en el mapa. En las figuras siguientes, los números asociados a cada sub-subcuenca indican su potencial en MW y el número asociado a cada línea indica su capacidad en MW.

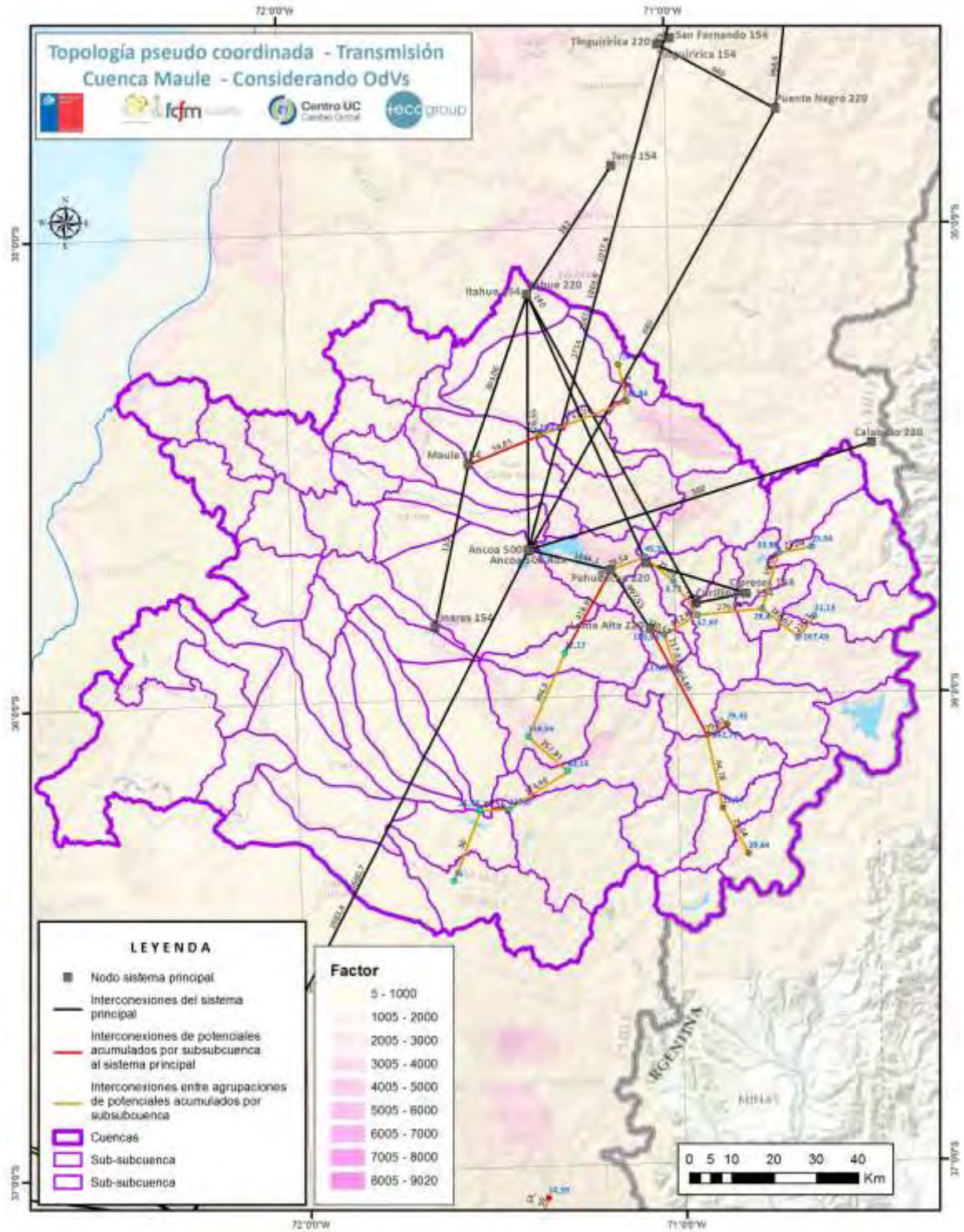


Figura 91. Topología pseudo coordinada cuenca del Maule considerando OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

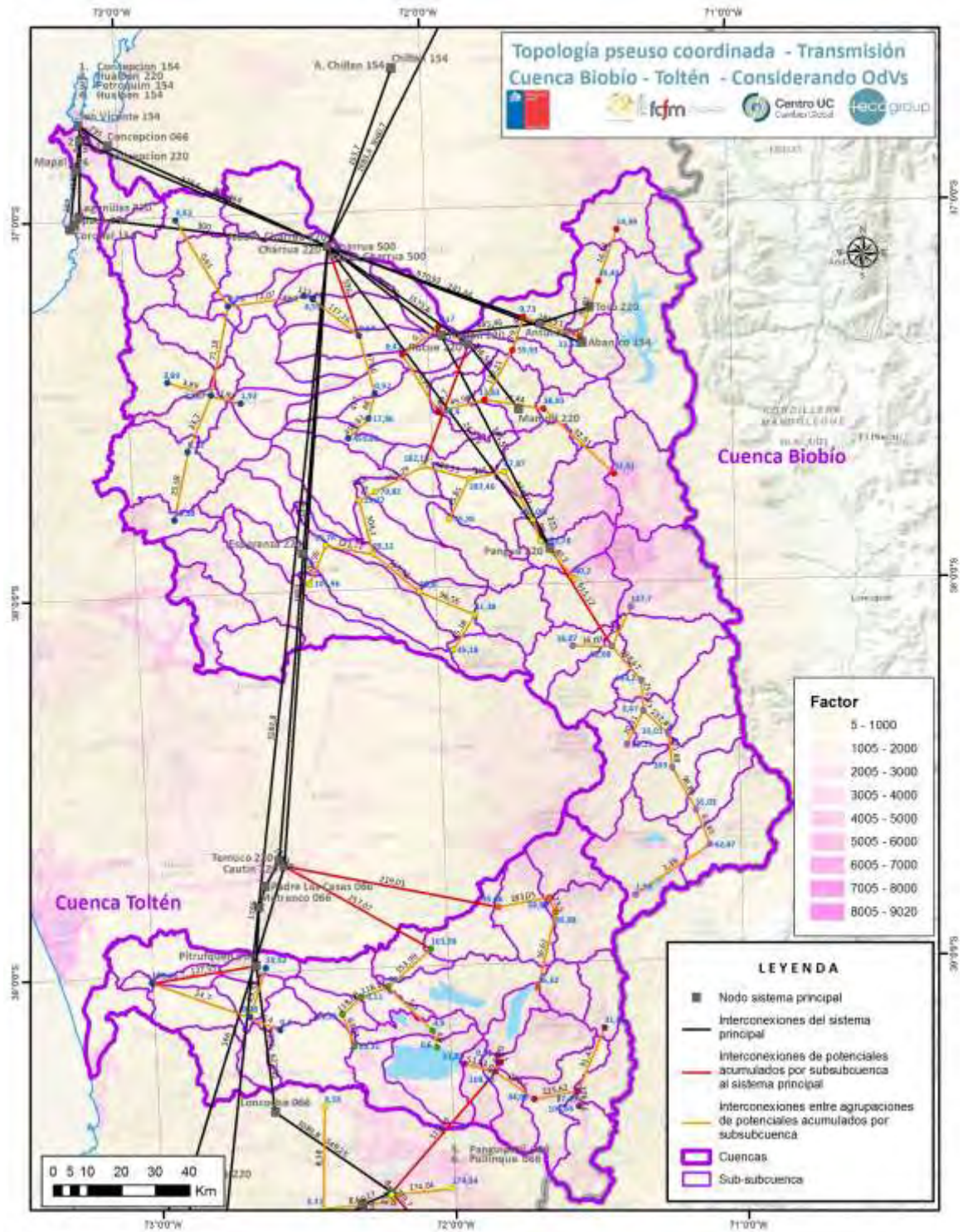


Figura 92. Topología pseudo coordinada cuencas del Biobío y Toltén considerando OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

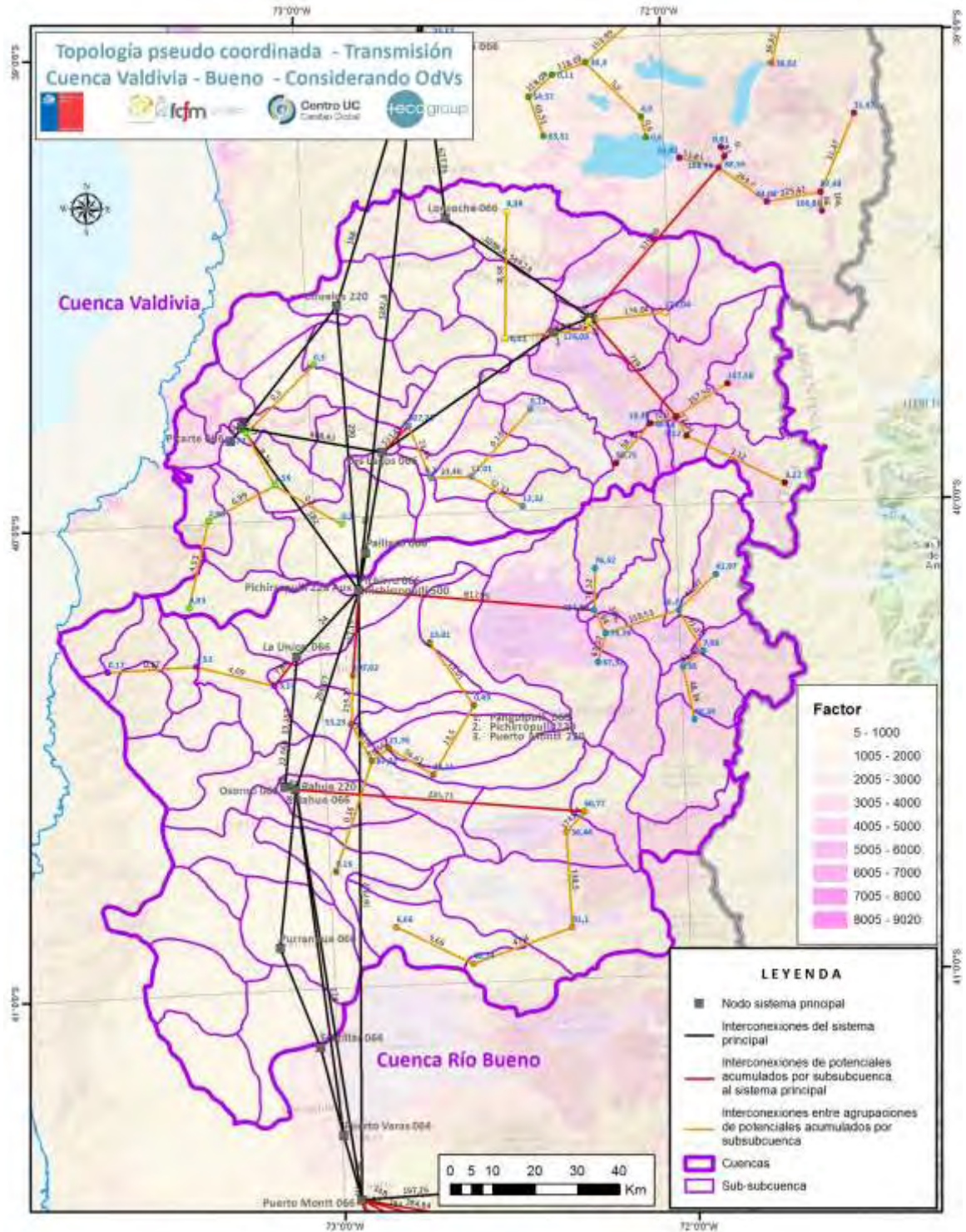


Figura 93. Topología pseudo coordinada cuencas de Valdivia y Bueno considerando OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

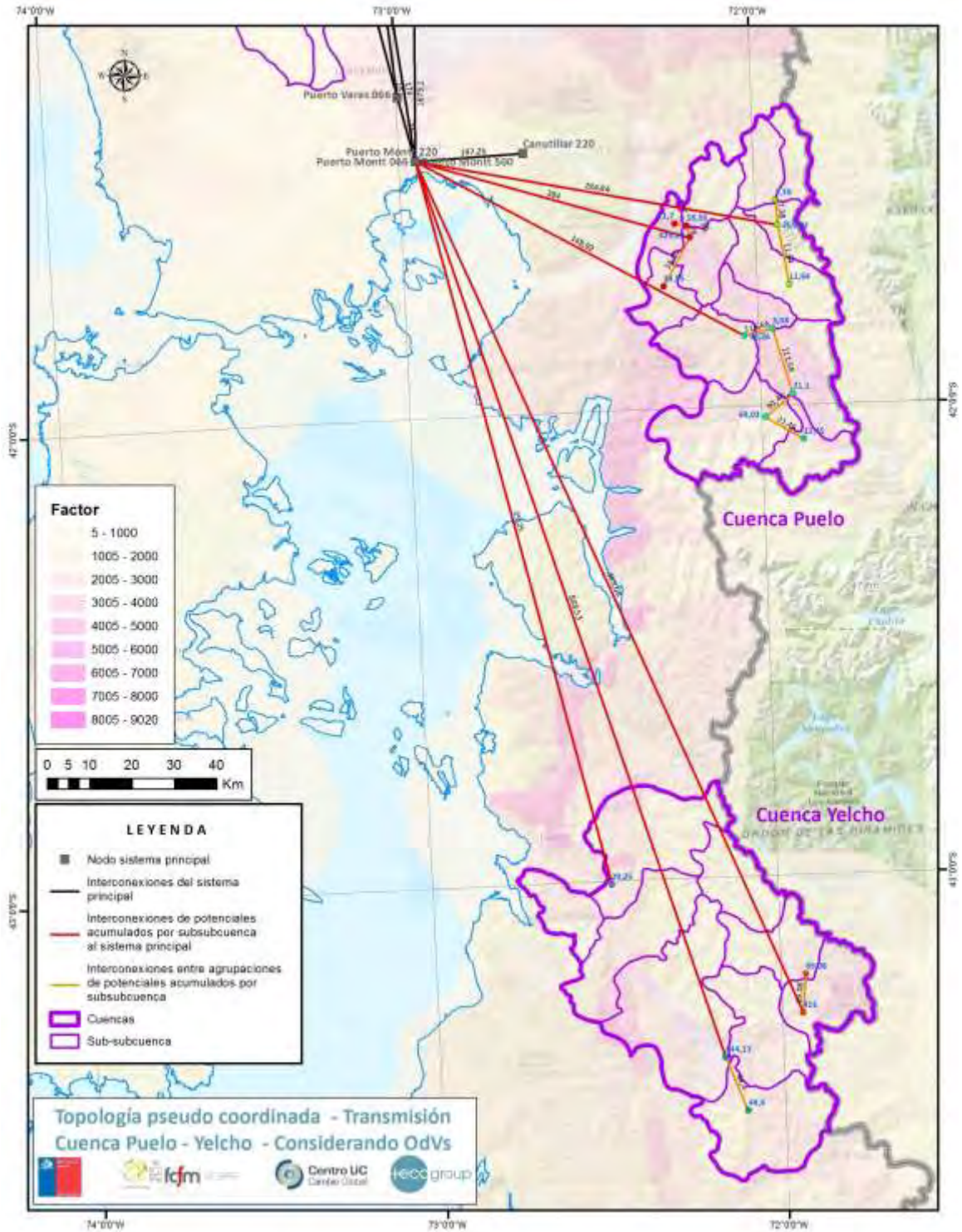


Figura 94. Topología pseudo coordinada cuencas de Puelo y Yelcho considerando OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

4.6.3 Topología de red integrada con agrupaciones de sub-subcuencas (Full coordinada)

Resultados

En esta sección se muestran los resultados generales del ejercicio con respecto a la topología de red full coordinada, donde se establece la conexión óptima entre cada una de las 26 agrupaciones (o clusters) de sub-subcuencas, considerando su integración al sistema principal. El modelo seleccionará óptimamente la topología de interconexión entre las sub-subcuencas de cada grupo (note que el caso pseudo coordinado anterior no consideraba conexiones entre agrupaciones, sino que una conexión directa de cada agrupación al sistema principal), las conexiones entre agrupaciones y su integración final al sistema principal. Además, en esta sección se considera la presencia de OdV y, por lo tanto, la penalización en el largo de las líneas.

Operación del sistema con todo el potencial hidroeléctrico desarrollado al año 2050

La operación óptima del sistema a futuro para una hidrología media es idéntica al caso mostrado en la Figura 95. En esta se obtiene un 58% de generación hidráulica (con todo el potencial desarrollado), un 19% de generación en base a carbón, un 8% de generación eólica y un 5% de generación solar, con una participación menor de otras tecnologías.

Expansión del sistema de transmisión troncal y subtransmisión

La expansión del sistema principal de transmisión (transmisión troncal y subtransmisión) se debe no solamente a la conexión de nueva capacidad de generación hidroeléctrica, sino que al crecimiento completo del sistema al año 2050, lo que hace desafiante la identificación de obras de transmisión troncal y de subtransmisión que se deban única y exclusivamente a la conexión del potencial hidroeléctrico. En este contexto, se propone una metodología basada en una comparación entre (i) la red de transmisión necesaria en el sistema eléctrico al año 2050 donde todo el potencial hidroeléctrico es desarrollado y (ii) la red de transmisión necesaria para un sistema eléctrico que no conecta el potencial hidroeléctrico, el cual se reemplaza por una capacidad de generación equivalente en el centro de carga del sistema (i.e. unidades de punta en Alto Jahuel). Además, se comparan los efectos de la transmisión solamente en las líneas ubicadas desde Santiago al sur del país, que corresponde a la zona del potencial hidroeléctrico.

Se observa que la expansión del sistema de transmisión principal debido a la incorporación del potencial hidroeléctrico de este ejercicio corresponde a 332,7 MMUS\$, donde se observa un

ahorro de 67 MMUS\$ respecto al caso radial (sin coordinación) y de 52 MMUS\$ respecto al caso pseudo coordinado con penalizaciones por la presencia de OdV. Además, a diferencia del caso pseudo coordinado, esta topología muestra menores costos que la alternativa full coordinada sin consideración de OdV, con un ahorro de más de 4 MMUS\$. La Tabla 57 presenta las principales expansiones del sistema para este caso.

Tabla 57. Inversiones significativas en transmisión principal

Tramo transmisión (nomenclatura OSE/CNE)	AVI+COMA US\$/año
Pichirropulli 500-Charrúa 500	119.016.883
Charrúa 500-Ancoa 500 Aux Sur	62.144.544
Ancoa 500 Aux-Alto Jahuel 500	30.059.498
Pan de Azúcar 500-Polpaico 500	24.660.225
Alto Jahuel 500 Aux-Lo Aguirre 500	21.163.818
Ancoa 500 Aux-Alto Jahuel 500	18.617.136
Puerto Montt 500-Pichirropulli 500	14.536.503
Los Changos 500-Cumbre 500	11.228.673
Nueva Charrúa 500-Ancoa 500 Aux Sur	11.214.869
Charrúa 220-Cautín 220	11.182.568

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Interconexión de los potenciales hidroeléctricos al sistema principal mediante instalaciones adicionales

En la

Tabla 58 se muestra que el costo de las líneas adicionales es de 250 MMUS\$ para el caso con full coordinación entre los generadores en las sub-subcuencas. Este sistema de transmisión adicional es 57 MMUS\$ y 48 MMUS\$ menos costoso que el caso radial y el pseudo coordinado con penalización por OdV, respectivamente. Además, al hacer la comparación con el caso sin presencia de OdV, se observa que esta red adicional es 40,2 MMUS\$ más costosa.

Tabla 58. Detalle resultados inversión en transmisión adicional

Cuenca	Total MW potencial hidroeléctrico Cuenca	Nº de líneas	km líneas de doble circuito	AVI + COMA Transmisión Adicional US\$	AVI + COMA Transmisión Troncal y Subtransmisión US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$/MW.Hidro
Río Maule	1.473	28	549	23.113.880	44.933.705	68.047.585	46.185
Río Biobío	3.038	54	1.161	61.286.723	92.643.878	153.930.601	50.672
Río Toltén	1.124	28	666	30.972.614	34.264.249	65.236.863	58.065
Río Valdivia	1.646	25	603	26.346.933	50.196.612	76.543.545	46.504
Río Bueno	1.389	30	761	36.686.939	42.350.895	79.037.833	56.916
Río Puelo	818	13	420	15.616.513	24.939.416	40.555.929	49.594
Río Yelcho	1.403	5	787	55.938.752	42.783.345	98.722.097	70.372
TOTAL	10.890	181	4.946	249.962.355	332.112.099	582.074.454	

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO

El detalle de costos de transmisión desagregados por sub-subcuencas se muestra en el Anexo XIV: Costos desagregados de transmisión a nivel de sub-subcuenca.

Tabla 59. Resultados inversión en transmisión

Tipo de sistema de transmisión	Costo de inversión en transmisión US\$
Troncal y Subtransmisión (Sistema Principal)	332.112.099
Adicional (Sub-subcuenca a Sistema Principal)	137.340.936
Adicional (Intra agrupaciones de sub-subcuencas)	83.082.864
Adicional (Entre agrupaciones de sub-subcuencas)	29.538.555
TOTAL	582.074.454

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Resultados topología

En esta sección se muestran los resultados de las interconexiones decididas en el proceso de optimización. En líneas negras se representan las instalaciones del sistema principal de transmisión, incluyendo a las redes de transmisión troncal y subtransmisión; en líneas rojas se muestran las interconexiones de los potenciales hidráulicos de sub-subcuencas a las subestaciones del sistema principal; en líneas cafés se muestran las interconexiones dentro de las agrupaciones de sub-subcuencas (líneas adicionales intra agrupaciones de sub-subcuencas); mientras que en líneas anaranjadas se muestran las interconexiones entre agrupaciones de sub-subcuencas. Además, se destacan los lugares con mayor presencia de factores totales de OdV, a medida que aumenta la intensidad de color rosado en el mapa. En las figuras siguientes, los números asociados a cada sub-subcuenca indican su potencial en MW y el número asociado a cada línea indica su capacidad en MW.

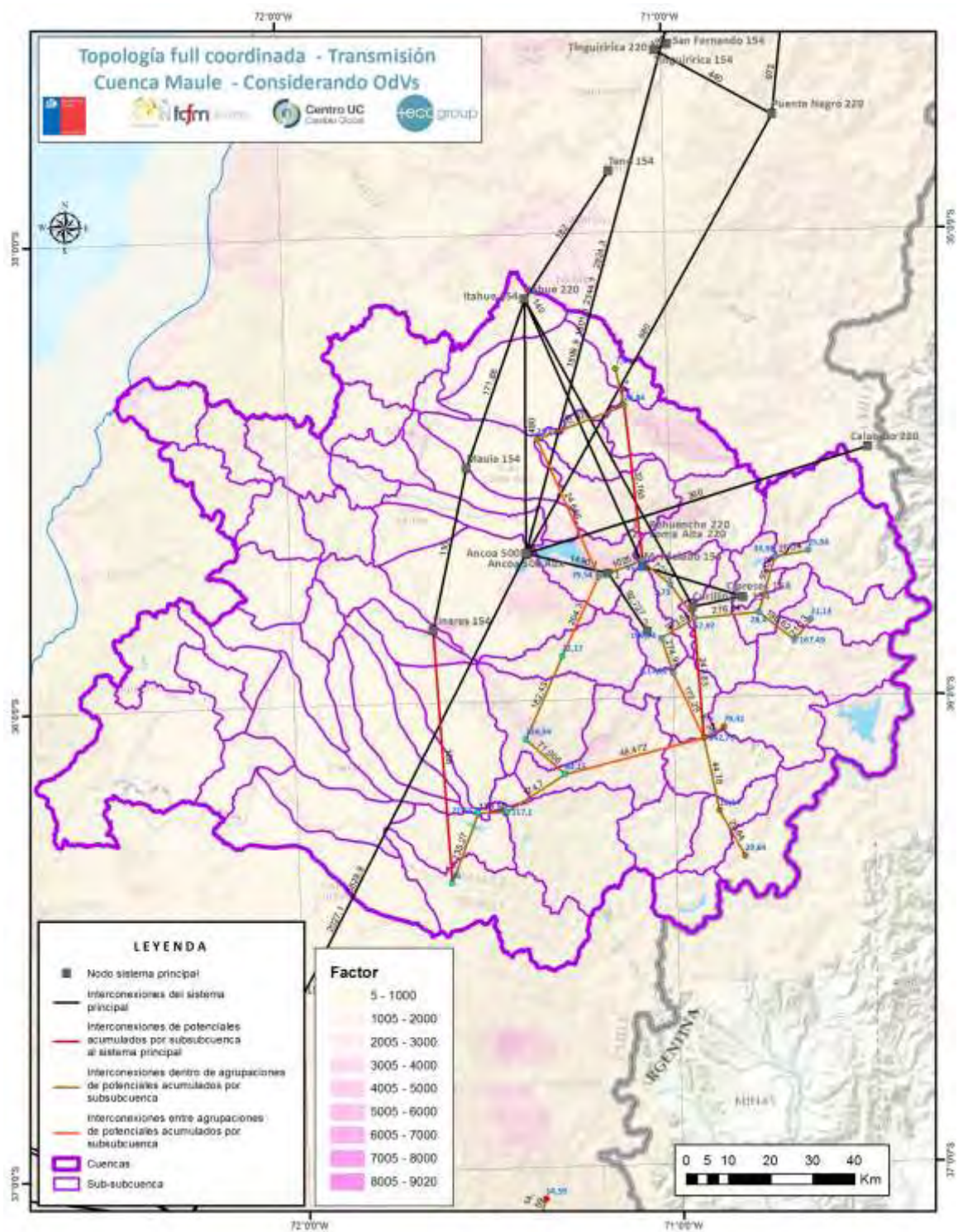


Figura 96. Topología full coordinada cuenca del Maule considerando OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

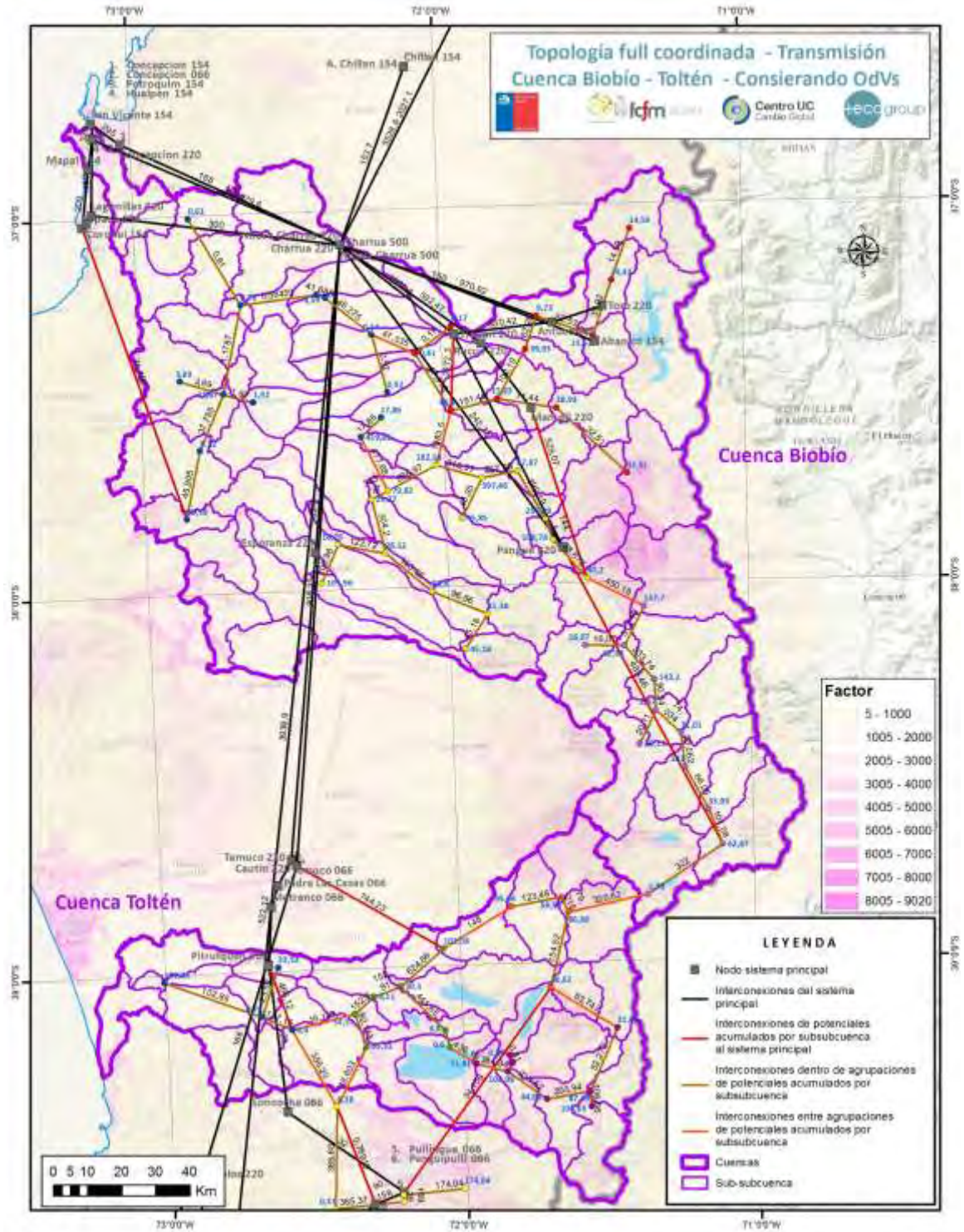


Figura 97. Topología full coordinada cuencas del Biobío y Toltén considerando OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

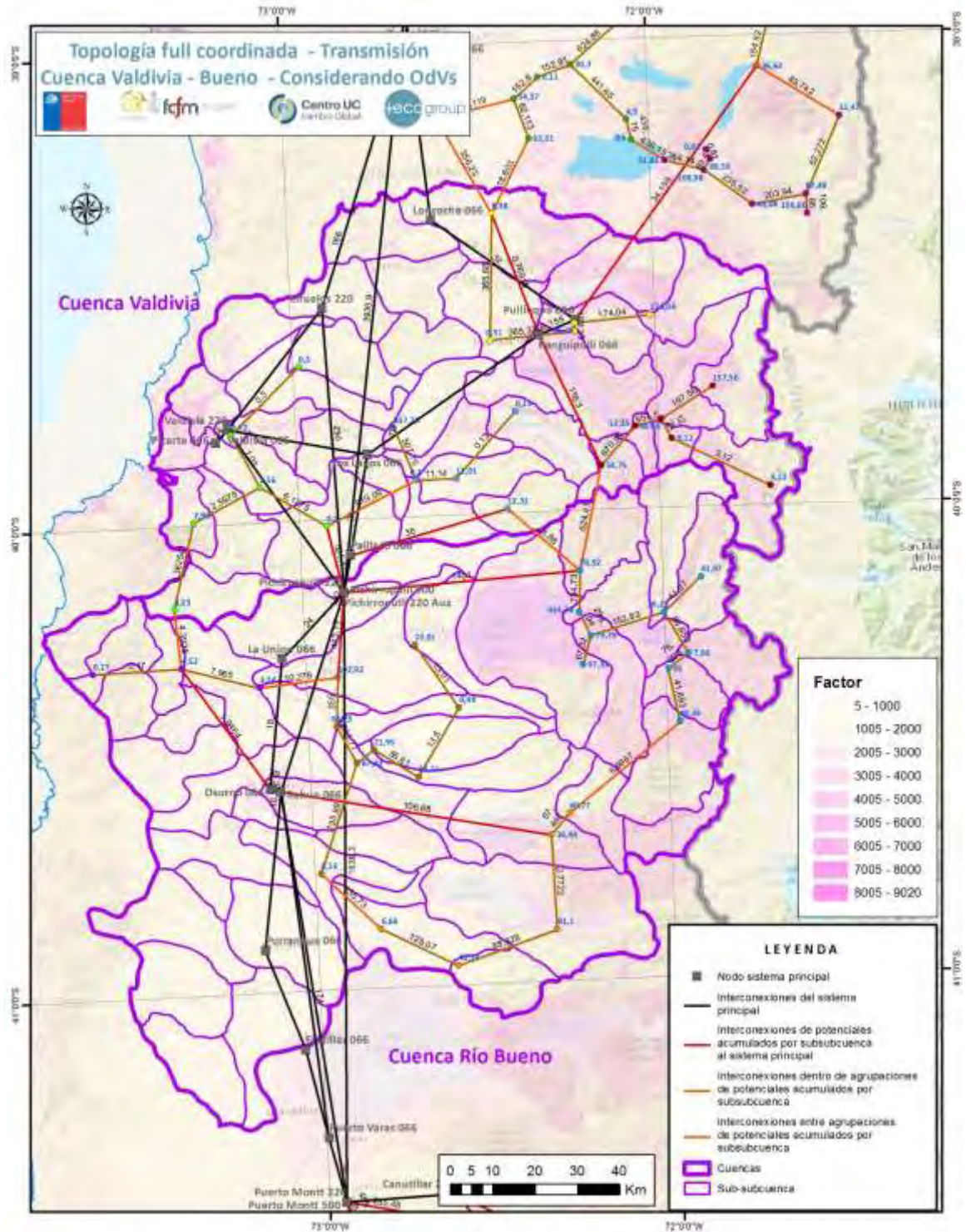


Figura 98. Topología full coordinada cuencas de Valdivia y Bueno considerando OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

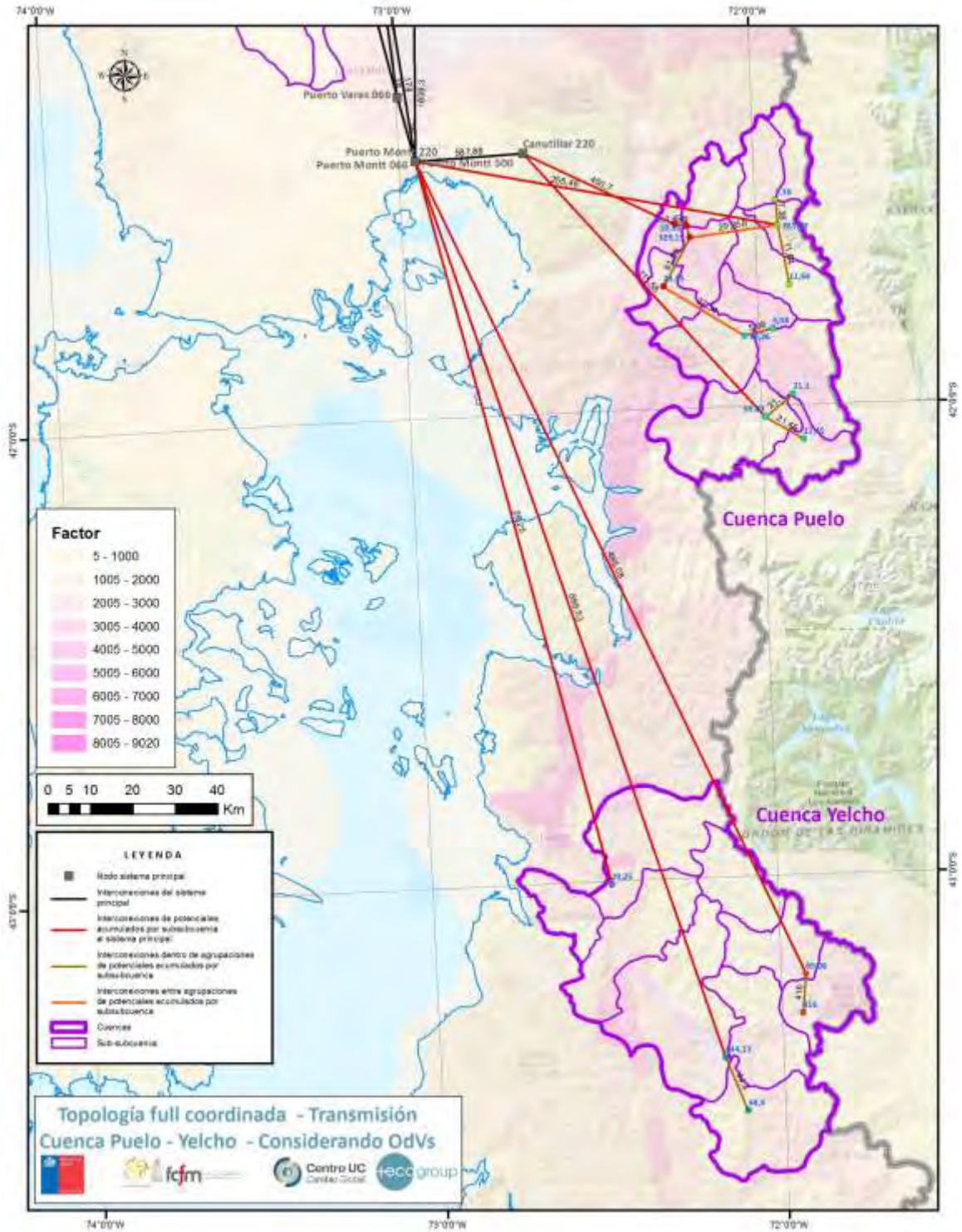


Figura 99. Topología full coordinada cuencas de Puelo y Yelcho considerando OdV

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

4.7 Efecto de los OdV en el ejercicio de planificación de la transmisión

A continuación, en la Figura 100 y la Figura 101 se presentan resúmenes de los costos de transmisión para las distintas metodologías de coordinación de la transmisión abordadas en este reporte.

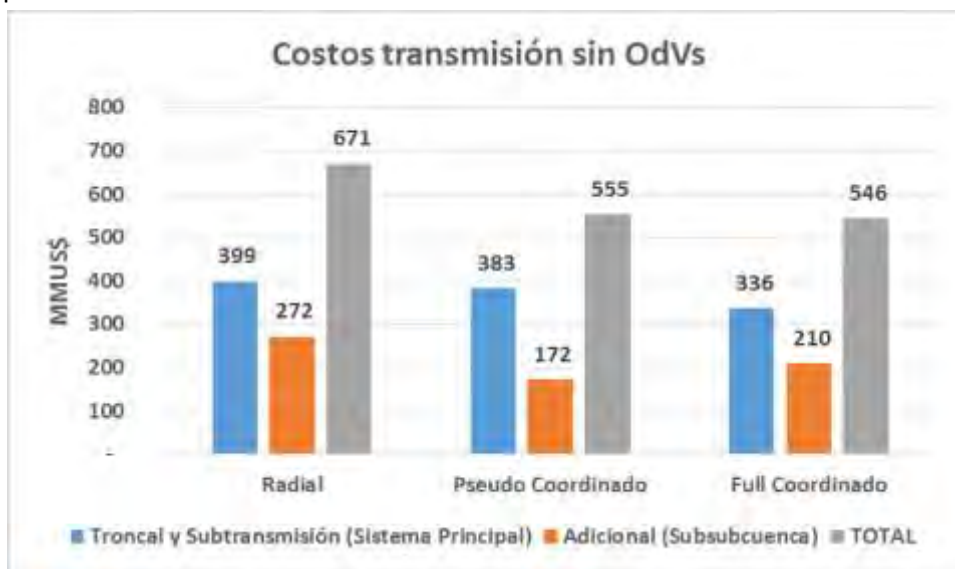


Figura 100. Resumen costos sistema de transmisión sin considerar OdV en los trazados
Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

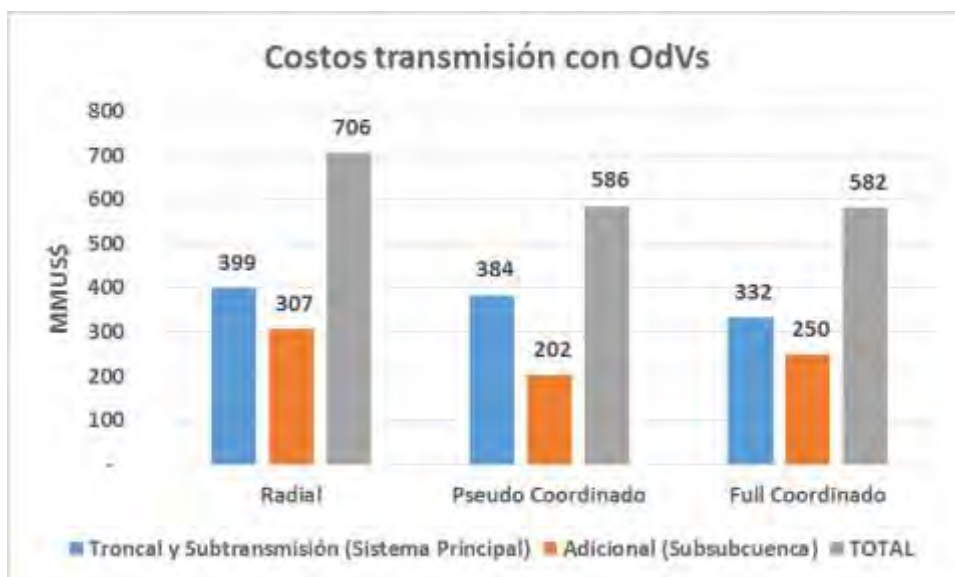


Figura 101. Resumen costos sistema de transmisión considerando OdV en trazados
Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

Según se observa, en la medida que hay un mayor grado de coordinación, existe un menor costo en el sistema principal de transmisión, correspondiente al troncal y las líneas de subtransmisión. Este punto es muy importante puesto que, de aprobarse el nuevo proyecto de ley de la transmisión eléctrica⁹⁰, el total de las instalaciones declaradas como troncales o de subtransmisión serán remuneradas con cargo en la demanda. Los resultados obtenidos señalan que, a mayor nivel de coordinación entre los actores privados, menor será este cargo al cliente final por la transmisión necesaria para la integración de la hidroelectricidad. Por ejemplo, si se comparan los costos totales en los casos full coordinado y pseudo coordinado con OdV, en la Figura 101, se observa que son bastante similares. Sin embargo, cuando se mira en detalle la distribución de estos costos entre costos de reforzamiento del sistema principal y costos del sistema adicional, surgen diferencias importantes. En el caso full coordinado, aunque el costo total es similar, la coordinación produce ahorros significativos en el reforzamiento del sistema principal (financiado en su totalidad con cargo en los clientes finales, según el nuevo proyecto de ley) en desmedro de un aumento en los costos de transmisión del sistema adicional (financiados en su totalidad con cargo en el generador hidroeléctrico que se conecta). Ahora bien, cabe destacar que todos los resultados de este reporte asumen un comportamiento competitivo de los agentes privados e ignora posibles efectos del ejercicio de poder de mercado. En el caso chileno, este es un supuesto frecuente, dado que las instituciones de regulación del sector eléctrico normalmente garantizan que el poder de mercado de los agentes privados sea mínimo.

Respecto al sistema adicional de transmisión necesario para evacuar el potencial de las sub-subcuencas, se observa una baja en sus costos al pasar de una topología radial a una con pseudo coordinación. No obstante, al aumentar el grado de coordinación se observa un aumento en los costos de las líneas adicionales. Esto se debe a que el modelo utilizado en este ejercicio optimiza el costo total, el que se reduce en el caso de full coordinación, sin exigir necesariamente que las líneas adicionales sean reducidas. No obstante, cuando se realiza una full coordinación ocurre un fenómeno importante de destacar y que trae beneficios adicionales a la red que no son cuantificados en este estudio. En particular, en el caso full coordinado, las líneas adicionales cumplen un doble propósito: (i) integrar la hidroelectricidad al sistema eléctrico y (ii) aumentar la capacidad de transmisión del sistema principal, esto dado que el sistema adicional resultante es enmallado al sistema principal y crea una ruta alternativa para los flujos de energía que se transportan en el sistema eléctrico de sur a norte. De este modo, el caso full coordinado no sólo reduce un poco los costos totales, sino que también aumenta en forma significativa la confiabilidad de la red al crear un sistema más enmallado (menos radial) que cuenta con rutas redundantes o alternativas de evacuación de la producción eléctrica en la zona sur del país. Consecuentemente, los beneficios sociales del caso full coordinado están subestimados en este reporte.

⁹⁰ Proyecto de Ley en base al Mensaje de la Presidenta de la República publicado el 4 de agosto del 2005.

Por último, es importante destacar que el diferencial de las ventajas económicas de la full coordinación frente a la pseudo coordinación se ve disminuido producto de la presencia de OdV en los trazados en las líneas. Es decir, ante la presencia de OdV, los beneficios de la full coordinación (i.e. ahorro en costo producto de la coordinación para la interconexión del potencial hidroeléctrico) son levemente menores que los beneficios en el caso de planificación sin OdV. Esto pone una alerta en el esfuerzo que el regulador desea poner en garantizar una full coordinación entre los agentes privados y otra alerta en la importancia de no ignorar la presencia de OdV a la hora de planificar la transmisión necesaria para el desarrollo de nuevos proyectos hidroeléctricos. No obstante, la diferencia entre los costos obtenidos entre los casos radial y pseudo coordinado, hacen evidente que un esfuerzo importante del regulador para fomentar cierta coordinación entre los agentes privados es fundamental.

4.8 Sensibilidad matriz energética ERNC

El desarrollo de la matriz eléctrica a futuro puede ser diverso, lo que puede afectar la planificación de la red de transmisión. Por este motivo en la siguiente sección se muestra una sensibilidad donde se ha duplicado el parque generador solar y se ha disminuido a un 40% el parque de generación eólico con respecto al utilizado anteriormente en este informe. Estas operaciones permiten conservar la participación de energía renovable (incluyendo la generación hidroeléctrica) del orden del 70%, consistente con la visión del Ministerio de Energía. Estos cambios en la matriz energética se observan claramente en la figura a continuación, donde se muestra la operación del sistema para un año con hidrología media.

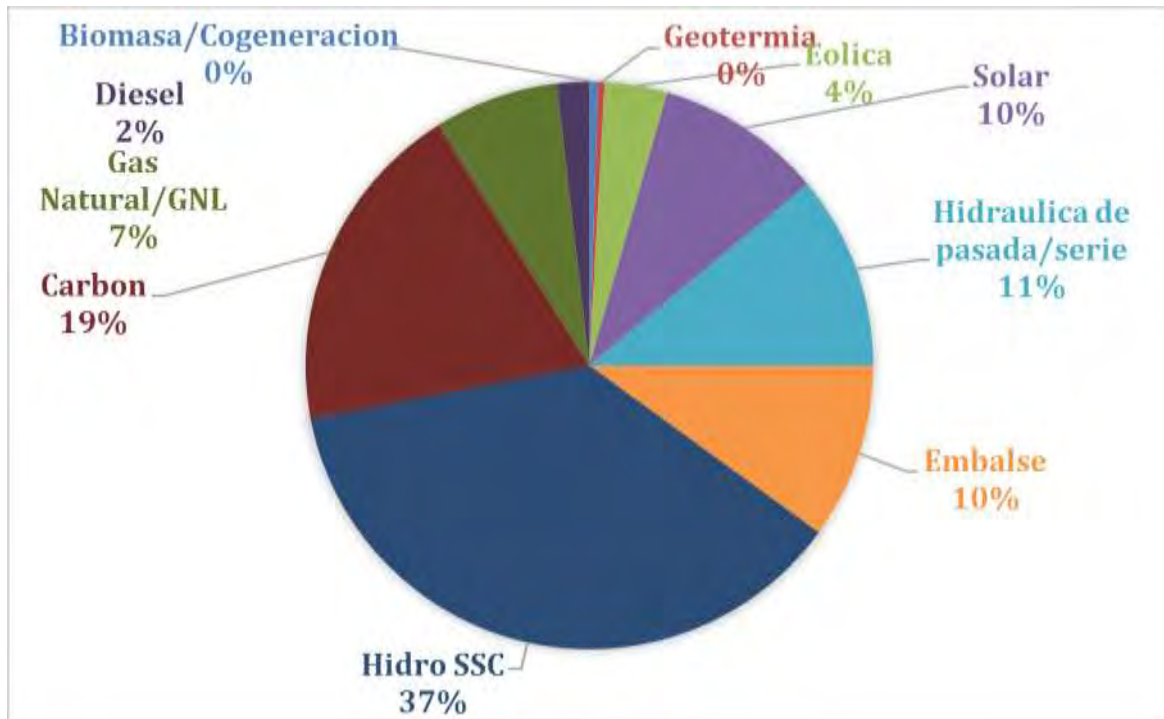


Figura 102. Operación del sistema eléctrico para la hidrología media, 2050 (todo el potencial hidroeléctrico desarrollado)

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO

Aunque la transmisión asociada a esta nueva matriz energética es sustancialmente distinta a la observada en los casos anteriores (incluso en el caso base su costo es mayor a 1,5 veces el costo de la red utilizado en casos anteriores), el costo atribuible a la integración de la hidroelectricidad es similar y por lo tanto relativamente robusto ante variaciones en los escenarios futuros utilizados en este ejercicio. Esto es relevante porque da una robustez a las decisiones estratégicas de transmisión en el desarrollo del potencial hidroeléctrico, con cierta independencia del escenario de generación que se dé en el futuro. Los costos de transmisión asociados a la hidroelectricidad para esta nueva matriz energética se presentan en la figura a continuación, donde se pueden observar variaciones menores con respecto a los resultados de los análisis anteriores de este reporte.

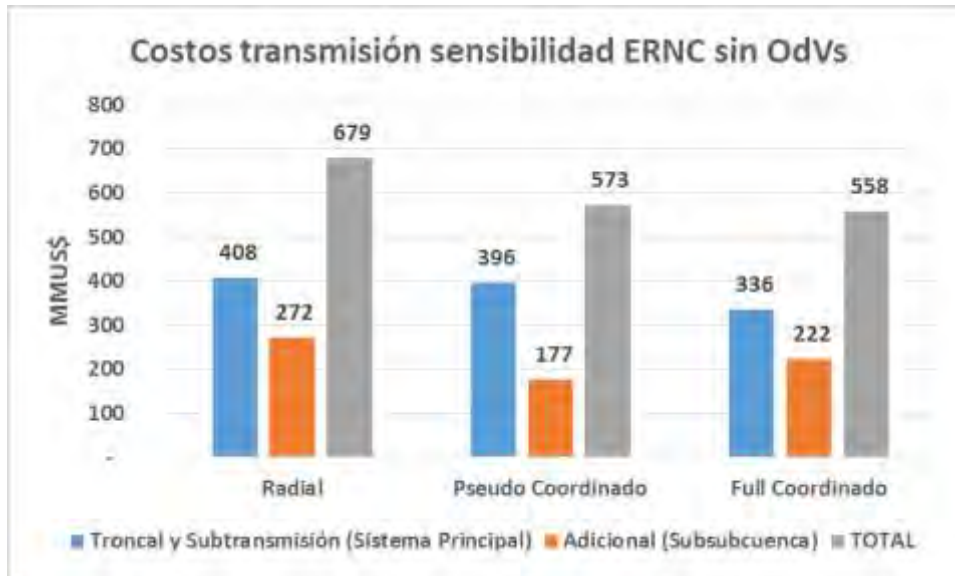


Figura 103. Resumen costos sistema de transmisión sensibilidad ERNC sin considerar OdV en los trazados

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

5 Objetos de Valoración

Uno de los objetivos centrales del estudio anterior fue identificar y analizar variables de distinta naturaleza que representen elementos de alto valor para la sociedad. Estos objetos corresponden a variables biológicas, ecológicas, ambientales, culturales, sociales y productivas que se consideran particularmente especiales y que pueden o no tener un nivel de protección o tutela por parte del Estado.

La metodología de base para este objetivo fue el de los Altos Valores de Conservación (AVC) (Brown *et al.*, 2013). Los AVC son utilizados en diferentes estándares de certificación (especialmente silvicultura y agricultura) y en general, para el uso de recursos y en la planificación de su conservación por la Forest Stewardship Council (FSC). Para este estudio se decidió usar el concepto de los AVC de modo más amplio, por ejemplo, incluyendo elementos de índole productiva.

Para cada unidad de análisis (sub-subcuenca) se busca definir si cada OdV puede o no identificarse en el territorio y en qué magnitud. Esta presencia estará definida por un valor umbral de la variable directa o de la variable auxiliar (proxy) que estime al OdV y la magnitud o relevancia de su presencia se ha categorizado en función de los resultados obtenidos en cada OdV y en cada cuenca. No obstante, puede haber sub-subcuencas donde no se identifique la presencia de los elementos que determinan los OdV. Los resultados obtenidos son analizados para cada objeto de valoración en el capítulo correspondiente.

5.1 Clasificación de los OdV

Según los resultados del estudio anterior, los OdV se clasifican en las siguientes clases: Fluviales, Terrestres, Sociales, Culturales y Productivos.

La categoría Fluvial se entiende como cualquier OdV que tenga relación con el cauce del río, o que la variable que lo defina exista en el mismo cauce del río, en su franja ribereña o en su planicie de inundación.

Los OdV Terrestres se relacionan con las variables biológicas, ecológicas y ambientales que sean parte de la sub-subcuenca en estudio y que no quepan dentro del área de influencia de cauces naturales como en el caso anterior.

Los OdV Sociales y Culturales están relacionados, como dicen sus nombres, con variables de cada tipo, respectivamente, asociadas al territorio y que son valoradas por la sociedad.

Finalmente, la clasificación Productivos tiene que ver con actividades productivas que pueden afectar o verse afectados por la hidroelectricidad de alguna manera.

A continuación, se analiza la construcción de cada Objeto de Valoración, los cambios que se hicieron desde la metodología de la fase anterior y los resultados obtenidos, en cada uno de los OdV estudiados. El listado que se presenta al final del capítulo se considera definitivo y ha sido consensuado con el equipo de la Universidad de Chile que trabaja las cuencas de Valdivia, Bueno, Puelo y Yelcho.

5.2 Objetos de Valoración Fluviales

En la fase anterior del estudio de cuencas, se definieron once OdV fluviales. Cada OdV fue definido conceptualmente, y su presencia fue identificada a la escala específica de evaluación (sub-subcuenca), dependiendo de la definición de umbrales y de criterios de propagación de cada OdV. Algunos OdV pudieron evaluarse a partir de *proxies* y datos no puntuales o información indirecta, mientras que otros no pudieron construirse por falta de información.

En el presente estudio, se reevaluó la definición de los OdV fluviales, redefiniéndolos y reordenándolos según necesidad. Algunos fueron removidos (por ejemplo, el que se refería a las áreas de recarga de acuíferos) y otros fueron agregados al listado (por ejemplo, OdV asociados a lagos y a glaciares, que no estaban siendo contemplados previamente). Este capítulo describe la metodología adoptada para construir los OdV fluviales, incluyendo detalles de cómo se levantaron datos de terreno y otras fuentes información.

La Tabla 60 muestra el listado de OdV fluviales para el presente estudio.

Tabla 60. OdV actualizados de la clase Fluvial

OdV	Nombre
F.1	Especies fluviales en categoría de amenaza
F.2	Especies fluviales endémicas
F.3	Régimen hidrológicamente no alterado
F.4	Régimen de sedimentos no alterado
F.5	Sistemas fluviales con conectividad longitudinal a nivel de cauce
F.6	Sistemas fluviales con conectividad longitudinal del corredor ripariano
F.7	Sistemas fluviales con conectividad lateral
F.8	Accesibilidad de la red hidrográfica
F.9	Sistemas fluviales con condiciones naturales de calidad físico-química del agua
F.10	Sistemas fluviales morfológicamente intactos
F.11	Comunidades fluviales con baja presencia de especies exóticas
F.12	Áreas fluviales críticas para la conservación de la biodiversidad
F.13	Ecosistemas lacustres
F.14	Glaciares

Fuente: elaboración propia en conjunto con Universidad de Chile.

5.2.1 Explicación metodológica general para los OdV Fluviales

En esta etapa del proyecto, a excepción de los OdV F.9 (Sistemas fluviales con condiciones naturales de calidad físico-química del agua) y F.14 (Glaciares), todos los OdV fluviales se evalúan a escala de tramo. Sin embargo, la existencia de los OdV se agrupa a escala de sub-subcuenca para fines de visualización de la información.

En esta etapa, para la mayoría de los OdV, el trabajo se basa en la identificación de la presencia de indicadores y proxies de los OdV en fotos aéreas, trabajando en ambiente *Google Earth*, lo que permite visualizar fotos de mediana a alta resolución para todas las cuencas en estudio. Se trabajó con la imagen más actualizada disponible en *Google Earth*, aunque en algunos casos en que la foto aparecía con nubes, se usaba la anterior.

Para realizar el trabajo en *Google Earth*, se creó un fichero Excel para organizar los datos adquiridos. Los datos se recopilan a escala de tramo, definido por homogeneidad morfológica o por discontinuidades relevantes (borde de sub-subcuenca, cambio de orden del río, obra mayor). La homogeneidad morfológica depende, en gran medida, del confinamiento de tramo. Siguiendo la clasificación de Rinaldi *et al.* (2013) entre otros, los tramos se pueden clasificar como confinados, parcialmente confinados y no confinados. El confinamiento se cuantifica calculando el grado de confinamiento (porcentaje de longitud del tramo en donde el cauce activo está en contacto con terrazas o vertientes) y el índice de confinamiento (relación entre el ancho activo y el ancho de la planicie de inundación) según se ve en la Figura 104. Tipos de confinamiento de ríos, según Rinaldi *et al.* (2014)

Fuente: elaboración propia.

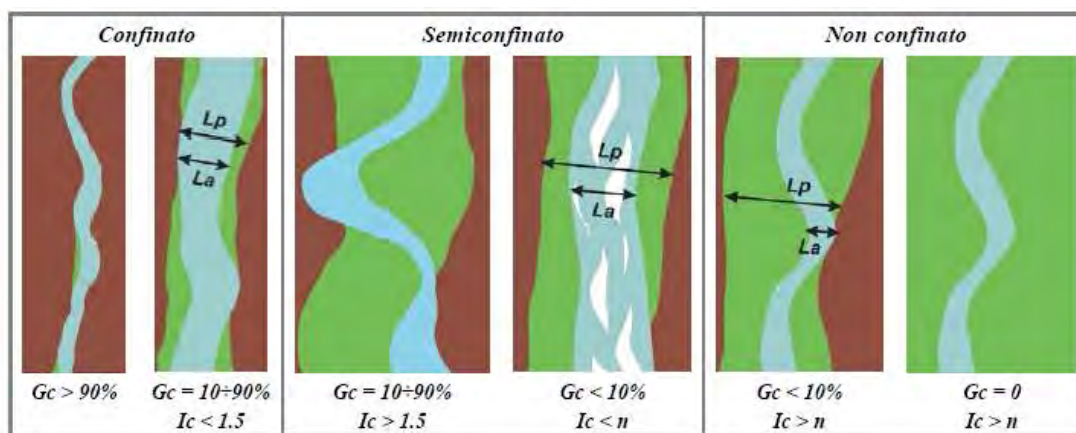


Figura 104. Tipos de confinamiento de ríos, según Rinaldi *et al.* (2014)

Fuente: elaboración propia.

La definición del tipo de confinamiento es importante ya que, dependiendo del espacio lateral que el río tiene a disposición, se pueden desarrollar formas morfológicas distintas, que se clasifican en la metodología de este estudio según las clases de la Tabla 61.

Tabla 61. Tipos morfológicos identificados desde interpretación de fotos aéreas (basado en Brierley & Fryirs (2005) y Rinaldi *et al.* (2013))

CONFINAMIENTO	TIPO MORFOLÓGICO
Ríos Confinados	Rectilíneos
	Pseudo-meandriformes
	A canales entrelazados
	Anastomizados (canales entrelazados, pero sin barras de sedimentos, y espacio entre canales colonizado por vegetación)
Ríos Parcialmente o no confinados	Canal único (rectilíneos, sinuosos, meandriformes)
	Transicionales (sinuosos, pseudo-meandriformes)
	Con canales múltiples (canales entrelazados, anastomizados)

Fuente: elaboración propia.

Los tramos seleccionados tienen una longitud, generalmente, de entre 3 y 8 km. En la Figura 105, se evidencian a modo de ejemplo, los tramos identificados en una porción de cabecera de la cuenca del río Toltén. En la imagen, los puntos amarillos con número se refieren a los extremos de aguas arriba y debajo de cada tramo. De cada tramo se identificaron: la longitud, la pendiente, el grado y el índice de confinamiento, la sinuosidad, y la morfología dominante (según la clasificación de Rinaldi *et al.* (2013)). Además, en cada tramo se identificaron y contaron varias tipologías de obras, intervenciones, unidades morfológicas y atributos necesarios para evaluar la presencia-ausencia de los OdV en ellos, para poder sucesivamente obtener valores promedio a escala de sub-subcuenca (ver Figura 106 por algunos tipos más ejemplificativos).

En la Figura 105, se evidencian a modo de ejemplo, los tramos identificados en una porción de cabecera de la cuenca del río Toltén. En la imagen, los puntos amarillos con número se refieren a los extremos de aguas arriba y debajo de cada tramo.

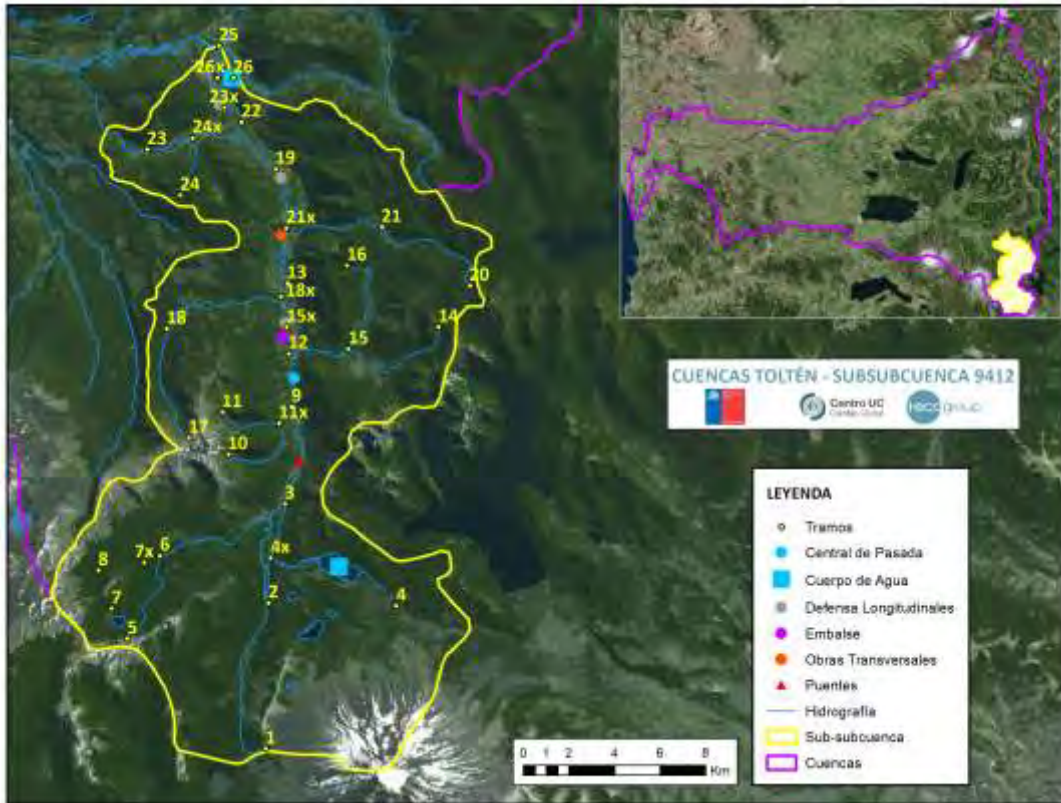


Figura 105. Ejemplo de identificación de tramos homogéneos en la sub-subcuenca 9412 del Río Toltén
Fuente: elaboración propia.



Figura 106. Ejemplos fotográficos de algunos atributos de características morfológicas o de tipología de intervención que se identifican en las fotos aéreas

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 62 se presentan los atributos más importantes que se identificaron desde las fotos aéreas a escala de tramo, y los OdV en los cuales se ocuparon.

Tabla 62. Uso de los atributos identificados a escala de tramo en Google Earth en los OdV fluviales

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14
OBRAS														
Embalses	X	X	X	X	X			X			X			
Centrales de pasada					X									
Bocatomas y desviaciones de agua	X	X	X		X						X			
Obras transversales de otro tipo					X									
Puentes						X								
Defensas longitudinales (espigones, muros)							X							
Canalización completa					X		X			X				
Carreteras al borde del río							X							
INTERVENCIONES														
Extracciones de áridos	X	X		X						X	X			
Remodelación de secciones										X				
Corte de vegetación ripariana	X	X								X	X			
Otras intervenciones en el cauce										X				
VEGETACION RIPARIANA														
Ancho promedio (izq. y der.)						X								
Continuidad (en %, izq. y derecha)						X								
Uso fuera del área ripariana (bosque nativo, plantación, área agrícola o urbana)						X								
UNIDADES MORFOLOGICAS														
Lagos y lagunas	X	X									X	X	X	
Islas												X		
<i>Oxbow lakes</i>	X										X	X		
Canales múltiples												X		
Áreas húmedas y lagunas												X		
Lagos y lagunas												X	X	
Áreas con macrófitas o LW														

Fuente: elaboración propia.

El fichero para la identificación de las características geomorfológicas de vegetación ribereña y de intervenciones e impactos fue aplicado a todos los tramos de las sub-subcuencas de los ríos Toltén, Maule, y Biobío. Se completó un fichero por cada tramo de cada cuenca de estudio, lo que resulta en 1.331 ficheros para el Maule, 1.586 para el Biobío y 668 para el Toltén. En la realización de los ficheros trabajaron 4 personas por 4 meses, con un tiempo promedio de 30 minutos para la compilación de cada fichero de tramo, además de un tiempo considerable de control de calidad y verificación de los datos adquiridos.

Tabla 63. Número de ficheros completos, los caules representan a un tramo en particular.

Cuenca	Tramos evaluados
Toltén	1.331
Maule	1.586
Biobío	668

Fuente: elaboración propia.

A forma de ejemplo, se puede mencionar que en la cuenca del río Toltén, en los 668 tramos se identificaron 36 lagos naturales, 46 reservorios, 11 centrales de pasada, 40 bocatomas, 14 otras obras transversales, 239 puentes, 4 canalizaciones completas, 11 defensas longitudinales, 19 sitios de extracción de áridos, 11 sitios con corte de vegetación ripariana, 17 humedales, 3 *oxbow lakes*, y 50 islas vegetadas. La Tabla 64 muestra los datos resumidos para las tres cuencas de estudio, con la información del número de obras, estructuras e intervenciones en sus tramos.

Tabla 64. Resumen de atributos para las tres cuencas de estudio según los datos recopilados del fichero

ID Cuenca	Cuenca	Superficie (Km ²)	Nº de Tramos	Longitud total (km)	Punto más bajo (msnm)	Punto más alto (msnm)
094	Toltén	9.143	668	341	9	1.829
073	Maule	22.134	1.331	7.688	10	4.235
083	Biobío	24.333	1.586	9.950	10	2.699

Cuenca	Embalses	Centrales de pasada	Bocatomas	Puentes	Canalizaciones	Defensas longitudinales
Toltén	46	11	40	239	4	11
Maule	224	25	370	708	13	27
Biobío	84	13	190	422	5	18

Cuenca	Extracciones de áridos	Remodelación de secciones	Corte de vegetación ripariana
Toltén	19	6	11
Maule	48	14	104
Biobío	10	1	69

Fuente: elaboración propia.

Los datos adquiridos con el fichero, se corroboraron en las salidas a terreno realizadas en los tramos donde se realizó trabajo de identificación de peces (pesca eléctrica). Debido a que el objetivo principal de las salidas a terreno era la toma de datos de comunidades ícticas para los OdV de peces, no se realizaron salidas en el Biobío ya que es la cuenca que presenta más datos de peces en la base de datos oficiales. En terreno se ocupó una versión modificada del mismo fichero, en donde se definen características del tramo (morfología dominante, ancho, pendiente, extensión de la vegetación ribereña, tipo de obras, etc.), pero también informaciones adicionales acerca de unidades morfológicas que pueden servir para cuantificar el OdV F.12 (por ejemplo: pozas, saltos de agua, vegetación macrofítica, acumulaciones de troncos en los cauces).

Cabe destacar que los OdV que se pudieron definir con esta metodología son los definidos a escala de tramo antes de ser resumidos y condensados a escala de sub-subcuenca, o sea, los F.3, F.4, F.5, F.6, F.7, F.8, F.10, F.12 y F.13. De los otros OdV, dos se definen desde el principio a escala de cuenca (F.4 y F.14), y tres se refieren a la fauna íctica (F.1, F.2, y F.11), y fueron definidos con distinta metodología.

Para los OdV F.1, F.2, y F.11, que se refieren a fauna íctica, la metodología adoptada es significativamente distinta de los anteriores OdV y merece una explicación más detallada. Los datos de peces proporcionados por el Ministerio de Medio Ambiente (Figura 107) son relativamente abundantes en el Biobío (706 puntos de muestreo de peces, para un total de 18 especies identificadas), mientras que para el Maule y Toltén los puntos de muestreo eran más reducidos (145 y 58, respectivamente), con un menor número de especies identificadas (11 y 14, respectivamente). Además, se pudo obtener una base de datos de peces de SERNAPESCA, que también se ocupó en el análisis.

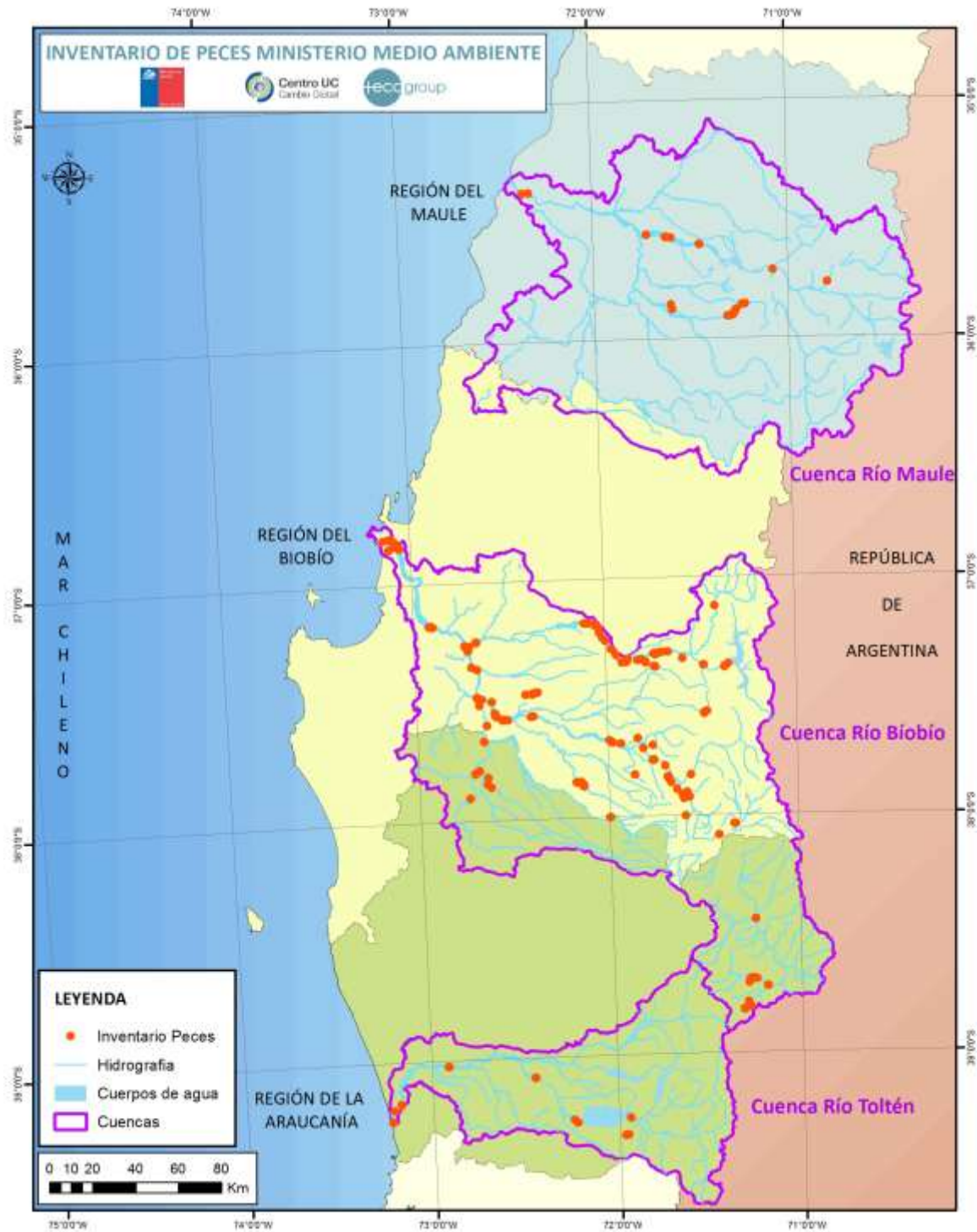


Figura 107. Cuencas del estudio y puntos de muestreo de peces entregado por el Ministerio del Medio Ambiente

Ya que los datos de presencia y tipología de peces estaban concentrados en ciertas sub-subcuencas y ciertos tramos, el desafío consistió en extender las mediciones disponibles a todos los tramos de las sub-subcuencas. Esta evaluación se realizó desarrollando relaciones estadísticas entre variables hidrológicas (*proxies*: área de la cuenca y cantidad de intervenciones relacionadas al OdV F.3), topográficas (*proxies*: elevación, pendiente), climáticas (*proxies*: latitud, elevación), biológicas y de uso de suelo (*proxy*: porcentaje de área de la cuenca con distintos usos de suelo) en ambiente SIG. La Figura 108 ejemplifica gráficamente el enfoque de la modelación.

De esta evaluación, las relaciones estadísticas significativas para la predicción de la presencia de ciertas especies en una sub-subcuenca, ayudaron a generar probabilidades de presencia de caracteres físicos asociados con la presencia de estas especies, en sub-subcuencas con falta de datos medidos (e.g. Zorn *et al.*, 2009). Más específicamente, se analizaron los tramos con datos de peces disponibles del MMA, las variables a usar, tales como riqueza de especies, riqueza de especies nativas, riqueza de especies exóticas, número de familias, entre otras.

Junto con los datos de geomorfología (obtenidos con los ficheros), uso de suelo, precipitación, y topografía, se construyeron modelos de nicho que usan relaciones logísticas de Gauss (Ter Braak & Looman, 1986), basados en tres ejes de influencia: factores generales, factores locales y factores antropogénicos (Steen, Passino-Reader & Wiley, 2006).

Para disminuir el potencial de los falsos positivos, se trató de aumentar el valor ROC (*Receiver Operator Curve* en inglés) al máximo posible sin problemas de autocorrelación. Este análisis produjo una serie de curvas de “tolerancia” para cada variable física y antrópica para cada especie, en forma de probabilidad de presencia de cierta especie (escala 0-1). Ya que varias especies pueden responder de forma distinta a las variables físicas y antrópicas seleccionadas, se seleccionaron las variables que demostraron la mayor dependencia estadística con la tolerancia (por lo menos tres, relacionadas con el caudal, la temperatura, y/o los impactos) para calcular un valor de presencia potencial en cada tramo.

Con las ecuaciones de probabilidad se calculó la probabilidad de presencia de cada especie en cada tramo, en cada una de las tres cuencas de estudio.

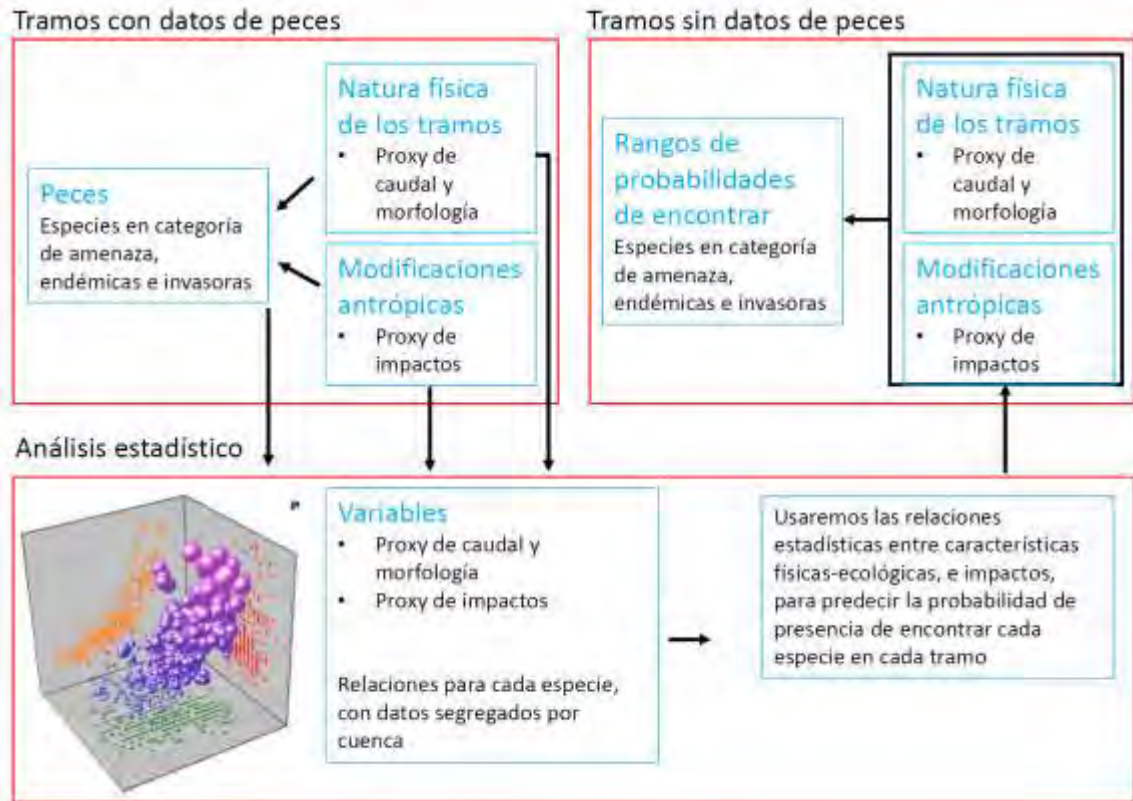


Figura 108. Estrategia de análisis de los datos de peces

Fuente: elaboración propia.

Por lo que se refiere a los trabajos en terreno, los tramos visitados fueron, primariamente, los que presentaban mayores potenciales hidroeléctricos, donde hay diferencias entre información existente y atributos visibles de las fotos aéreas (por ejemplo, ubicación de obras), donde haya accesibilidad relativamente fácil y, en general, con una buena distribución espacial (por ejemplo, algunos en cabeceras y algunos en tramos de baja pendiente).

Se visitaron más de 30 tramos, y en cada uno se tomaron datos puntuales de temperatura, conductividad y turbidez. En estos tramos se realizaron muestreos de pesca eléctrica y de macroinvertebrados (con red Surber) para poder corroborar y extender la información de la base de datos de peces del Ministerio del Medio Ambiente y de SERNAPESCA.

Esto porque las comunidades de peces en Chile continental se caracterizan por tener, relativamente, bajas abundancias, baja diversidad y alta presencia de endemismos (e.g. Vila & Habit, 2015), con abundante presencia de especies exóticas (Iriarte *et al.*, 2005) de gran impacto sobre las especies nativas, ya sea por predación (Pardo *et al.*, 2009) o por competencia (Penaluna *et al.*, 2009). Por estas razones hay un OdV específico para las especies dulciacuícolas en peligro, vulnerables, insuficientemente conocidas o raras (OdV F.1), uno para las especies

endémicas (OdV F.2) y uno focalizado en la presencia y abundancia relativa de especies exóticas (OdV F.11).

Los muestreos de pesca eléctrica se realizaron con un equipo portátil (Figura 109), aislando los tramos medidos con redes en los extremos aguas arriba y abajo. Los tramos se definieron con longitud dependiente del ancho (10 veces el ancho) y por ser representativos de ciertas unidades morfológicas. Cada pez se identificó por la especie (en algunos casos se tomaron fotos para corroborar en laboratorio la atribución de la especie), y se midió longitud y peso antes de ser devuelto vivo al río.



Figura 109. Foto de campaña en terreno, para la toma de datos para el modelo de peces

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presentan los resultados para todos los OdV Fluviales.

5.2.2 OdV F.1: Especies fluviales en categoría de amenaza

Introducción:

La biodiversidad está íntimamente relacionada con la supervivencia y el desarrollo de la sociedad, ya que brinda innumerables beneficios y servicios, ya sea directos e indirectos. Si la biodiversidad disminuye, las funciones ecosistémicas y la misma sustentabilidad de los ecosistemas se puede ver afectada. A este respecto tienen especial importancia las especies amenazadas que, al estar en riesgo de desaparición, identifican puntos críticos para el mantenimiento de la biodiversidad. Los peces de agua dulce son, probablemente, el grupo más amenazado dentro de los vertebrados, después de los anfibios. El Reglamento para la clasificación de especies silvestre en Chile define seis categorías según su estado de conservación (CONAMA, 2009), de las cuales cuatro se refieren a distintos grados de amenaza y las otras dos a especies extintas o especies fuera de peligro. Por tanto, las especies prioritarias para mantener la biodiversidad en Chile serán aquellas clasificadas como (CONAMA, 2009):

- En peligro de extinción: especie que enfrenta un riesgo muy alto de extinción;
- Vulnerable: especie que enfrenta un riesgo alto de extinción, pero que no puede ser clasificada como “en peligro de extinción”;
- Insuficientemente conocida: especie para la cual existe presunción fundada de riesgo, pero sobre la cual no existe información suficiente, que permita clasificarla en alguna de las categorías anteriores, aunque se supone que está en una de ellas;
- Rara: especie cuyas poblaciones ocupan un área geográfica pequeña o están restringidas a un hábitat muy específico y escaso. También, son las especies que de forma natural presentan muy bajas densidades poblacionales, aunque ocupen un área geográfica mayor. Esta categoría no es excluyente de las demás.

Las obras hidroeléctricas tienen efectos directos sobre la biodiversidad en los ríos, dado que dificultan o impiden la conectividad longitudinal del sistema fluvial y, por tanto, modifican los procesos ecológicos que controlan la disponibilidad de hábitat y los ciclos biológicos y, por tanto, que posibilitan esa biodiversidad. En cuanto a las amenazas biológicas, la de mayor impacto es el efecto de especies de peces introducidas (22 en el país). La ictiofauna nativa de Chile se compone de unas 45 especies. De éstas, 40% se encuentran clasificadas en peligro de extinción. La mayor riqueza de especies ocurre en la zona centro-sur de la provincia chilena, es decir, dentro de los límites que abarca este estudio. El 62% de los peces nativos habitan la provincia ictiogeográfica chilena, que se corresponde con el *hotspot* de biodiversidad citado más arriba y con la zona de mayor desarrollo hidroeléctrico. Dado el alto porcentaje de peces endémicos y protegidos, su conservación es un aspecto primordial a tener en cuenta en la planificación del desarrollo hidroeléctrico.

Tabla resumen:**Tabla 65. Resumen OdV F.1**

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
F.1	Especies fluviales en categoría de amenaza	Existencia de tramos de ríos con probabilidad de presencia de al menos de una especie de pez en categoría de amenaza: 10 especies en categoría "Vulnerable" y 10 en categoría "En peligro de extinción."	Físicos: Datos derivados del análisis de los tramos basado en imágenes aéreas de <i>Google Earth</i> Biológicos: Peces nativos desde MMA más datos de pesca eléctrica realizados en este estudio.	Proxy

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Para identificar el OdV F.1 se usó la base de datos de peces continentales proporcionada por el Ministerio del Medio Ambiente y datos de pesca eléctrica realizados en este estudio. Desde la base de datos de peces, se seleccionaron solo las 10 especies en peligro de extinción y 10 especies vulnerables, según la clasificación del MMA.

El OdV F1 se trabaja a escala de tramo de la red hidrográfica. En particular, se considera que hay presencia del OdV F1 en un tramo si la probabilidad estadística de encontrar, en dicho tramo, al menos un pez de una especie en categoría de amenaza, es superior al 50% de su probabilidad máxima. Esta probabilidad de encontrar individuos de cada especie se calcula a través de modelos de nicho para cada especie. Un modelo de nicho consiste, prácticamente, en modelo estadístico que calcula la posibilidad de que una especie se pueda encontrar, potencialmente, en un tramo. De los varios métodos y modelos para realizar las relaciones entre las especies y sus alrededores, se ocupó un método conservador, basado en ciertas características físicas de los tramos que se recopilaron en este estudio. Naturalmente, cada especie tiene un rango ideal de varios factores físicos que permiten su presencia en un lugar. Los factores más importantes en la definición de hábitat óptimo de peces continentales se relacionan con el flujo (por ejemplo el caudal o la velocidad), las características químicas del agua (por ejemplo temperatura de agua u oxígeno disuelto) y la presencia de presiones antrópicas directas (pesca) o indirectas (cambios de uso de suelo). La mayoría de los modelos de nicho para peces continentales son basados en datos de caudales, velocidad, y/o la profundidad de cauce. Sin embargo, estos datos son escasos en Chile, especialmente para aplicaciones a la escala considerada en el presente estudio. Por esta razón, se ocuparon *proxies*, tal como la geomorfología fluvial (*proxy* de caudales líquidos y

sólidos), la temperatura (*proxy* de calidad del agua), e impactos antrópicos a escala de cuenca o de tramo (*proxy* de disturbios artificiales en los hábitats), y se ocupó un modelo de alto poder estadístico con alto parsimonia, tal como el modelo de regresión logístico múltiple de forma Gauss (Braak and Looman 1986). Este modelo fue elegido ya que permite describir bien variables biológicas, que se distribuyen usualmente de forma gaussiana tales como como los factores de flujo, temperatura de agua, e impactos antropológicos considerados. Ya que en un principio no se conocen las variables físicas más importantes en la definición de la distribución de una especie, se empezó determinando los poderes estadísticos de todas las variables potenciales, es decir, todas los datos a disposición para cada tramo. Prácticamente, se asociaron presencia-ausencia de peces en cada tramo con las características de cada tramo, identificando, finalmente, las características más importantes en determinar la presencia de todas las especies consideradas, en un tramo de una red hidrográfica.

En el modelo estadístico de regresión logístico Gaussiano, para definir la forma Gauss ideal se ocupó un acercamiento del tipo ROC (acrónimo de *Receiver Operating Characteristic*) que es una herramienta para seleccionar los modelos posiblemente óptimos y descartar modelos subóptimos. En este ejercicio se seleccionaron finalmente las variables que daban un ROC mayor de 0.60 (donde 0.5 es el mínimo y 1 el máximo). Ya que es muy improbable que un solo factor pueda definir las distribuciones de una especie íctica a través su rango posible, para aumentar el poder descriptivo de modelo, se determinaron modelos de tres factores, cada uno relacionado con variables de cada proxy (es decir flujo, características químicas del agua, e impactos antrópicos).

Desde la base de datos de peces, se seleccionaron solo las 10 especies en peligro de extinción y 10 especies vulnerables, según la clasificación del MMA. A partir de los datos, se considera que en un tramo de río existe el OdV F.1 sólo si la probabilidad de encontrar, en dicho tramo, al menos un pez en categoría de amenaza, es superior al 50% de su probabilidad máxima, lo que matemáticamente se puede expresar cómo:

$$X = \frac{e^{b_0 + b_1 k_1 + b_1 k_2^2 + b_2 k_3 + b_2 k_4^2 + b_3 k_5 + b_3 k_6^2}}{1 + e^{b_0 + b_1 k_1 + b_1 k_2^2 + b_2 k_3 + b_2 k_4^2 + b_3 k_5 + b_3 k_6^2}}$$

Donde:

X: probabilidad de presencia de especie en el tramo

b0: coeficiente de ecuación de regresión gaussiano

b1: valor de proxy de caudal

b2: valor de proxy de condiciones de agua

b3: valor de proxy de impactos antropogénicos

k: coeficientes de variables de regresión gaussiano, elegidos por los valores máximos de ROC.

La especie se considera potencialmente presente en un tramo si su probabilidad de presencia es superior al 50% de su probabilidad máxima. Ya que el OdV F.1 se refiere a especies vulnerables y

en peligro de extinción, se eligió como umbral la presencia de al menos una de las especies en la categoría de protección para considerar presente el OdV F.1.

Luego de identificar el OdV F.1 a nivel de tramo, éste se representa a nivel de SSC. Para ello se emplean tres categorías (baja, media y alta presencia relativa), según sea el porcentaje de tramos de la SSC donde se reconoce que el OdV está presente. Los rangos de estas categorías se determinan a partir de la distribución de los valores que adquiere el porcentaje de tramos de la SSC con presencia del OdV F.1, en cada una de las SSC de la cuenca. Luego, los terciles de la distribución corresponden a los límites de dichos rangos.

Resultados:

Tabla 66. resumen de los valores ⁹¹y observaciones por categoría - OdV F.1

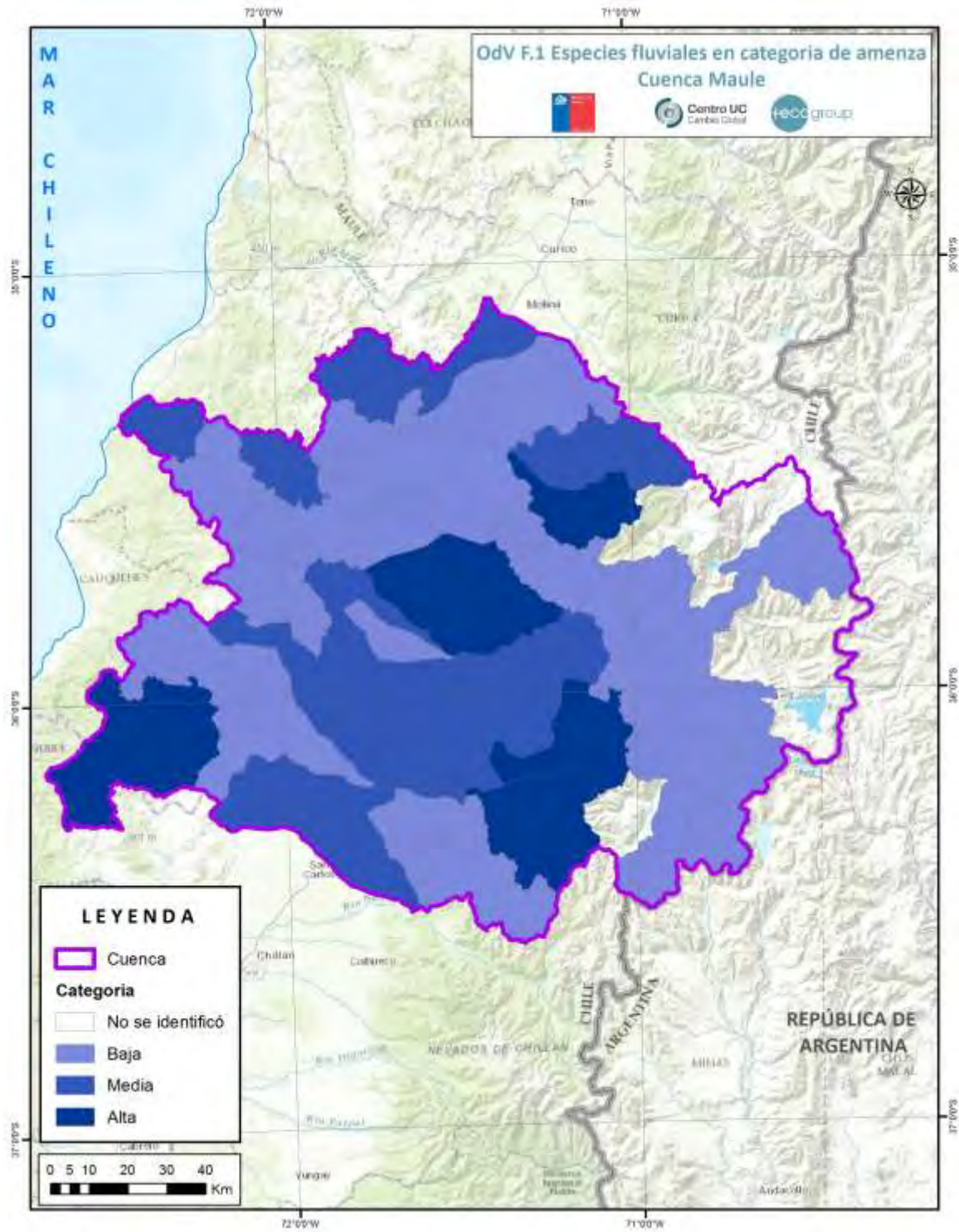
Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral inferior categorías (Número de SSC)			
				No se identifica	Baja	Media	Alta
Maule	0	45	20	0 (7)	1 (36)	13 (16)	24 (5)
Biobío	0	47	19	0 (4)	1 (28)	10 (28)	23 (11)
Toltén	0	54	24	0 (0)	1 (14)	18 (15)	35 (1)

Fuente: elaboración propia.

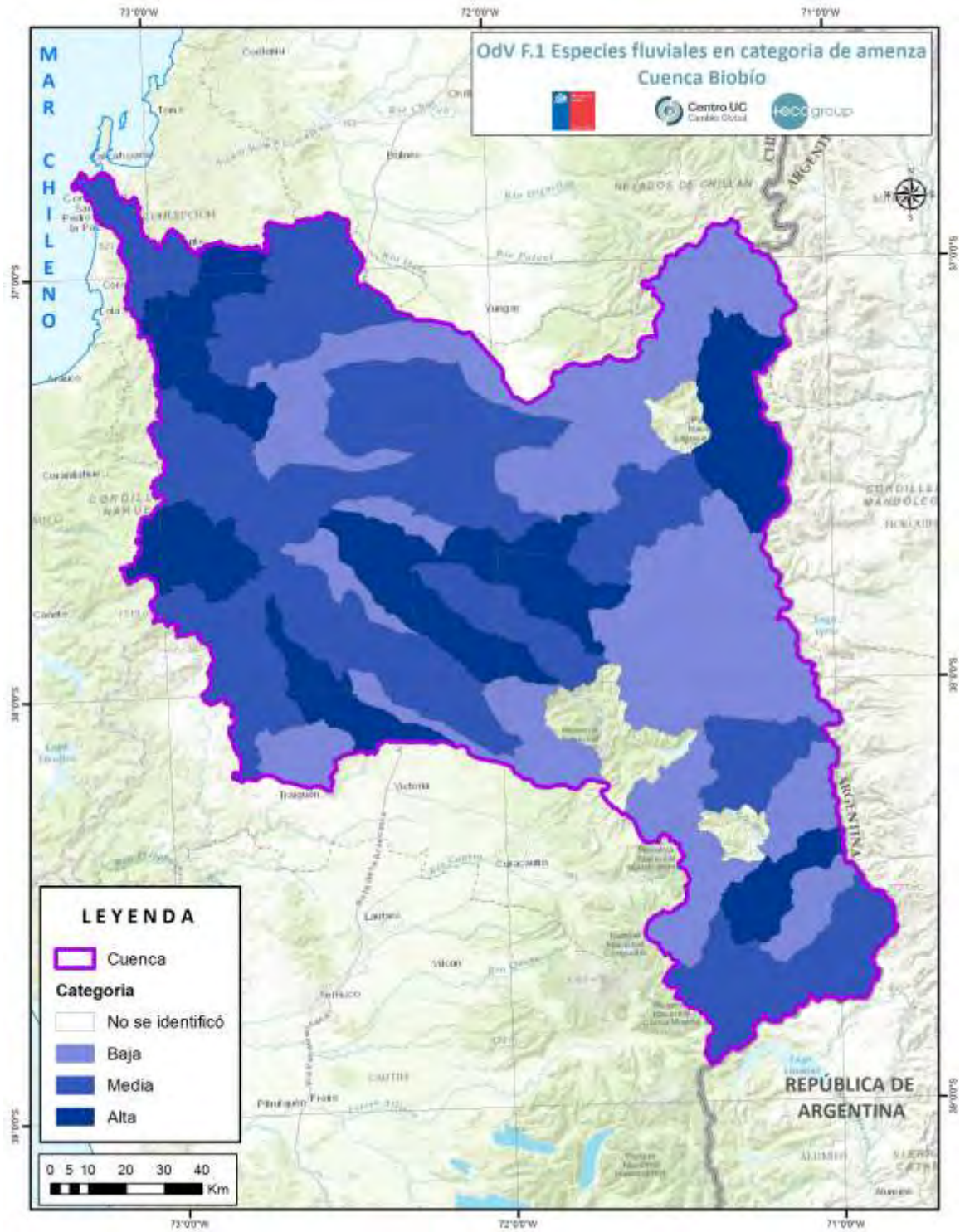
En las siguientes figuras se identifica el OdV F.1 a escala de sub-subcuenca.

⁹¹ Los números sin paréntesis, representan %

a)



b)



c)

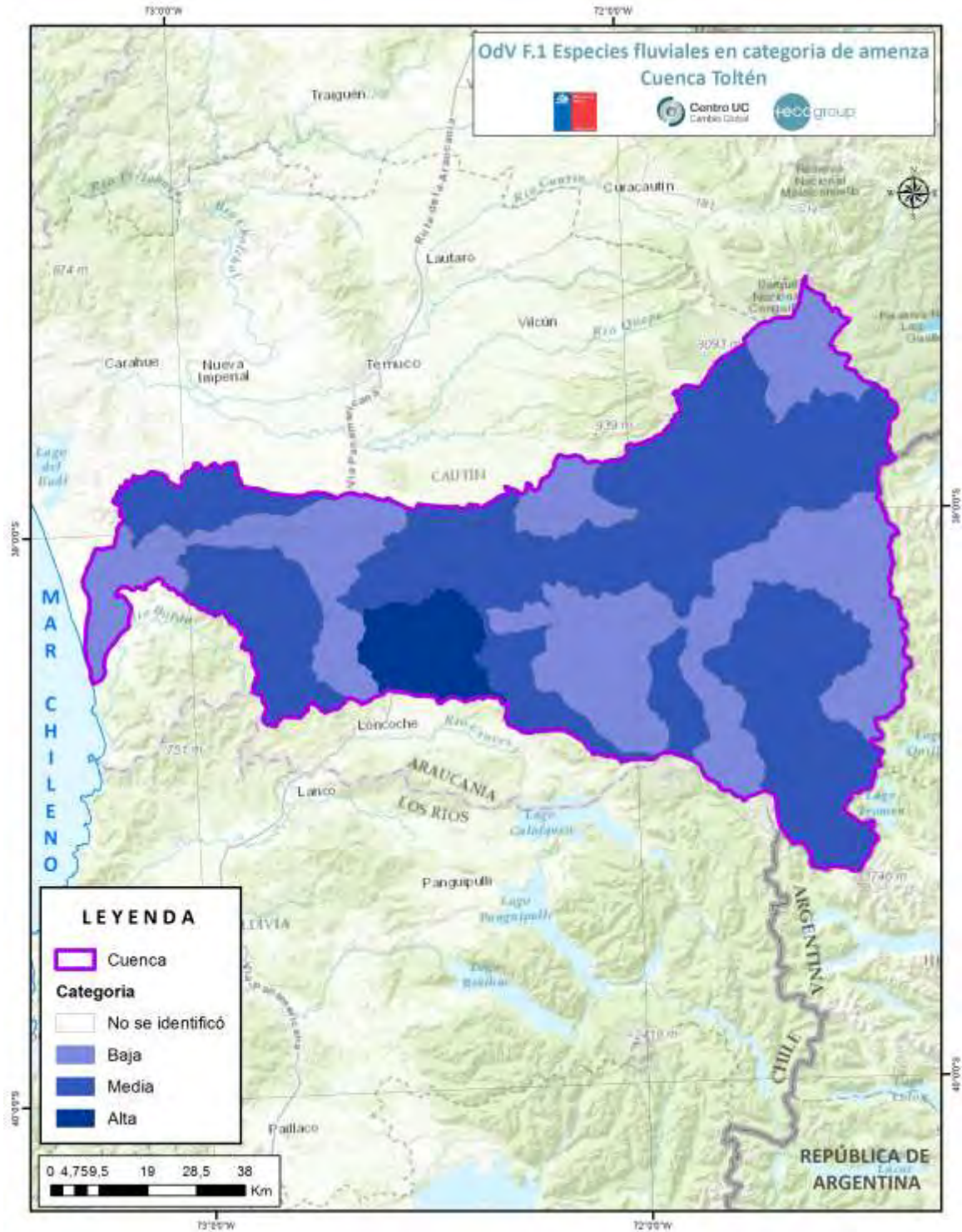


Figura 110. F.1: Especies fluviales en categoría de amenaza: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Toltén.

Fuente: elaboración propia.

Análisis:

Los resultados indican que la cuenca del Biobío es la que tiene más sub-subcuencas con alta probabilidad de encontrar especies a en categoría de amenaza (11 SSC), mientras que el Toltén aparece solo una sub-subcuenca en este nivel de presencia del OdV F1. En la cuenca del Maule, no hay muchos datos disponibles acerca de especies en peligro de extinción, y esto puede parcialmente explicar porque el modelo parece subestimar la presencia potencial de estas especies sobre todo en las sub-subcuencas de la Cordillera de los Andes. En términos comparativos, la cuenca Biobío tiene muchos más datos que las otras cuencas, aunque siguen existiendo problemas en la caracterización de algunas sub-subcuencas, donde no hay información disponible, sobretodo en el área Andina, donde el modelo parece subestimar la presencia de estas especies. Finalmente, en Toltén, es probable que algunas de las SSC en la zona piedemonte sean poco representativas de la realidad, otra vez debido a una escasez de datos.

Aunque se tomaron datos en terreno durante el proyecto, la cantidad de muestras que se necesitarían para cubrir todos los tramos de cada SSC es demasiado alto para poderse alcanzar en poco tiempo, y la herramienta de modelación es probablemente la forma mejor de abordar la identificación del OdV F1 en futuras aplicaciones. Sin embargo, tener más cobertura espacial y temporal de la base de datos (más sitios de muestra y más datos a través el año) podría aumentar considerablemente la calidad de la modelación. Específicamente, se sugiere la recopilación de datos en tramos Andinos de alta pendiente, donde es más evidente la falta de información, especialmente en Toltén y Maule. Para considerar también las condiciones de salud de las poblaciones de peces, sería oportuno considerar, en un futuro ejercicio, también variables cuantitativas, tales como peso, longitud, números de individuos, dieta, etc.

5.2.3 OdV F.2: Especies fluviales endémicas

Introducción:

Las especies endémicas son aquellas que se encuentran dentro de una región geográfica restringida, es decir, con una extensión total de ocurrencia de menos de 20.000 km² o una zona de ocupación conocida de menos de 2.000 km², según la UICN. El área de distribución puede variar desde un sitio único o una característica geográfica (como una isla, una cordillera o la cuenca de un río), a un límite político como una provincia o un país (FSC, 2014).

El aislamiento geográfico de Chile hace que, aunque la riqueza de especies no es muy elevada, el nivel de endemismo sea alto (el 25% de las especies descritas en Chile son endémicas, y de todas las especies de peces continentales, el 55% es endémica) (MMA, 2014). Por su distribución restringida (Vila, *et al.*, 1999) y porque el nivel de endemismo sea alto, cualquier impacto local puede suponer repercusiones en la biodiversidad a nivel mundial. Esta es la

implicancia de ser una especie endémica: una extinción de una especie endémica de Chile es una extinción de la especie en todo el mundo. Por otro lado, el aislamiento geográfico de Chile hace que, aunque la riqueza de especies no es muy elevada, el nivel de endemismo sea alto y, por tanto, su aporte a la biodiversidad del planeta sea significativo.

Como ya se ha comentado en el OdV F.1, las centrales hidroeléctricas tienen efectos directos sobre la biodiversidad en los ríos, dado que dificultan o impiden la conectividad longitudinal del sistema, modificando así los procesos ecológicos que controlan la disponibilidad de hábitat y los ciclos biológicos.

Tabla resumen:

Tabla 67. Resumen OdV F.2

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
F.2	Especies fluviales endémicas	Existencia de tramos de ríos con probabilidad de presencia de al menos de una especie de pez endémico entre las 20 especies identificadas por el MMA como endémicas	Físicos: Datos derivados del análisis de los tramos basado en imágenes aéreas de <i>Google Earth</i> Biológicos: Base de datos de peces nativos desde MMA más datos de pesca eléctrica realizados en este estudio.	<i>Proxy</i>

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Para identificar el OdV F.2 se usó la base de datos de peces continentales proporcionada por el Ministerio del Medio Ambiente y datos de pesca eléctrica realizados en este estudio. Desde la base de datos de peces, se seleccionaron solo las 20 especies endémicas, según la clasificación del MMA.

El OdV F2 se trabaja a escala de tramo de la red hidrográfica. En particular, se considera que hay presencia del OdV F2 en un tramo si la probabilidad estadística de encontrar, en dicho tramo, al menos un pez de una especie endémica, es superior al 50% de su probabilidad máxima. Esta probabilidad de encontrar individuos de cada especie se calcula a través de modelos de nicho para cada especie. Un modelo de nicho consiste, prácticamente, en un modelo estadístico que calcula la posibilidad de que una especie se pueda encontrar, potencialmente, en un tramo. De los variados métodos y modelos para realizar las relaciones entre las especies y sus alrededores, se usó un método conservador, basado en ciertas características físicas de los tramos que se recopiló en este estudio. Naturalmente, cada especie tiene un rango ideal de varios factores físicos que permiten su presencia en un lugar. Los factores más importantes en la definición de hábitat óptimo de peces continentales se relacionan con el flujo (por ejemplo, el caudal o la

velocidad), las características químicas del agua (por ejemplo temperatura de agua u oxígeno disuelto) y la presencia de presiones antrópicas directas (pesca) o indirectas (cambios de uso de suelo). La mayoría de los modelos de nicho para peces continentales son basados en datos de caudales, velocidad, y/o la profundidad de cauce. Sin embargo, estos datos son escasos en Chile, especialmente para aplicaciones a la escala considerada en el presente estudio. Por esta razón, se ocuparon *proxies*, tal como la geomorfología fluvial (proxy de caudales líquidos y sólidos), la temperatura (proxy de calidad del agua), e impactos antrópicos a escala de cuenca o de tramo (proxy de disturbios artificiales en los hábitats), y se ocupó un modelo de alto poder estadístico con alto parsimonia, tal como el modelo de regresión logístico múltiple de forma Gauss (Braak and Looman 1986). Este modelo fue elegido ya que permite describir bien variables biológicas, que se distribuyen usualmente de forma gaussiana tales como los factores de flujo, temperatura de agua, e impactos antrópicos considerados. Ya que en un principio no se conocen las variables físicas más importantes en la definición de la distribución de una especie, se empezó determinando los poderes estadísticos de todas las variables potenciales, es decir, todos los datos a disposición para cada tramo. Prácticamente, se asociaron presencia-ausencia de peces en cada tramo con las características de cada tramo, identificando finalmente las características más importantes en determinar la presencia de todas las especies consideradas, en un tramo de una red hidrográfica.

En el modelo estadístico de regresión logístico Gaussiano, para definir la forma Gauss ideal se ocupó un acercamiento del tipo ROC (acrónimo de *Receiver Operating Characteristic*) que es una herramienta para seleccionar los modelos posiblemente óptimos y descartar modelos subóptimos. En este ejercicio se seleccionaron finalmente las variables que daban un ROC mayor de 0.60 (donde 0.5 es el mínimo y 1 el máximo). Ya que es muy improbable que un solo factor pueda definir las distribuciones de una especie íctica a través su rango posible, para aumentar el poder descriptivo de modelo, se determinaron modelos de tres factores, cada uno relacionado con variables de cada proxy (es decir flujo, características químicas del agua, e impactos antrópicos).

Desde la base de datos de peces, se seleccionaron solo las 20 especies endémicas, según la clasificación del MMA. A partir de los datos, se considera que en un tramo de río existe el OdV F.2 sólo si la probabilidad de encontrar, en dicho tramo, al menos un pez endémico, es superior al 50% de su probabilidad máxima, lo que matemáticamente se puede expresar cómo:

$$X = \frac{e^{b_0 + b_1 k_1 + b_1 k_2^2 + b_2 k_3 + b_2 k_4^2 + b_3 k_5 + b_3 k_6^2}}{1 + e^{b_0 + b_1 k_1 + b_1 k_2^2 + b_2 k_3 + b_2 k_4^2 + b_3 k_5 + b_3 k_6^2}}$$

Donde:

X: probabilidad de presencia de especie en el tramo

b0: coeficiente de ecuación de regresión gaussiano

b1: valor de proxy de caudal

b2: valor de proxy de condiciones de agua

b3: valor de proxy de impactos antropogénicos

k: coeficientes de variables de regresión gaussiano, elegidos por los valores máximos de ROC.

La especie se considera potencialmente presente en un tramo si su probabilidad de presencia es superior al 50% de su probabilidad máxima. Ya que el OdV F.2 se refiere a especies endémicas, se eligió como umbral la presencia de al menos una de las especies en esta categoría para considerar presente el OdV F.2.

Luego de identificar el OdV F.2 a nivel de tramo, éste se representa a nivel de SSC. Para ello se emplean tres categorías (baja, media y alta presencia relativa), según sea el porcentaje de tramos de la SSC donde se reconoce que el OdV está presente. Los rangos de estas categorías se determinan a partir de la distribución de los valores que adquiere el porcentaje de tramos de la SSC con presencia del OdV F.2, en cada una de las SSC de la cuenca. Luego, los terciles de la distribución corresponden a los límites de dichos rangos.

Resultados:

Tabla 68. resumen de los valores⁹² y observaciones por categoría - OdV F.2

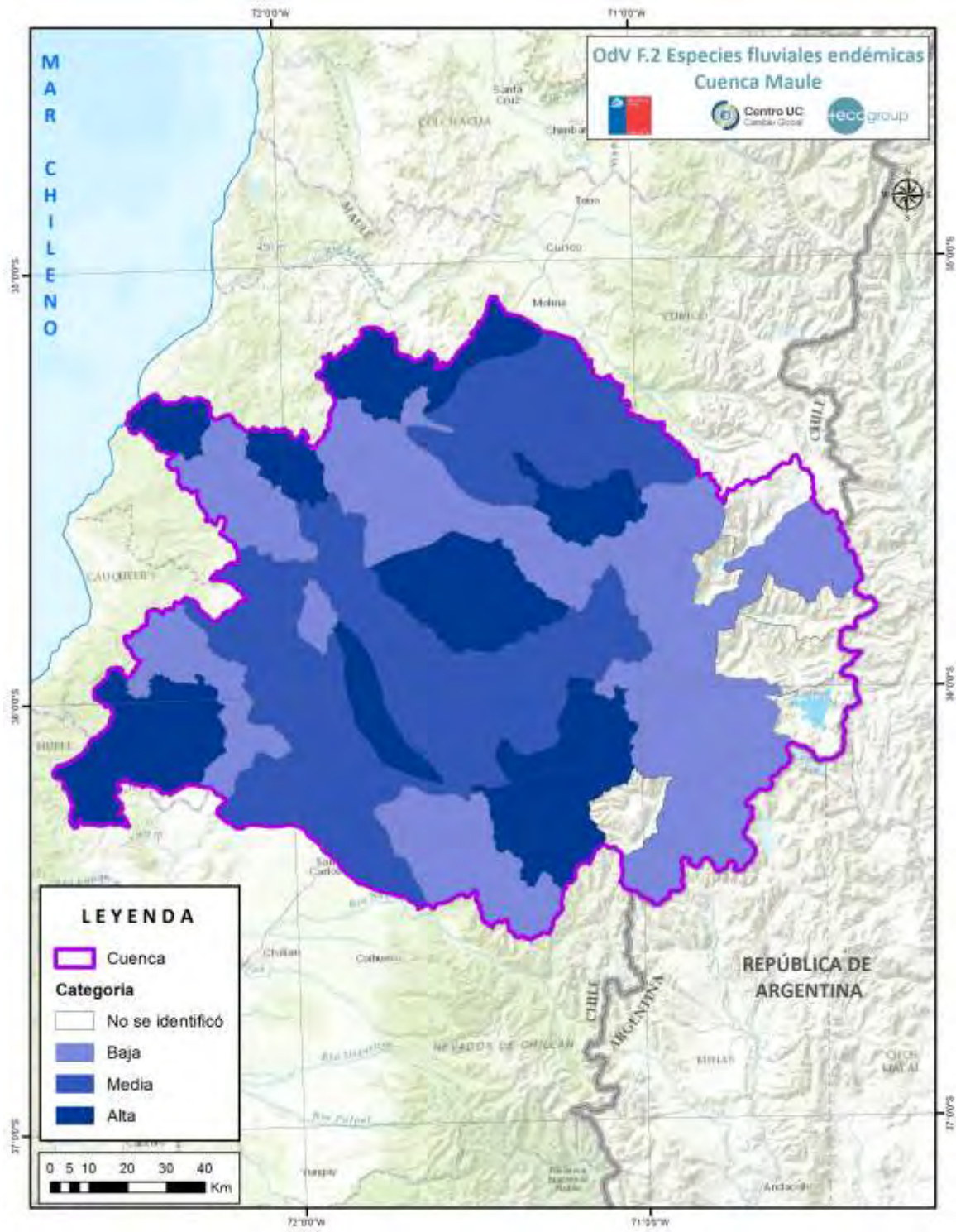
Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral categorías (Número de SSC)			
				No se identifica	Baja	Media	Alta
Maule	0	46	16	0 (6)	1 (28)	9 (20)	24 (10)
Biobío	0	47	18	0 (2)	1 (29)	9 (27)	23 (13)
Toltén	0	54	28	0 (0)	3 (14)	18 (15)	36 (1)

Fuente: elaboración propia.

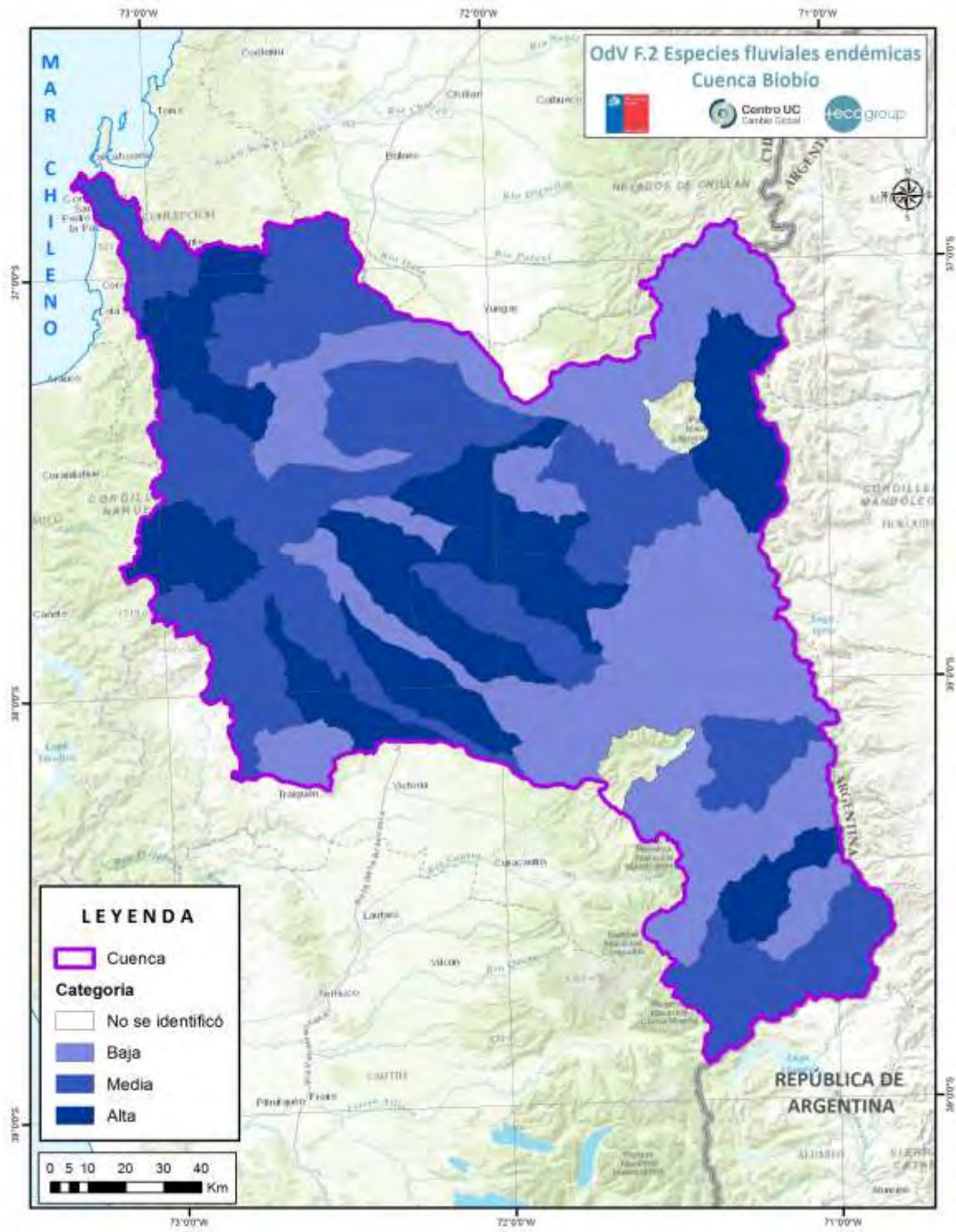
En las siguientes figuras se identifica el OdV F.2 a escala de sub-subcuenca.

⁹² Los números sin paréntesis, representan %

a)



b)



c)

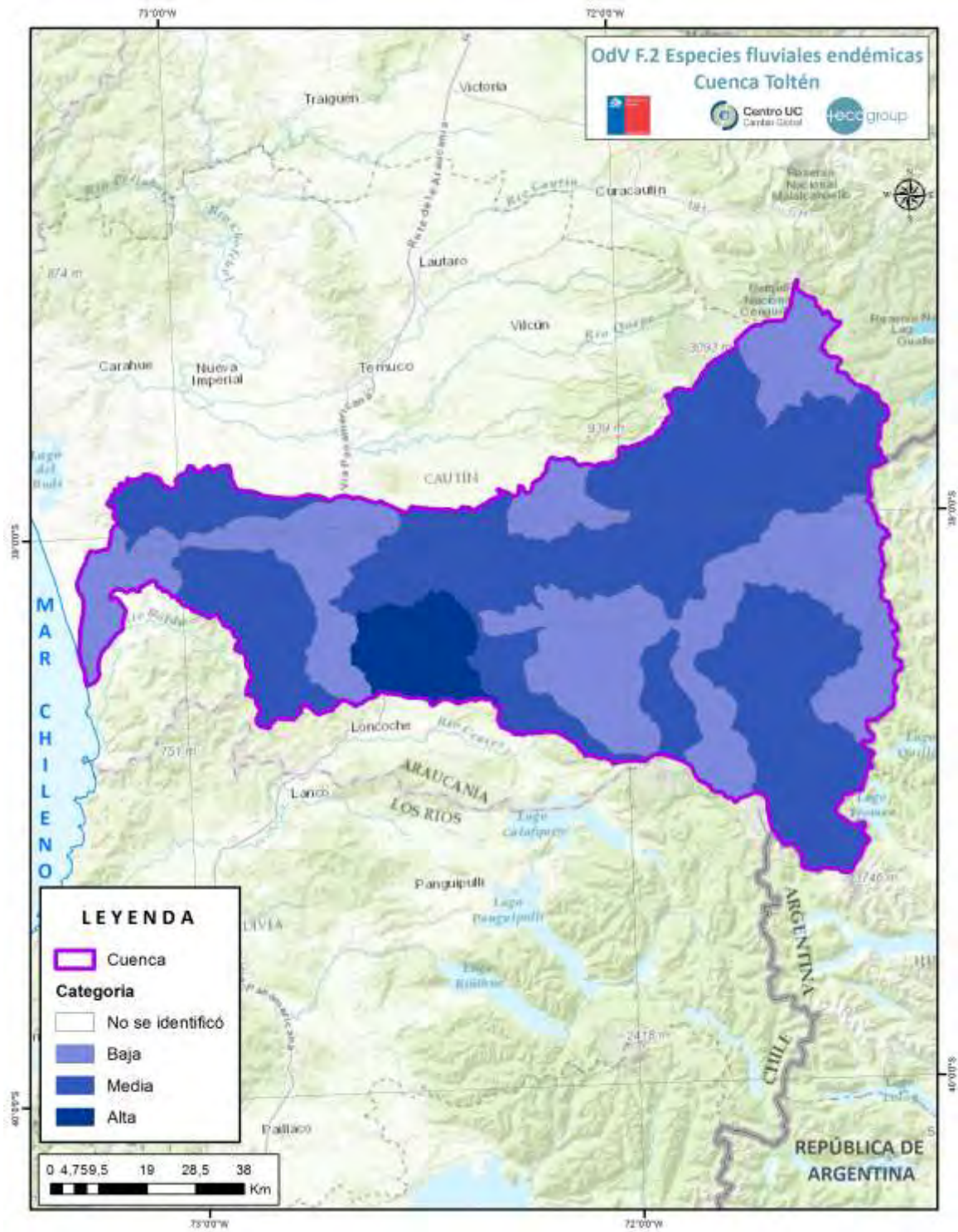


Figura 111. F.2: Especies fluviales endémicas: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Tolten.

Fuente: elaboración propia.

Análisis:

Los resultados indican que la cuenca del Biobío es la que tiene más sub-subcuencas con alta probabilidad de encontrar especies endémicas (13 SSC), y también en el Maule hay 11 sub-subcuencas con esta característica, mientras que el Toltén aparece solo una sub-subcuenca en este nivel de presencia del OdV F2. Cabe destacar que, en términos comparativos, la cuenca del Biobío tiene muchos más datos que las otras cuencas, por lo que las modelaciones en las cuencas del Toltén y del Maule podrían ser menos representativas que en Biobío. Además, es útil destacar que los resultados se visualizan a escala de sub-subcuenca, y que estas unidades no son directamente comparables, ya que tienen dimensión y números de tramos distintos en su interior. Es preciso, entonces, aclarar que una futura modelación con más datos a disposición podría proporcionar resultados distintos, especialmente en el área Andina, que presenta a la fecha pocos datos. Aunque se tomaron datos en terreno durante el proyecto, la cantidad de muestras que se necesitarían para cubrir todos los tramos de cada SSC es demasiado alto para poderse alcanzar en poco tiempo, y la herramienta de modelación es, probablemente, la forma mejor de abordar la identificación del OdV F2 en futuras aplicaciones. Sin embargo, tener más cobertura espacial y temporal de la base de datos (más sitios de muestra y más datos a través el año) podría aumentar, considerablemente, la calidad de la modelación. Específicamente, se sugiere la recopilación de datos en tramos Andinos de alta pendiente, donde es más evidente la falta de información, especialmente en Toltén y Maule. Para considerar también las condiciones de salud de las poblaciones de peces, sería oportuno considerar, en un futuro ejercicio, también variables cuantitativas, tales como peso, longitud, números de individuos, dieta, etc.

5.2.4 OdV F.3: Régimen hidrológicamente no alterado

Introducción:

La variabilidad interanual, estacional e incluso diaria en el caudal de un río, se denomina régimen hidrológico o régimen de caudales. La estructura física del ecosistema fluvial cambia en tamaño y complejidad, como respuesta a la hidrología de la cuenca, que determina el régimen de caudales. A su vez, la comunidad biológica tendrá una respuesta a esta estructura física. En este sentido, el rango de variación intra- e inter-anual del régimen, con sus características asociadas de estacionalidad, duración, frecuencia y tasa de cambio, es crítico para sustentar la biodiversidad natural y la integridad de los ecosistemas acuáticos (Poff *et al.*, 1997). La regulación de caudales, el aprovechamiento hidroeléctrico y la toma de agua para aprovechamiento agrícola, implican la modificación del régimen de caudales que circula de forma natural por el cauce (Elosegi *et al.*, 2009). La pérdida de la variabilidad natural del flujo y el manejo del río, manteniendo caudales mínimos conducen, frecuentemente, a la pérdida extensiva de especies nativas y a la expansión de las exóticas. Dado que el régimen hidrológico

es fundamental a la hora de estructurar los ecosistemas fluviales y modelar sus comunidades y su funcionamiento, se considera que éste es un OdV relevante en la planificación.

Tabla resumen:

Tabla 69. Resumen OdV F.3

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
F.3	Régimen hidrológicamente no alterado	Existencia de tramos de ríos con régimen hidrológico con bajo grado de alteración	Físicos: Datos derivados del análisis de los tramos basado en imágenes aéreas de <i>Google Earth</i>	<i>Proxy</i>

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

El mejor modo para cuantificar este OdV sería haciendo una comparación entre el régimen de caudal natural y el régimen actual. Al no disponer de estos datos, se decidió considerar como indicador, para valorar este OdV, la presencia de estructuras que alteren el régimen de caudales, es decir, tomas de agua de cualquier tipo (ya sea para aprovechamiento agrícola o centrales de pasada) y represas con función hidroeléctrica (ya que estas estructuras tienen el objetivo primario de permitir la generación de energía en las horas del día con más demanda, generando lo que comúnmente se denomina *hydropeaking*).

Operativamente, se ocupan las columnas del fichero que se refieren al número de embalses, y al número de bocatomas. Esta información deriva directamente del fichero derivado del análisis de los tramos basado en imágenes aéreas. El OdV F.3 se considera presente si, a escala de tramo, no hay presencia de bocatomas, reservorios, u otras desviaciones. También, para considerar la cuenca hidrográfica aguas arriba y la propagación de efectos de obras, el OdV F.3 se identifica en el tramo si, a escala de cuenca aguas arriba, no hay presencia de más de una bocatoma, otras desviaciones o reservorios, por 100 km de longitud de la red hidrográfica aguas arriba del tramo.

Operativamente, se calculan en cada tramo dos parámetros, X e Y. Para el OdV F3, X representa las condiciones de atribución del OdV considerando el tramo mismo, mientras que Y representa las condiciones de atribución del OdV considerando la propagación del OdV mismo hacia aguas arriba. Se atribuye el OdV F3 a un tramo solo si X es menor que 1 y si también Y es menor que 1.

En particular, X depende de la presencia de bocatomas o de reservorios a escala de tramo, y se identifica como:

$$X = (A * \alpha) + (B * \beta)$$

Siendo:

A: número de bocatomas a escala de tramo (información del fichero)

B: número de reservorios a escala de tramo (información del fichero)
 α : peso que se atribuye a las bocatomas en la definición del OdV F3 = 1
 β : peso que se atribuye a los reservorios en la definición del OdV F3 = 1

Para considerar también la presencia de bocatomas y reservorios en la cuenca aguas arriba de cada tramo, se considera Y como:

$$Y = [((a * \alpha) + (b * \beta)) / K] * 100$$

Siendo:

a: número de bocatomas a escala de cuenca aguas arriba (información del fichero)
b: número de reservorios a escala de cuenca aguas arriba (información del fichero)
 α : peso que se atribuye a las bocatomas en la definición del OdV F3 = 1
 β : peso que se atribuye a los reservorios en la definición del OdV F3 = 1
K: Longitud de la red hidrográfica aguas arriba (en Km, información procedente directamente del fichero)

Ya que en este estudio no se pudo determinar la importancia relativa de las bocatomas o de los reservorios en determinar un efecto sobre el régimen hidrológico, en las ecuaciones de X e Y, se atribuyen valores de 1 a ambos pesos, α y β .

Luego de identificar el OdV F.3 a nivel de tramo, este se representa a nivel de SSC, para ello se emplean tres categorías de presencia relativa (baja, media y alta), según sea el porcentaje de tramos de la SSC donde se reconoce que el OdV está presente. Los rangos de estas categorías se determinan a partir de la distribución de los valores que adquiere el porcentaje de tramos de la SSC con presencia del OdV F.3, en cada una de las SSC de la cuenca. Luego, los terciles de la distribución corresponden a los límites de dichos rangos.

Resultados:

Tabla 70. resumen de los valores⁹³ y observaciones por categoría - OdV F.3

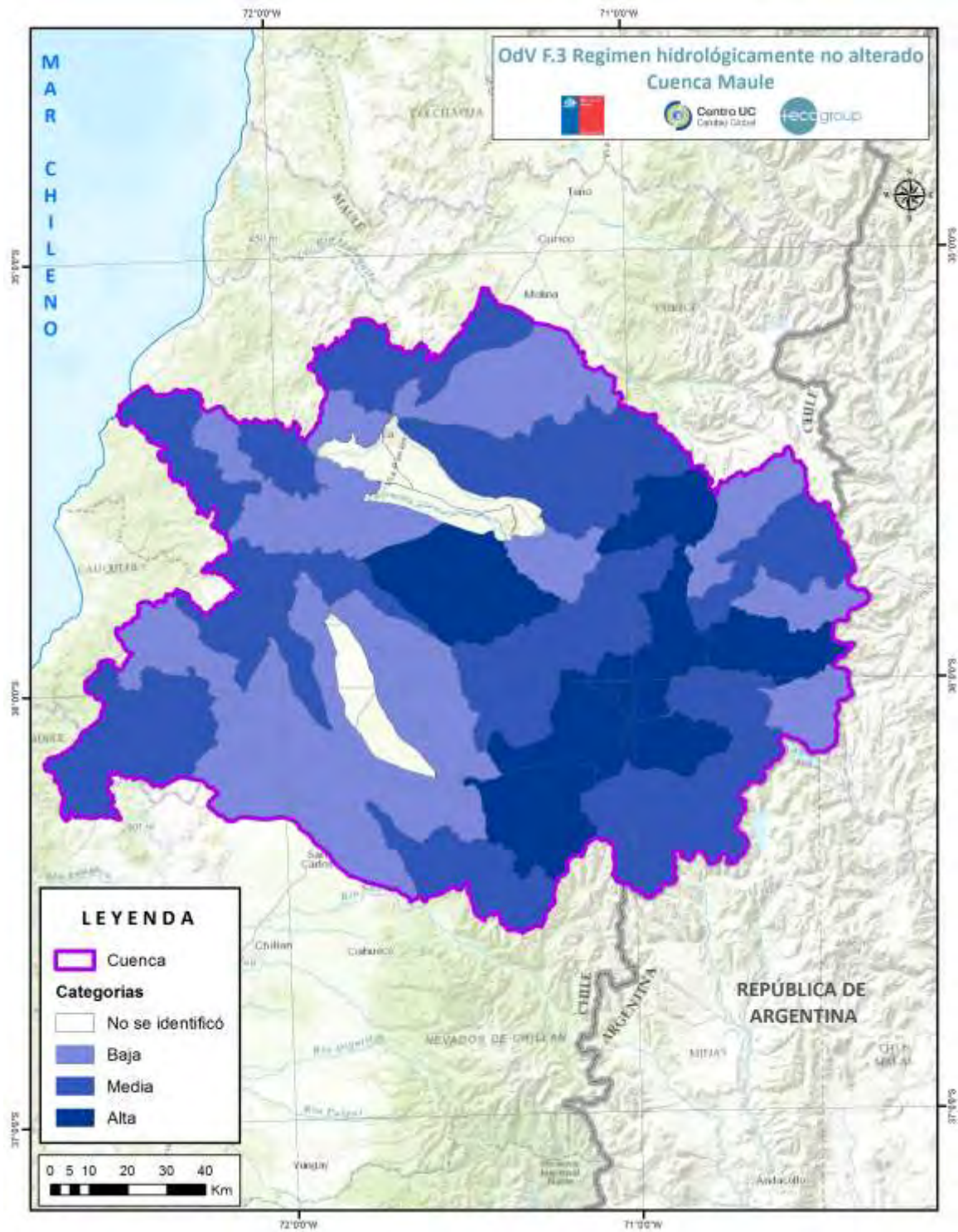
Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral categorías (Número de SSC)			
				No se identifica	Baja	Media	Alta
Maule	0	54	19	0 (4)	1 (33)	10 (26)	26 (5)
Biobío	0	73	20	0 (3)	1 (32)	11 (23)	26 (16)
Toltén	0	35	15	0 (0)	1 (5)	7 (13)	19 (12)

Fuente: elaboración propia

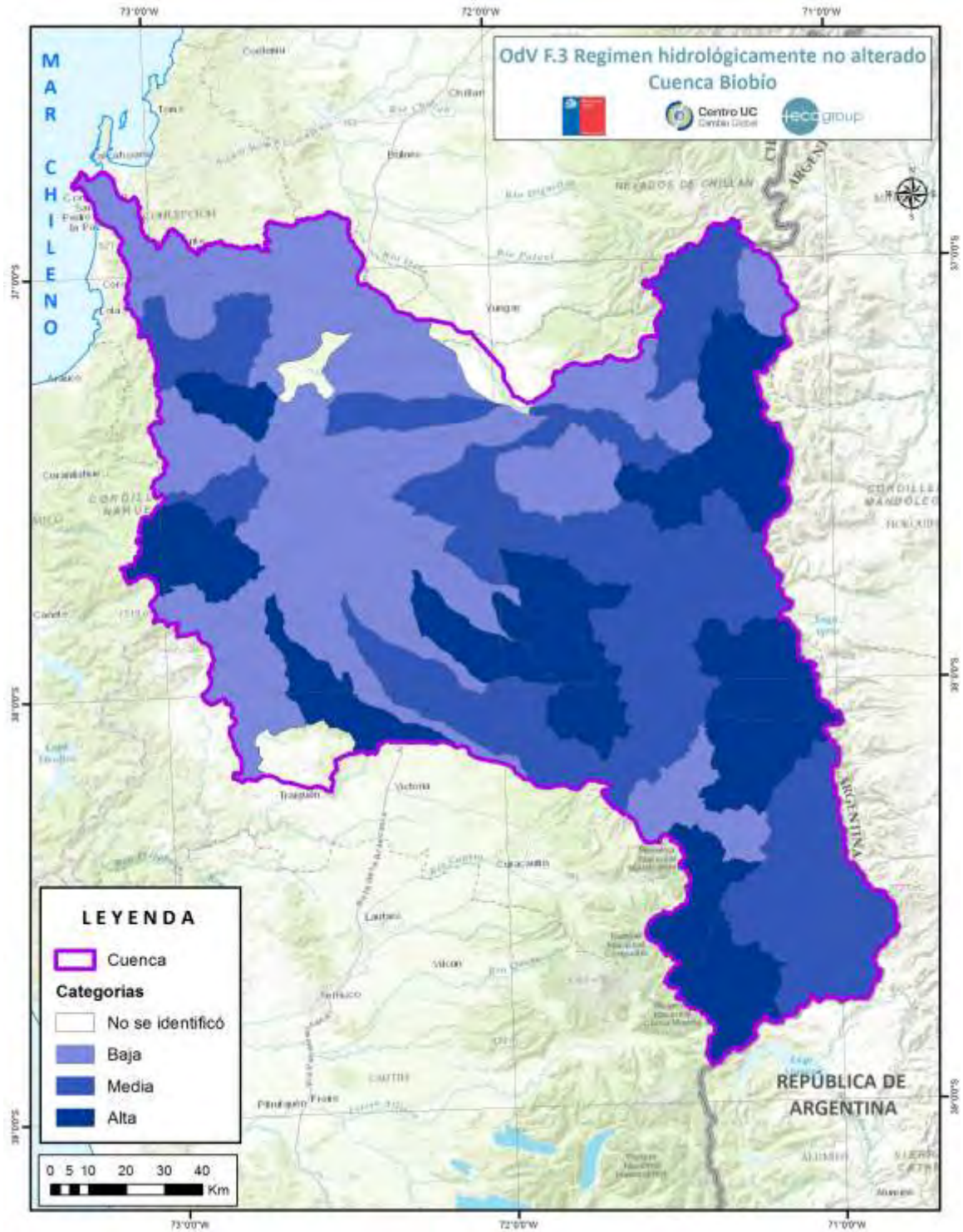
^{93 93} Los números sin paréntesis, representan %

En las siguientes figuras se presenta el OdV F.3 a escala de sub-subcuenca.

a)



b)



c)

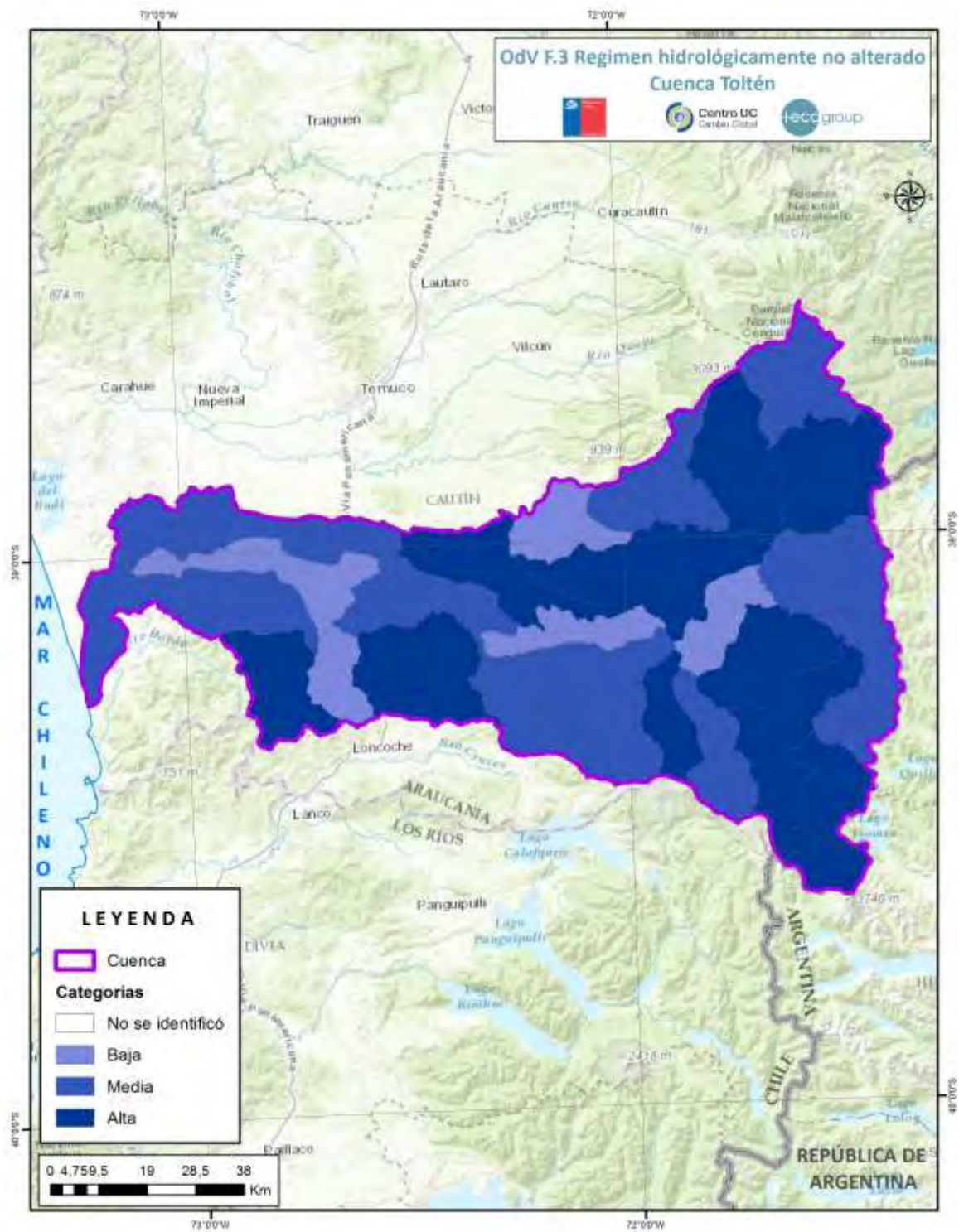


Figura 112. F3: Régimen hidrológicamente no alterado: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Toltén.

Fuente: elaboración propia.

Análisis:

Los resultados evidencian que el Toltén es la cuenca con presencia relativamente mayor de sub-subcuencas con alta presencia de tramos con el OdV F3. Esto se debe a la menor presencia de obras (bocatomas y reservorios), que se consideran como proxy de estructuras que puedan tener un efecto sobre el régimen hidrológico natural de un sistema fluvial. En este sentido, los resultados del OdV F3 evidencian que en algunas sub-subcuencas del Maule y Biobío no se pudo identificar la presencia del OdV F3, debido a que el número de infraestructuras con efecto hidrológico sobrepasa el umbral establecido en este estudio. Cabe destacar que, al no distinguir con un peso relativo distinto los varios tipos de obras que contribuyen a definir el ODV (bocatomas y reservorios), los tramos con varias obras pequeñas son penalizados si son comparados con tramos con pocas obras grandes. Esto puede explicar porque algunas sub-subcuencas del Biobío donde se localizan grandes obras aparecen con régimen poco alterado. Además, hay que considerar que algunas sub-subcuencas son más grandes que otras, así que el número de tramos por sub-subcuenca no es homogéneo. Esto puede generar el caso de que grandes obras con reservorio puedan afectar más una sub-subcuenca pequeña que una sub-subcuenca grande. En las figuras de los resultados se puede notar como aguas abajo de sub-subcuencas donde no se identificó el OdV pueden tener el OdV en categoría baja o media, y esto depende del hecho que se considera también la propagación aguas debajo de este OdV. Por esta razón, si la sub-subcuenca donde no se identificó el OdV desemboca en una cuenca más grande con OdV en categoría alta, el OdV vuelve a aparecer presente. Para futuras aplicaciones se sugiere utilizar una base de datos actualizada, y sobretodo distinguir entre bocatomas con fin agrícola y de producción hidroeléctrica, verificando también la dimensión y el estado de funcionamiento de las obras. Además, se podrían incorporar métodos más sofisticados para considerar separadamente obras grandes y pequeñas, y obras con distinto tipo de operación. Conceptualmente, para evitar basar el OdV F3 en proxies, se debería cuantificar este OdV, haciendo una comparación entre el régimen de caudales natural (procedente de una modelación hidrológica, por ejemplo) y el régimen actual (serie de datos de caudales registrados en terreno en series históricas suficientemente largas). Ya que estos datos no están disponibles a escala de tramo, este acercamiento numérico sería más adecuado para una aplicación a escala de sub-subcuenca.

5.2.5 OdV F.4: Régimen de sedimentos no alterado

Introducción:

La funcionalidad hidromorfológica de un sistema fluvial se basa en un delicado equilibrio dinámico entre variables hidrológicas (caudal líquido), caudales sólidos, y geometría del tramo fluvial (básicamente pendiente, ancho, y granulometría). Los caudales sólidos son de fundamental importancia para la evolución morfodinámica de los tramos, y una interrupción de la transferencia de sólidos hacia aguas abajo, puede repercutir de forma abrupta en la evolución morfológica de los ríos. Dado que el régimen de sedimentos es fundamental a la hora de estructurar los ecosistemas fluviales y modelar sus comunidades y su funcionamiento (Wohl *et al.*, 2015), este OdV debe ser considerado en la planificación. El principal efecto de la interrupción de los flujos de sedimentos es la incisión vertical de las secciones transversales, que produce pérdida de hábitats fluviales, incremento de la granulometría de sedimentos del lecho, pero también la baja de las napas freáticas en las fajas ribereñas y el potencial colapso de obras antrópicas dentro de los cauces (Rinaldi y Surian, 2003). Las obras que pueden influenciar el libre pasaje de sedimentos aguas abajo son principalmente los grandes embalses. También, intervenciones puntuales, tal como son las extracciones de áridos pueden generar déficit de sedimentos aguas arriba, en detrimento del régimen de sedimentos local y aguas abajo.

Tabla resumen:

Tabla 71. Resumen OdV F.4

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
F.4	Régimen de sedimentos no alterado	Existencia de tramos de ríos con régimen de sedimentos con bajo grado de alteración	Físicos: Datos derivados del análisis de los tramos basado en imágenes aéreas de <i>Google Earth</i>	<i>Proxy</i>

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

En Chile son muy escasos los datos de arrastre de sedimentos en los ríos, siendo estos confinados a experiencias académicas puntuales o estudios experimentales, y faltando una base de datos de este tipo en instituciones públicas como DOH o DGA. Faltando esta información, se decidió considerar como indicador para valorar este OdV, la presencia de estructuras que alteren el régimen de caudales sólidos, es decir, represas con embalses e intervenciones puntuales en los cauces, tal como la extracción de áridos.

Operativamente, el parámetro que determina la clase de presencia de este OdV a escala de tramo es el número de embalses y el número de extracciones de áridos a nivel de tramo. Esta información deriva directamente del fichero derivado del análisis de los tramos basado en imágenes aéreas. El OdV F.4 se identifica si, a escala de tramo, no hay presencia de reservorios u faenas de extracción de áridos identificadas en *Google Earth*. También, para considerar la cuenca hidrográfica aguas arriba y la propagación de efectos de obras, el OdV F.4 se identifica

en el tramo si, a escala de la cuenca aguas arriba, no hay presencia de más de 1 reservorio u extracción de árido, por 100 km de longitud de la red hidrográfica aguas arriba del tramo.

Bajo un punto de vista operativo, hay que trabajar con los valores de número de reservorios y número de extracción de áridos a escala de tramo, que se encuentran en el fichero. También, hay que ocupar la información acerca del número de reservorios y número de extracción de áridos en todos los tramos aguas arriba, y esta información se encuentra también tabulada en el fichero. Se atribuye el OdV F4 a un tramo solo si se cumplen dos condiciones al mismo tiempo, que X sea inferior a 1, y también Y sea inferior a 1. Para el OdV F4, X representa las condiciones de atribución del OdV considerando el tramo mismo, mientras que Y representa las condiciones de atribución del OdV considerando la propagación del OdV mismo hacia aguas arriba.

El parámetro X depende de la presencia de reservorios y extracciones de árido a escala de tramo, y se identifica como:

$$X = (A * \alpha) + (B * \beta)$$

Siendo:

A: número de reservorios a escala de tramo (información procedente directamente del fichero)

B: número de extracciones de árido a escala de tramo (información procedente directamente del fichero)

α : peso que se atribuye a los reservorios en la definición del OdV F4 = 1

β : peso que se atribuye a las extracciones de árido en la definición del OdV F4 = 1

Para considerar también la cuenca aguas arriba de cada tramo, se define Y como de:

$$Y = [(a * \alpha) + (b * \beta)] / K * 100$$

Siendo:

a: número de reservorios a escala de cuenca aguas arriba (información procedente directamente del fichero)

b: número de extracciones de árido a escala de cuenca aguas arriba (información procedente directamente del fichero)

α : peso que se atribuye a los reservorios en la definición del OdV F4 = 1

β : peso que se atribuye a las extracciones de árido en la definición del OdV F4 = 1

K: Longitud de la red hidrográfica aguas arriba (en Km; información procedente directamente del fichero)

Ya que en este estudio no se pudo determinar la importancia relativa de los reservorios o de las extracciones de árido en determinar un efecto sobre el régimen de sedimentos, en este ejercicio se atribuyen valores de 1 a α y β .

Luego de identificar el OdV F.4 a nivel de tramo, este se representa a nivel de SSC, para ello se emplean tres categorías de presencia relativa (baja, media y alta), según sea el porcentaje de tramos de la SSC donde se reconoce que el OdV está presente. Los rangos de estas categorías se determinan a partir de la distribución de los valores que adquiere el porcentaje de tramos de la

SSC con presencia del OdV F.4, en cada una de las SSC de la cuenca. Luego, los terciles de la distribución corresponden a los límites de dichos rangos.

Resultados:

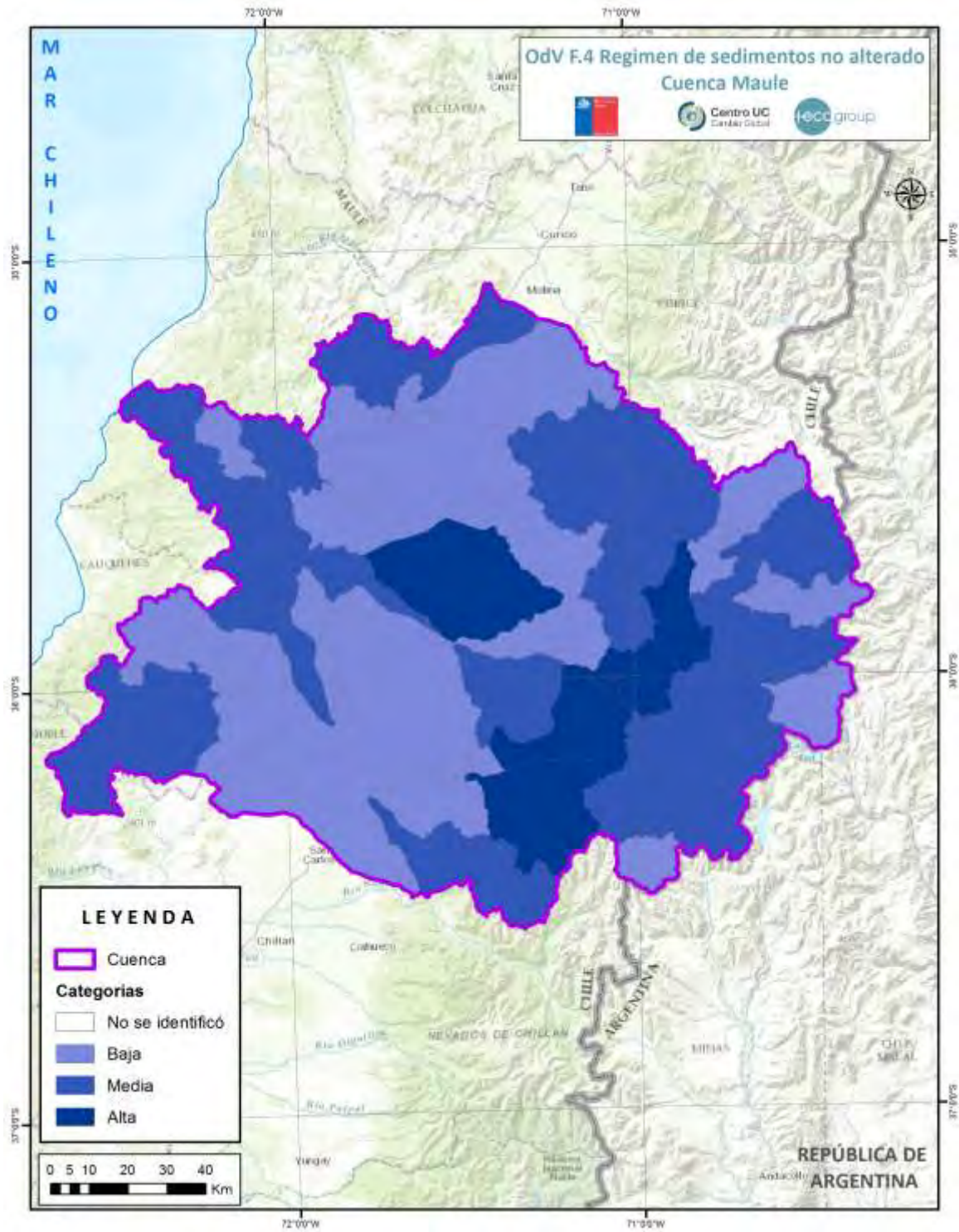
Tabla 72. resumen de los valores y observaciones por categoría - OdV F.4

Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral categorías (Número de SSC)			
				No se identifica	Baja	Media	Alta
Maule	0	55	25	0 (0)	1 (33)	13 (26)	32 (5)
Biobío	0	76	17	0 (0)	2 (32)	13 (23)	25 (16)
Toltén	0	35	13	0 (0)	1 (5)	7 (13)	19 (12)

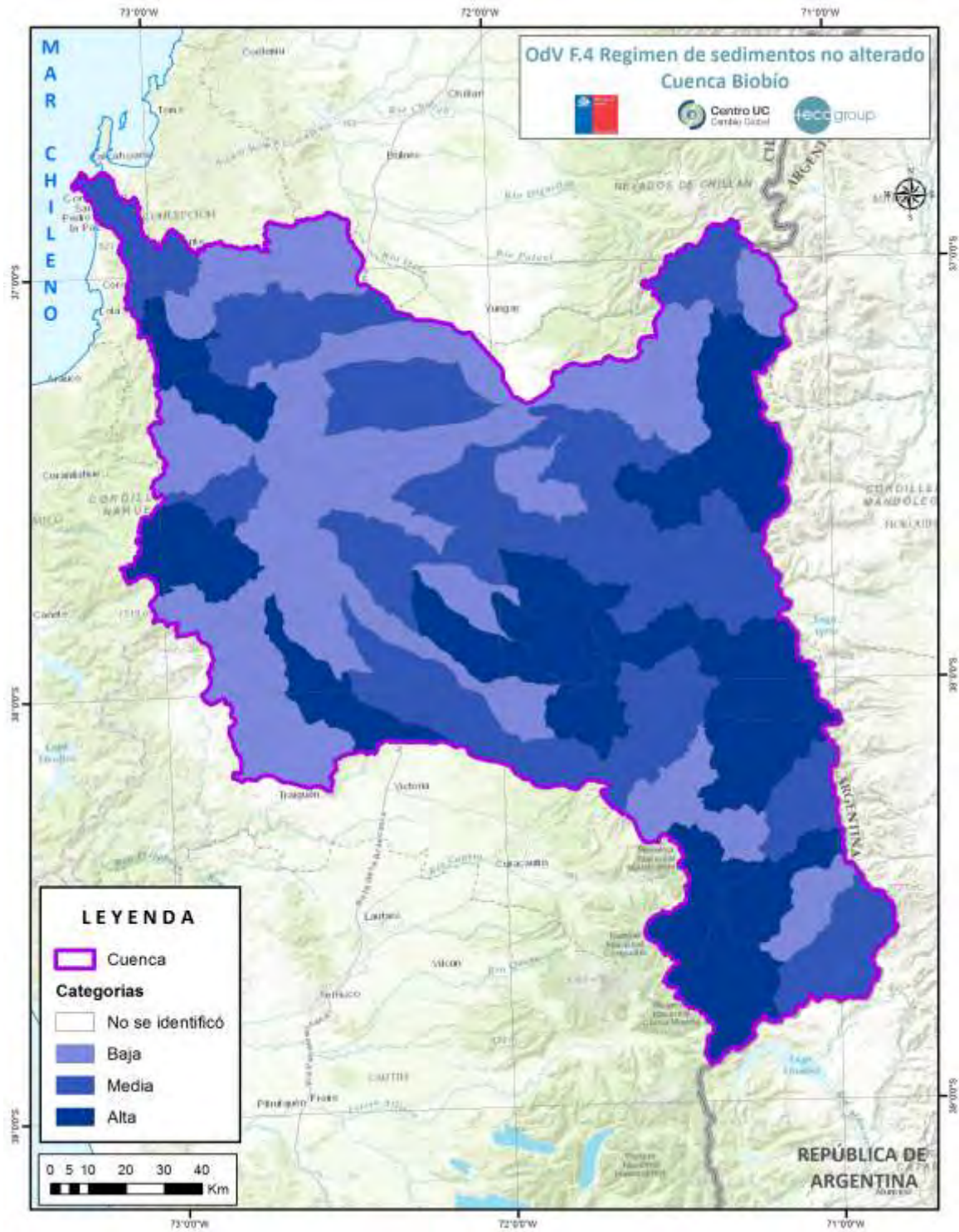
Fuente: elaboración propia.

En las siguientes figuras se identifica el OdV F.4 a escala de sub-subcuenca.

a)



b)



c)

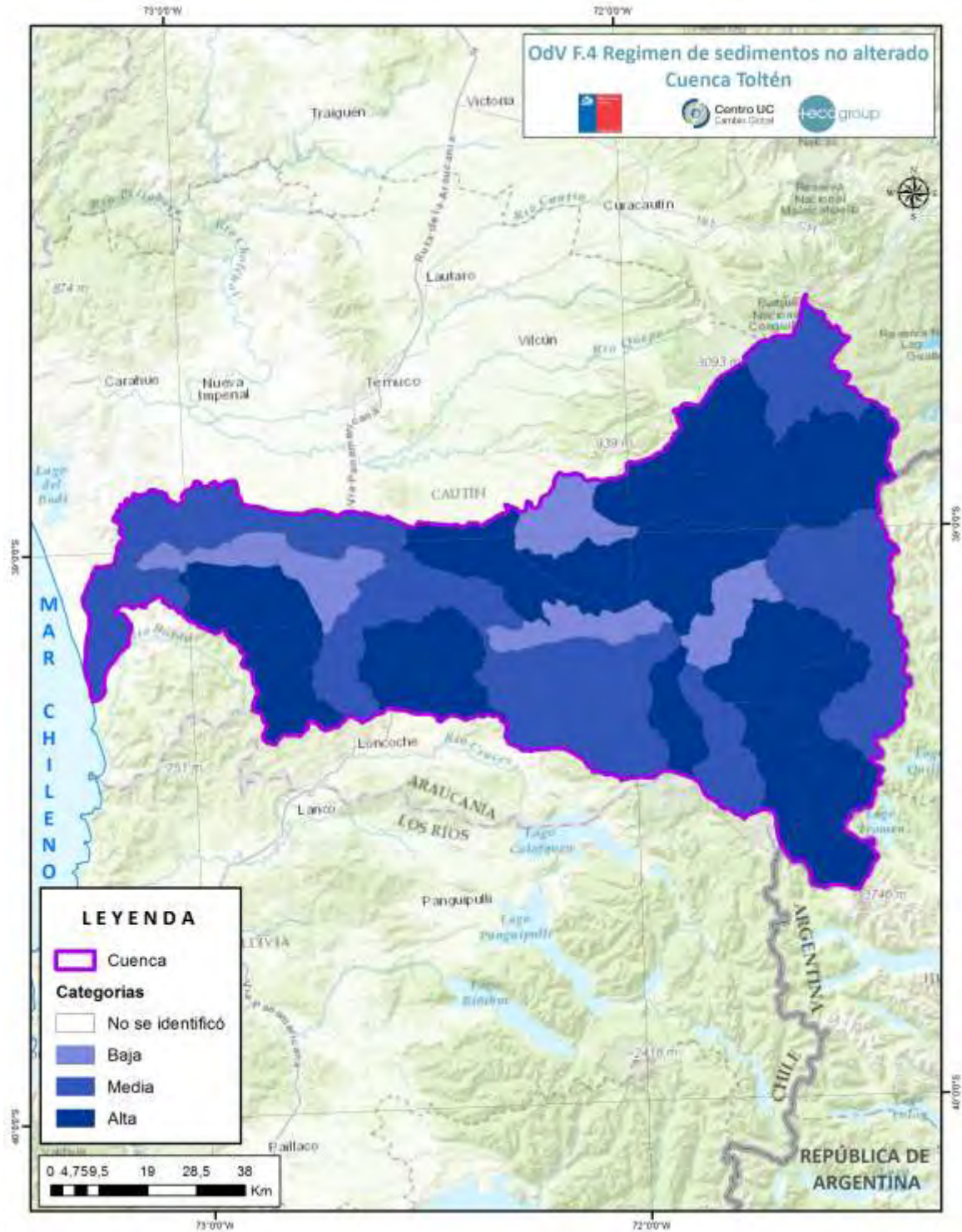


Figura 113. F.5: Régimen de sedimentos no alterado: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Tolten.

Fuente: elaboración propia.

Análisis:

Los resultados muestran que en general las sub-subcuencas de las tres cuencas de estudio presentan buenas condiciones de régimen de sedimentos, ya que no hay ninguna sub-subcuenca donde no se haya identificado este OdV. La cuenca del Toltén es la que presenta mayor número de sub-subcuencas con presencia alta del OdV F4, seguido por el Biobío y luego Maule. En términos generales, las extracciones de árido son las actividades que reducen más este OdV, puesto que los reservorios son mucho menos numerosos. Concretamente, se identificaron a través del análisis de fotos aéreas, 57 extracciones de árido en Maule, 12 en Biobío, y 27 en Toltén. Cabe destacar que, similarmente que en el OdV anterior, las variables consideradas para la identificación de los tramos con poca presencia de OdV tienen el mismo peso. En otras palabras, ya que todavía no se pudo establecer una importancia relativa de la extracción de áridos y de los reservorios en el régimen de sedimentos, las dos variables tienen el mismo rol en la definición del OdV. Esto resulta en que tramos con una extracción de árido contribuyan cuanto un tramo con reservorio en este OdV, y ayuda a explicar porque sub-subcuencas con presencia de reservorios grandes (por ejemplo, en Biobío), no aparezcan penalizadas en este ejercicio. También, ya que la metodología utiliza un umbral de una obra para identificar tramos sin OdV, varias obras muy cercanas no penalizan más un tramo (aunque si penalicen más los tramos aguas abajo ya que hay la componente de propagación del OdV que considera en si el número absoluto de obras y no el número de obras por tramo). Este límite de la metodología se podría superar en futuros ejercicios, ocupando información acerca del tipo de operación de los reservorios, presencia de compuertas bajas, operaciones de *flushing* (o limpieza) de los reservorios, y tipo y tamaño de sedimentos atrapados en los reservorios. Para algunos reservorios podría haber información disponible acerca de la sedimentación en él, lo que se podría ocupar para ayudar a definir un valor del parámetro en el OdV F4. Para futuras aplicaciones se sugiere también utilizar una base de datos actualizada de obras, y sobre todo de crear una base de datos de número, localización y volúmenes concedidos a las faenas de extracciones de áridos. Conceptualmente, para evitar basar el OdV F4 en proxies, se debería cuantificar el volumen de sedimentos atrapados en los reservorios, el volumen de sedimentos extraídos de los tramos, y compararlo con el balance de sedimentos a escala de cuenca, lo que debería considerar pérdida de suelo a escala de vertiente, erosión/deposición en la red hidrográfica, y conectividad de las fuentes de sedimentos, para cerrar un balance de sedimentos a escala de cuenca.

5.2.6 OdV F.5: Sistemas fluviales con conectividad longitudinal a nivel de cauce

Introducción:

Los ecosistemas fluviales se organizan en tres dimensiones espaciales: la longitudinal, la lateral y la vertical. Cuando se hace referencia a los sistemas fluviales a escala de cuenca vertiente, la dimensión longitudinal es la que tiene mayor importancia en su funcionamiento, pues a lo largo

de ella se mantiene la continuidad de los flujos, se disipa la energía potencial desde las partes más altas de la cuenca hasta las más bajas y se organizan las comunidades biológicas, atendiendo a los gradientes de los factores físicos que determinan su hábitat. Los ríos en buen estado ecológico mantienen la continuidad de los flujos de materia y energía aguas abajo y los gradientes de los factores físicos. Con mucha frecuencia esta continuidad longitudinal de los flujos y de la organización y heterogeneidad física de las formas del lecho y la formación de meandros, se ven alteradas por diferentes actuaciones humanas (Fryirs *et al.*, 2007). Las estructuras transversales para el almacenamiento o derivación de las aguas del cauce suponen una barrera física para el mantenimiento de la continuidad de los caudales circulantes y el transporte de los sedimentos, pero también impiden o dificultan los movimientos migratorios de muchas especies hiticas, la dispersión de las semillas, el traslado de materia orgánica, etc. (Vannotte *et al.*, 1980; Corenblit *et al.*, 2014).

Tabla resumen:

Tabla 73. Resumen OdV F.5

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
F.5	Sistemas fluviales con conectividad longitudinal a nivel de cauce	Existencia de tramos de ríos con conectividad longitudinal con bajo grado de alteración	Físicos: Datos derivados del análisis de los tramos basado en imágenes aéreas de <i>Google Earth</i>	<i>Proxy</i>

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Bajo un punto de vista conceptual, se puede considerar que la conectividad longitudinal es interrumpida por la presencia de obras transversales en el cauce. Por esta razón, el OdV F5 se determina considerando como indicador, la presencia de estructuras que alteren la conectividad longitudinal a nivel de red hidrográfica, tales como reservorios y centrales de pasada, bocatomas, desviaciones de agua y otras obras transversales, así como la presencia de tramos canalizados. Estas obras se identificaron a escala de tramo a través, del análisis en las fotos aéreas. El número de estas obras transversales se encuentran tabuladas. Bajo un punto de vista operativo, se trabaja con los valores de número de reservorios y centrales de pasada, bocatomas, desviaciones de agua y otras obras transversales, y presencia de tramos canalizados a escala de tramo. También, se ocupa la información acerca del número de reservorios y centrales de pasada, bocatomas, desviaciones de agua y otras obras transversales, y presencia de tramos canalizados en todos los tramos aguas arriba, información que también fue tabulada.

Se atribuye el OdV F5 a un tramo solo si se cumplen dos condiciones al mismo tiempo, que X sea inferior a 1, y también Y sea inferior a 1.

En donde X representa las condiciones de atribución del OdV F.5 considerando el tramo mismo, e Y representa las condiciones de atribución del OdV F.5 considerando la propagación del OdV mismo, es decir, tomando en cuenta la cuenca aguas arriba. En particular, X se define:

$$X = (A * \alpha) + (B * \beta) + (C * \gamma)$$

Siendo:

A: número de reservorios y centrales de pasada a escala de tramo (información procedente directamente del fichero)

B: número de bocatomas, desviaciones de agua y otras obras transversales a escala de tramo (información procedente directamente del fichero)

C: presencia de tramos canalizados (información procedente directamente del fichero)

α : peso que se atribuye a los reservorios y centrales de pasada en la definición del OdV F5 = 1

β : peso que se atribuye a bocatomas, desviaciones de agua y otras obras transversales en la definición del OdV F5 = 1

γ : peso que se atribuye a la presencia de tramos canalizados en la definición del OdV F5 =1

Para considerar también la cuenca aguas arriba de cada tramo, se considera Y como:

$$Y = [(a * \alpha) + (b * \beta) + (C * \gamma)] / K * 100$$

Siendo:

a: número de reservorios y centrales de pasada a escala de cuenca aguas arriba (información procedente directamente del fichero)

b: número de bocatomas, desviaciones de agua y otras obras transversales a escala de cuenca aguas arriba (información procedente directamente del fichero)

c: presencia de tramos canalizados a escala de cuenca aguas arriba (información procedente directamente del fichero)

α : peso que se atribuye a los reservorios y centrales de pasada en la definición del OdV F5 = 1

β : peso que se atribuye a bocatomas, desviaciones de agua y otras obras transversales en la definición del OdV F5 = 1

γ : peso que se atribuye a la presencia de tramos canalizados en la definición del OdV F5 = 1

K: Longitud de la red hidrográfica aguas arriba (en Km, información procedente directamente del fichero)

Ya que en este estudio no se pudo determinar la importancia relativa de los reservorios, bocatomas, desviaciones de agua, o tramos canalizados para estimar un efecto sobre la conectividad longitudinal, en este ejercicio se atribuyen valores de 1 a α , β , y γ .

Luego de identificar el OdV F.5 a nivel de tramo, este se representa a nivel de SSC, para ello se emplean tres categorías de presencia relativa (baja, media y alta), según sea el porcentaje de tramos de la SSC donde se reconoce que el OdV está presente. Los rangos de estas categorías se determinan a partir de la distribución de los valores que adquiere el porcentaje de tramos de la

SSC con presencia del OdV F.5, en cada una de las SSC de la cuenca. Luego, los terciles de la distribución corresponden a los límites de dichos rangos

Resultados:

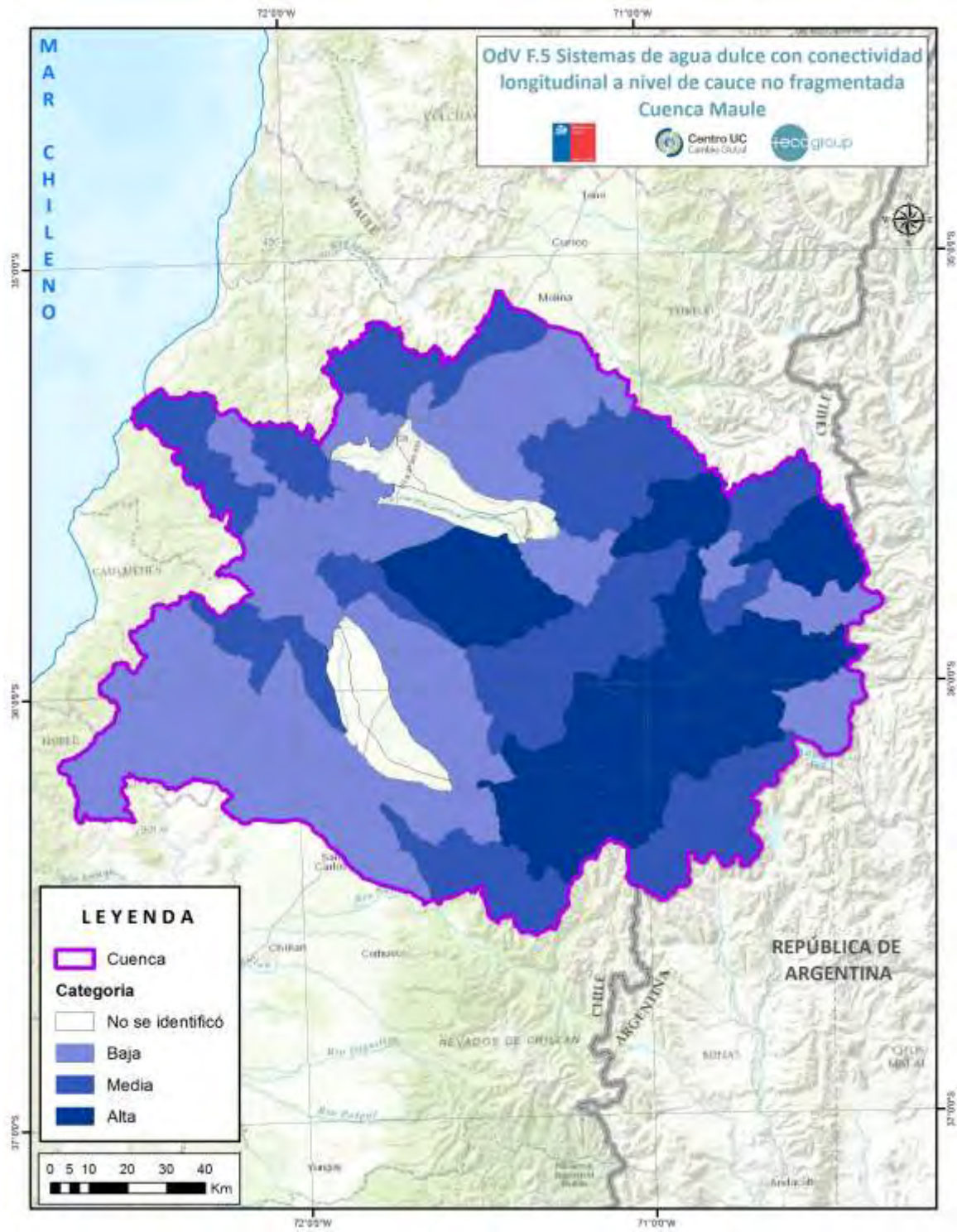
Tabla 74. resumen de los valores y observaciones por categoría - OdV F.5

Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral categorías (Número de SSC)			
				No se identifica	Baja	Media	Alta
Maule	0	49	17	0 (5)	1 (27)	8 (21)	22 (11)
Biobío	0	62	24	0 (8)	1 (37)	11 (24)	32 (2)
Toltén	0	35	18	0 (0)	1 (16)	13 (11)	23 (3)

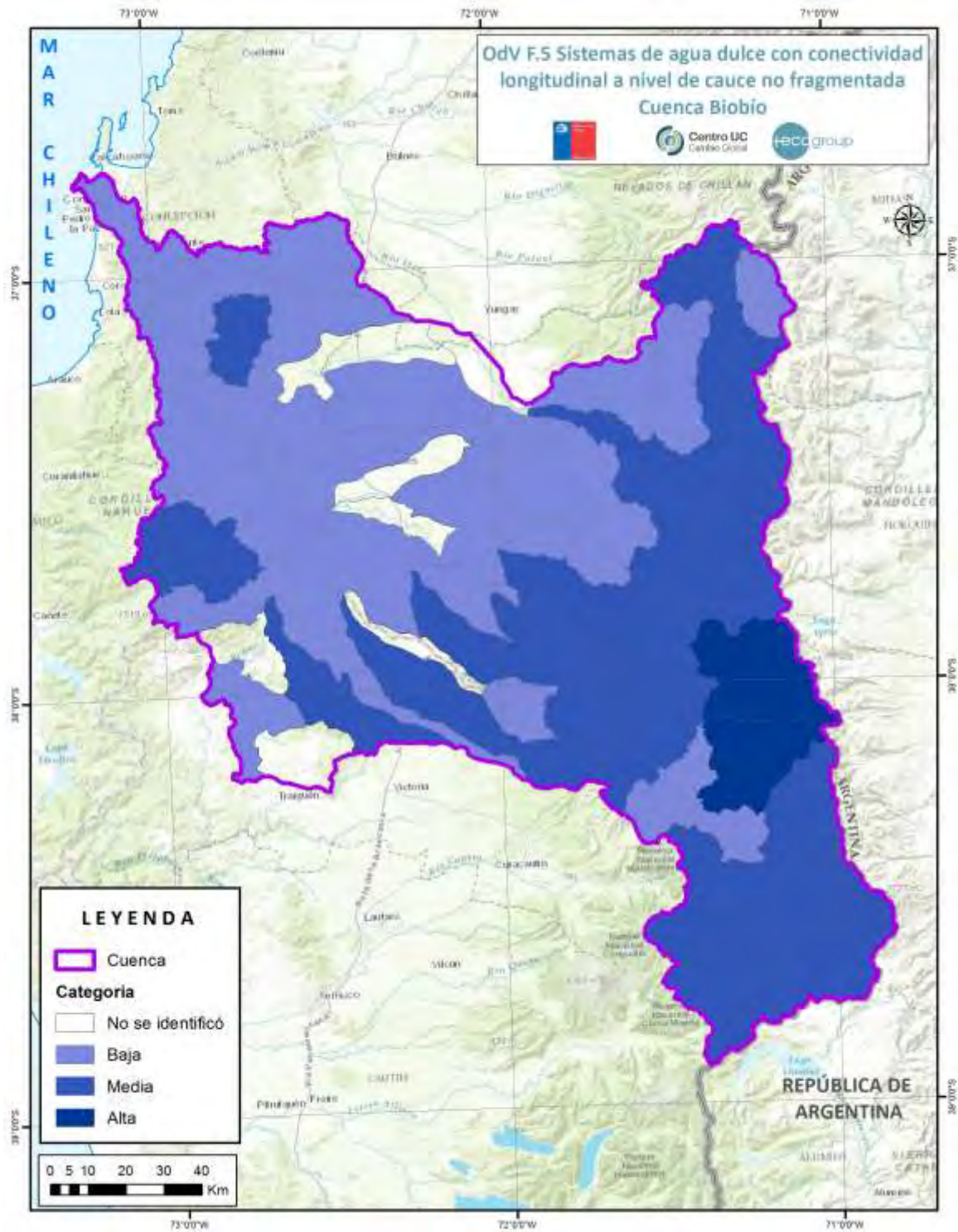
Fuente: elaboración propia.

En las siguientes figuras se identifica el OdV F.5 a escala de sub-subcuenca.

a)



b)



c)

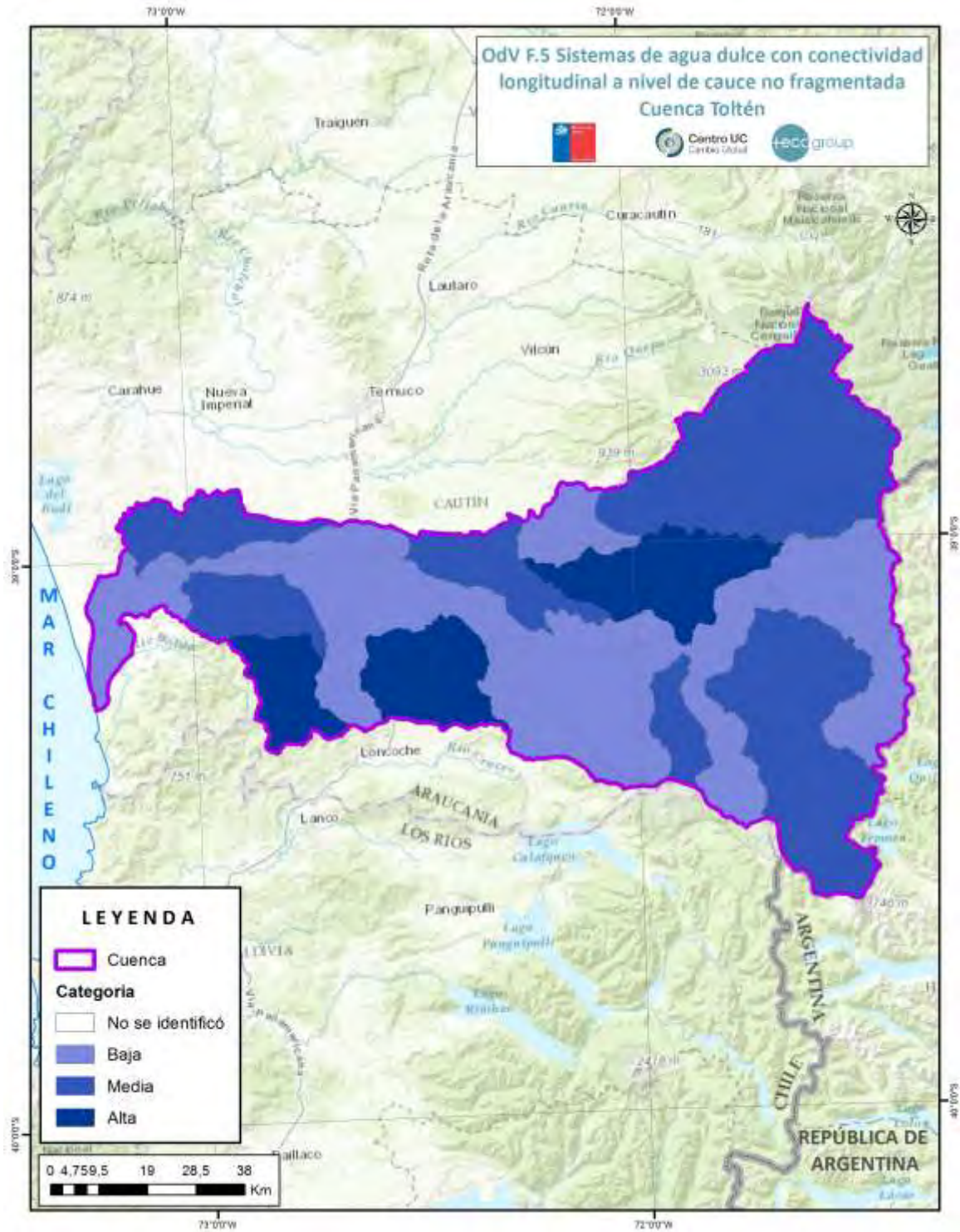


Figura 114. F.5: Sistemas fluviales con conectividad longitudinal a nivel de cauce: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Toltén.

Fuente: elaboración propia.

Análisis:

Los resultados evidencian que la cuenca del Maule es la que tiene mayor número de sub-subcuencas con alta presencia del OdV de conectividad longitudinal. Sin embargo, presenta también 5 sub-subcuencas donde no se identificó este OdV, y el 40% de sus sub-subcuencas tienen presencia baja de este OdV. Esto se debe, principalmente, al hecho de que las obras transversales que reducen la conectividad longitudinal, se concentran en algunas sub-subcuencas, y de hecho el 17% de las sub-subcuencas del Maule tienen presencia alta del OdV F5. En Biobío, en el 11% de las sub-subcuencas no se pudo identificar este OdV, y en el 52% de las sub-subcuencas este OdV se presenta con nivel bajo. Esto se debe al mayor número de obras hidráulicas transversales que pueden reducir la conectividad. En Toltén, a pesar de que todas las sub-subcuencas tienen este OdV, solo el 10% de estas lo tienen en nivel alto. La localización de presencia relativa del OdV F5 depende de los parámetros ocupados para definir el OdV, y necesariamente de la disponibilidad de datos. Se destaca que para futuras aplicaciones se sugiere utilizar una base de datos actualizada de obras, incluyendo especificaciones de dimensión, estado de conservación, y tipo de operación. Aún más, en el presente estudio se atribuyó la misma importancia relativa a los reservorios, bocatomas, desviaciones de agua, o tramos canalizados en determinar un efecto sobre la conectividad longitudinal (es decir: $\alpha = \beta = \gamma = 1$). Esto se hizo ya que falta evidencia científica acerca de la importancia que pueden tener estas obras en la conectividad, y sobre todo al hecho que en el presente estudio no se pudieron evaluar atributos de altura de obras transversales, que en futuros ejercicios se podrían considerar para atribuir un peso distinto a α , β , y γ . Conceptualmente, para evitar basar el OdV F5 en *proxies*, se debería cuantificar el efecto de las obras hidráulicas en los flujos de nutrientes, oxígeno disuelto, cambios de temperatura del agua, y del flujo.

5.2.7 OdV F.6: Sistemas fluviales con conectividad longitudinal del corredor ripariano

Introducción:

El corredor ripariano corresponde a las zonas de bosque suficientemente anchas y continuas que se desarrollan a lo largo de las corrientes de agua. Los bosques de ribera, además de ser un componente integral de los ríos, tienen gran importancia ecológica y prestan numerosos servicios ecosistémicos. Los componentes estructurales esenciales en las riberas de calidad son: la continuidad longitudinal de la vegetación, la anchura y la composición y estructura de la vegetación de ribera. La continuidad longitudinal es el principal atributo que hace que las riberas sean corredores naturales sustentables (Corenblit *et al.*, 2014). La existencia de bandas continuas de vegetación a lo largo del canal fluvial contribuye al control del movimiento del agua, los nutrientes, los sedimentos y las especies a lo largo del paisaje. En muchas ocasiones las riberas constituyen estrechos cinturones verdes que cruzan zonas urbanas, industriales y

agrícolas, esenciales para mantener las oportunidades de migración de especies forestales de animales y plantas y los flujos genéticos entre poblaciones (Gurnell *et al.*, 2012). Las zonas de ribera presentan zonas alargadas con elevada relación borde/área, lo que las hace muy vulnerables a los impactos humanos.

Tabla resumen:

Tabla 75. Resumen OdV F.6

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
F.6	Sistemas fluviales con conectividad longitudinal del corredor ripariano	Existencia de tramos de ríos con conectividad longitudinal del corredor ripariano intacto o con bajo grado de alteración.	Físicos: Datos derivados del análisis de los tramos basado en imágenes aéreas de <i>Google Earth</i> .	Variable Directa

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Una fragmentación del bosque de ribera dificulta el tránsito de elementos a través del sistema, limitando los servicios ecosistémicos que prestan los ríos. Se decidió considerar como evidencia para valorar este OdV la continuidad de la vegetación en el corredor ripariano.

El OdV F.6 se pudo evaluar a escala de tramo, considerando la existencia de continuidad de la vegetación en el corredor ripariano, tal como se identificaron en *Google Earth*, ya que intervenciones transversales al eje del corredor ripariano suponen un impacto en la continuidad. Se consideran y cuentan las intervenciones, tal como puentes, canoas, sifones, obras viales, y cortes de vegetación ripariana. El OdV F.6 se identifica, a escala de tramo, si hay continuidad de la vegetación ripariana, de por lo menos 75% en ambos lados, y no hay presencia de las intervenciones citadas o de cortes de vegetación ripariana. Para este OdV no se consideran intervenciones en la red hidrográfica aguas arriba, sólo las presentes en el tramo.

Operativamente, se atribuye el OdV F6 a un tramo solo si el valor de X es menor que 1, siendo X calculado como:

$$X = (A * \alpha) + (B * \beta)$$

Siendo:

A: número de puentes, canoas, sifones, obras viales y cortes de vegetación ripariana a escala de tramo (información procedente directamente del fichero a escala de tramo)

B: se considera 0 si hay continuidad de la vegetación ripariana de por lo menos 75% en ambos lados del tramo, y 1 si hay continuidad de la vegetación ripariana menor del 75% en ambos lados del tramo. El porcentaje de continuidad de la vegetación ripariana se encuentra en el fichero Excel a escala de tramo)

α : peso que se atribuye a puentes, canoas, sifones, obras viales y cortes de vegetación ripariana en la definición del OdV F6 = 1

β : peso que se atribuye a la continuidad de la vegetación ripariana en la definición del OdV F6 =1

Faltando evidencias científicas claras acerca del peso relativo que puedan tener las intervenciones (corte de vegetación) y obras (puentes, canoas, sifones, obras viales) en reducir la continuidad del sistema ripariano, en este ejercicio se atribuyen valores de 1 a α y β .

Luego de identificar el OdV F.6 a nivel de tramo, este se representa a nivel de SSC, para ello se emplean tres categorías de presencia relativa (baja, media y alta), según sea el porcentaje de tramos de la SSC donde se reconoce que el OdV está presente. Los rangos de estas categorías se determinan a partir de la distribución de los valores que adquiere el porcentaje de tramos de la SSC con presencia del OdV F.6, en cada una de las SSC de la cuenca. Luego, los terciles de la distribución corresponden a los límites de dicho rango.

Resultados

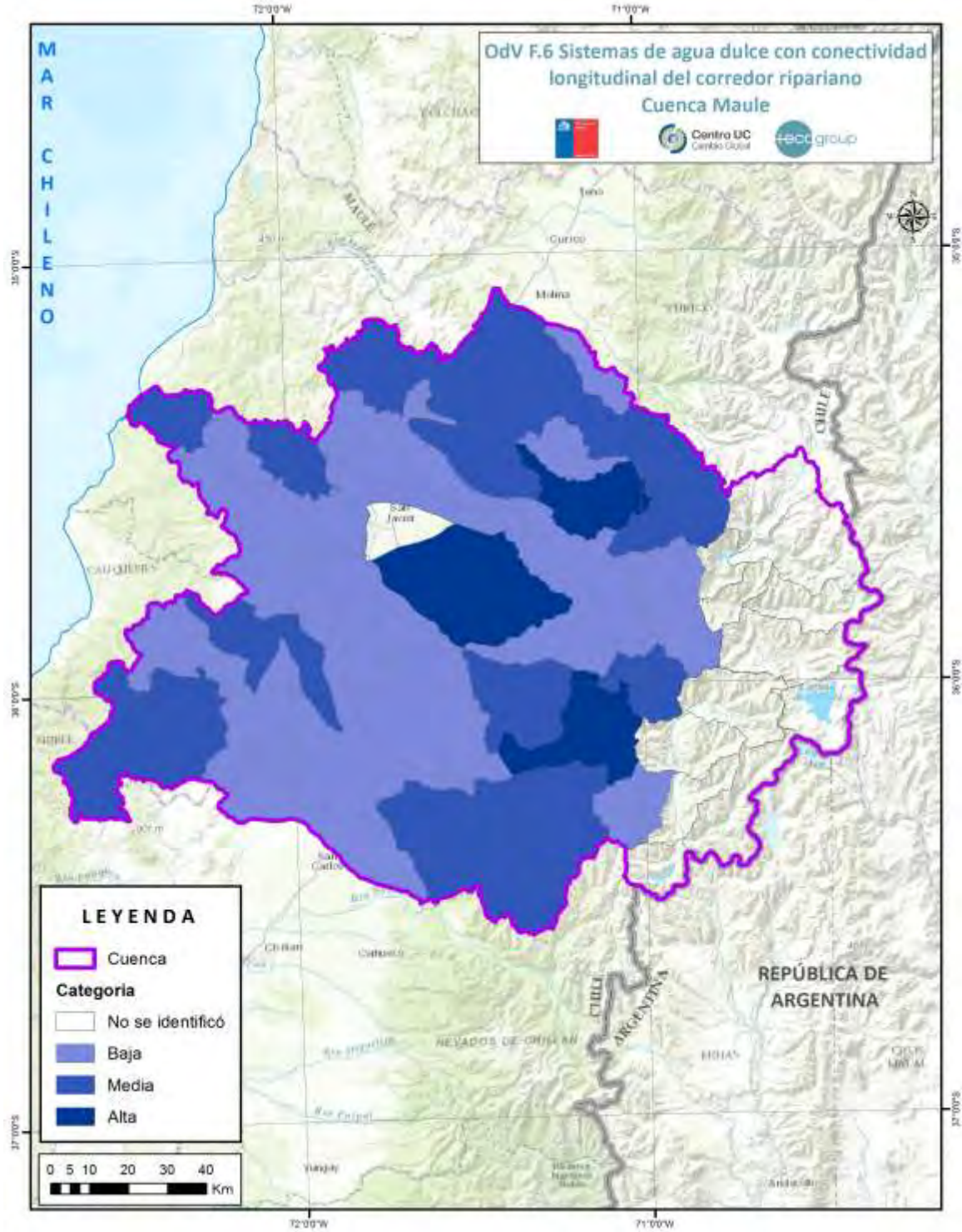
Tabla 76. resumen de los valores y observaciones por categoría - OdV F.6

Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral categorías - % tramos en la SSC con OdV F.6 (Número de SSC)				
				No se identifica	Baja	Media	Alta	
Maule	0	33	15	0 (13)	1 (32)	7 (16)	19 (3)	
Biobío	0	45	18	0 (7)	1 (38)	8 (23)	25 (3)	
Toltén	0	29	11	0 (0)	2 (8)	6 (18)	16 (4)	

Fuente: elaboración propia.

En las siguientes figuras se identifica el OdV F.6 a escala de sub-subcuenca.

a)



c)

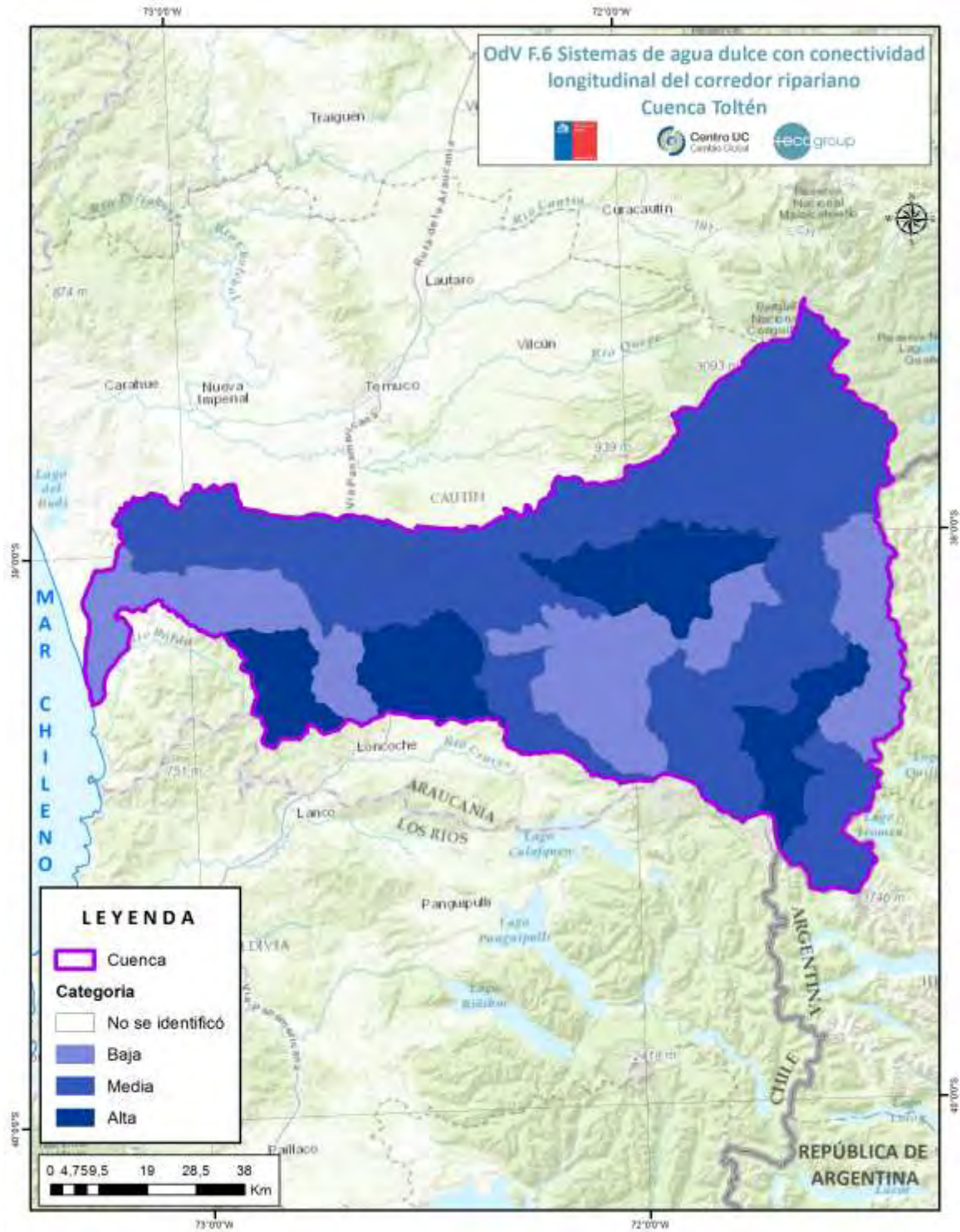


Figura 115. F.6: Sistemas fluviales con conectividad longitudinal del corredor ripariano: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Tolten.

Fuente: elaboración propia.

Análisis:

Los resultados indican que el Toltén es la cuenca con mayor presencia de tramos con el OdV F6. Más específicamente, el 10% de las sub-subcuencas del Toltén tiene presencia muy alta del OdV F6, y el 60% de las sub-subcuencas tiene presencia alta del OdV F6. Esto se debe a la menor presencia de obras y al hecho que la vegetación ribereña está naturalmente más establecida alrededor de la red hidrográfica, si se compara con el Biobío y Maule, que están ubicadas más al Norte. En Maule, en el 20% de las sub-subcuencas no se pudo identificar este OdV, y estas sub-subcuencas se concentran en la porción cordillerana de la cuenca, donde hay menos vegetación ripariana, los tramos son muy confinados y tienen entonces menos espacios laterales para la vegetación ribereña en áreas de pertinencia fluvial. Se reconoce que este puede ser un límite de la metodología adaptada. Aunque se considere que las evidencias recopiladas con el trabajo en *Google Earth* sean adecuadas para identificar este OdV, para futuras aplicaciones se sugiere obtener datos de terreno acerca de la presencia de especies nativas, exóticas, y del estado de desarrollo de la vegetación ribereña.

5.2.8 OdV F.7: Sistemas fluviales con conectividad lateral

Introducción

Los ecosistemas fluviales se estructuran en tres dimensiones espaciales: longitudinal, vertical (flujo hiporréico) y lateral. Esta última dimensión se refiere a las dinámicas existentes entre el cuerpo de agua y los márgenes, principalmente, la llanura de inundación y las riberas. La conectividad lateral se manifiesta, principalmente, durante las crecidas, cuando los caudales circulantes por el canal principal desbordan e inundan los espacios laterales adyacentes, conectando entre sí y con el cauce los distintos tipos de hábitat de las riberas y la llanura de inundación. La conexión lateral generada por las inundaciones varía en magnitud y duración. Además, produce un intercambio de agua, sedimentos, nutrientes y organismos entre el cauce y las riberas, que es esencial para el funcionamiento e integridad de los ecosistemas fluviales. Por ejemplo, el flujo de carbono y nutrientes que llega al cauce durante estos eventos, constituye una fuente de energía de gran importancia para las cadenas tróficas del medio acuático y la productividad del conjunto del sistema (Thoms, 2003; Wohl, 2013). Las aguas del cauce, al desbordarse, disipan su energía cinética y remodelan los sedimentos y la vegetación ribereña existente. Esto produce la renovación de hábitats, el mantenimiento de la heterogeneidad del sustrato y la regeneración natural de la vegetación (García de Jalón, 2013). De hecho, la conectividad hidrológica lateral es uno de los principales factores que controlan los hábitats y los ensamblajes de la comunidad en las llanuras de inundación (Gallardo *et al.*, 2009).

Tabla resumen:

Tabla 77. Resumen OdV F.7

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
F.7	Sistemas fluviales con conectividad lateral no fragmentada	Existencia de tramos de ríos con conectividad lateral intacta o con bajo grado de alteración	Físicos: Datos derivados del análisis de los tramos basado en imágenes aéreas de <i>Google Earth</i>	Proxy

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Dado que no existe en este momento un catastro sistematizado completo de las obras fluviales a nivel nacional (pues son varios los organismos del Estado con competencias en este tipo de obras: DOH, Direcciones Regionales de la DOH, Dirección de Vialidad, etc.), el OdV F.7 se pudo evaluar a escala de tramo, considerando la presencia de obras laterales y presencia de carreteras en la faja de pertinencia fluvial.

El OdV F.7 se evaluó a escala de tramo, considerando la presencia de obras laterales y presencia de carreteras en la faja de pertinencia fluvial, tal como se identificaron en *Google Earth*. Ya que intervenciones longitudinales al eje del cauce suponen un impacto en la continuidad lateral, se consideran y cuentan las intervenciones tal como defensas longitudinales y canalizaciones completas. El OdV F.7 se considera presente si, a escala de tramo, no hay presencia (0) de defensas longitudinales ni canalizaciones completas, o si hay menos de 10% de carretera a largo del río (ambos lados). Este OdV se diferencia del F.5 porque no se considera la conectividad entre tramos, sino la conectividad entre un tramo y su planicie de inundación lateral. Para este OdV no se consideran intervenciones en la red hidrográfica aguas arriba.

Operativamente, se atribuye el OdV F.7 a un tramo solo si X es inferior a 1, en donde X representa las condiciones de atribución del OdV F.7 considerando el tramo. En particular, X se identifica como:

$$X = (A * \alpha) + (B * \beta)$$

Siendo:

A: número de defensas longitudinales y canalizaciones completas a escala de tramo (información procedente directamente del fichero a escala de tramo)

B: se considera 0 si hay presencia de carreteras a largo del río por menos del 10% de la longitud del tramo, y 1 si hay presencia de carreteras a largo del río por más del 10% de la longitud del tramo. El porcentaje de carreteras se calculó a partir del análisis satelital.

α : peso que se atribuye a defensas longitudinales y canalizaciones completas en la definición del OdV F7 = 1β : peso que se atribuye a la presencia de carreteras a largo del río en la definición del OdV F7 = 1

En este estudio se reconoce que la continuidad lateral depende de la presencia de obras antrópicas a lo largo del eje fluvial (muros y canalizaciones), pero también a la presencia de una vegetación ripariana continua.

Faltando evidencias científicas muy clara acerca del peso relativo que puedan tener estas componentes (obras transversales y continuidad de la vegetación) en determinar el OdV F7, en este ejercicio se atribuyen valores de 1 a ambos α y β .

Luego de identificar el OdV F.7 a nivel de tramo, este se representa a nivel de SSC, para ello se emplean tres categorías de presencia relativa (baja, media y alta), según sea el porcentaje de tramos de la SSC donde se reconoce que el OdV está presente. Los rangos de estas categorías se determinan a partir de la distribución de los valores que adquiere el porcentaje de tramos de la SSC con presencia del OdV F.7, en cada una de las SSC de la cuenca. Luego, los terciles de la distribución corresponden a los límites de dichos rango

Resultados:

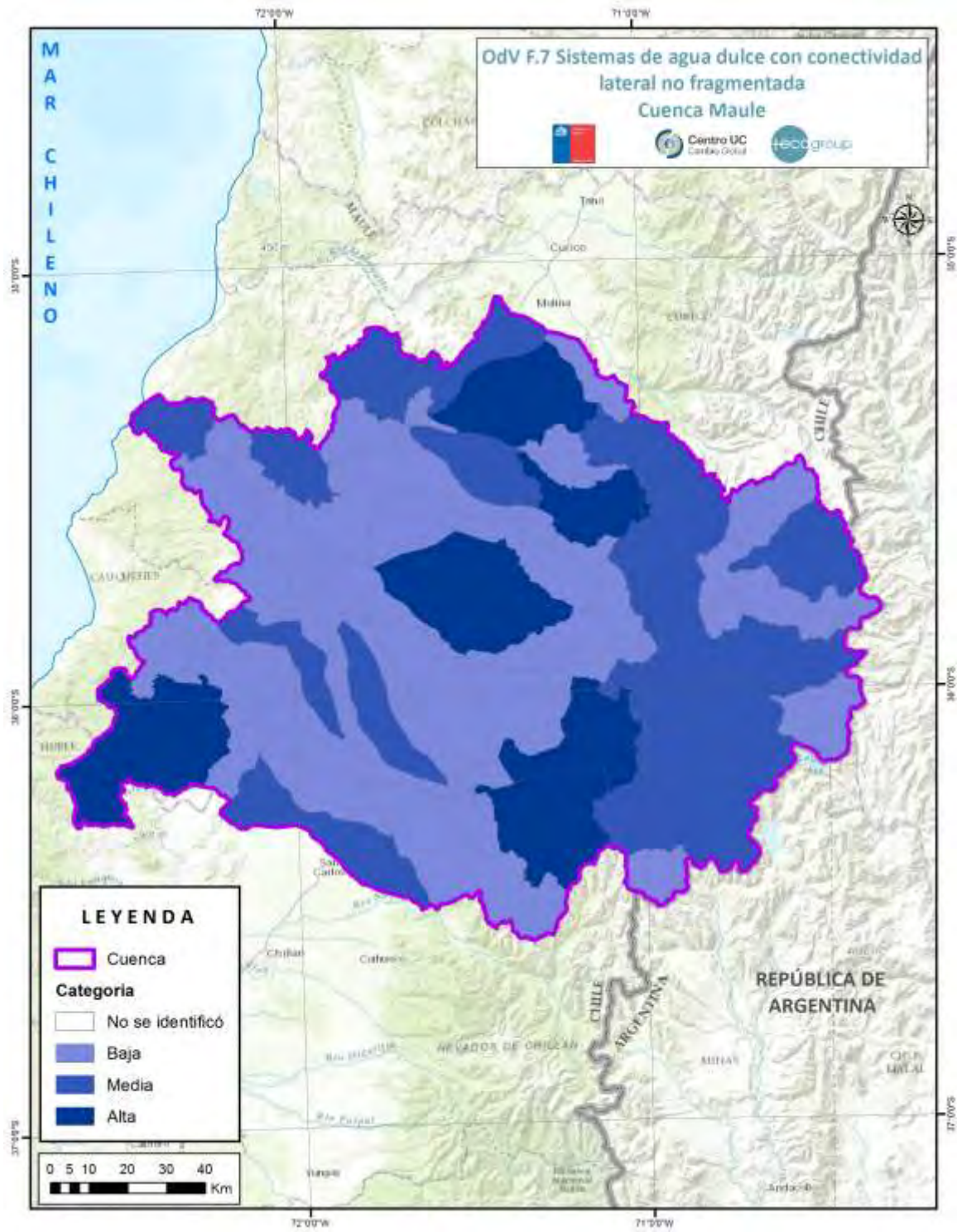
Tabla 78. resumen de los valores y observaciones por categoría - OdV F.7

Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral categorías (Número de SSC)				
				No se identifica	Baja	Media	Alta	
Maule	0	59	26	0 (0)	2 (38)	17 (20)	34 (6)	
Biobío	0	73	25	0 (0)	2 (35)	14 (22)	30 (14)	
Toltén	0	49	22	0 (0)	3 (11)	15 (14)	27 (5)	

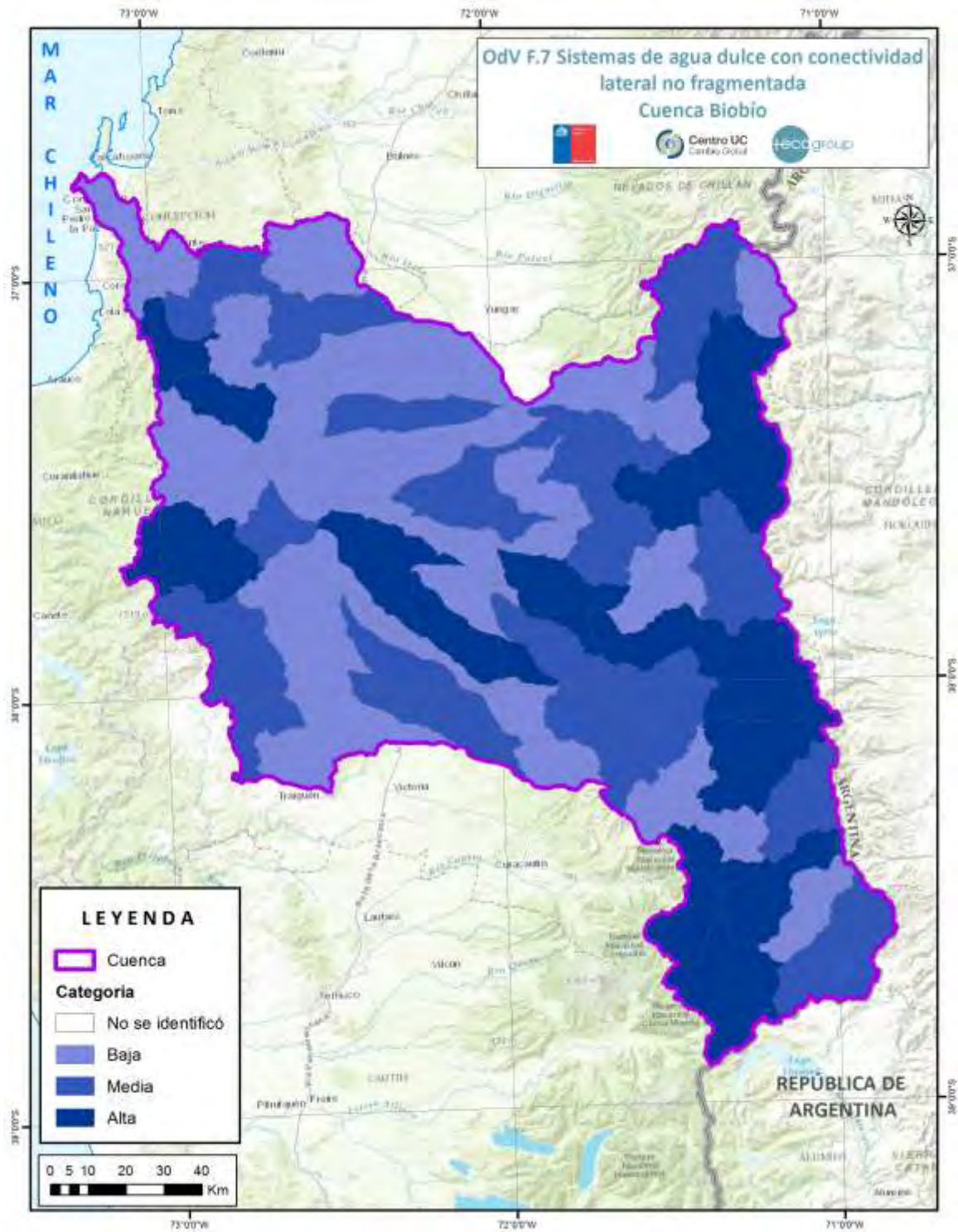
Fuente: elaboración propia.

En las siguientes figuras se identifica el OdV F.7 a escala de sub-subcuenca.

a)



b)



c)

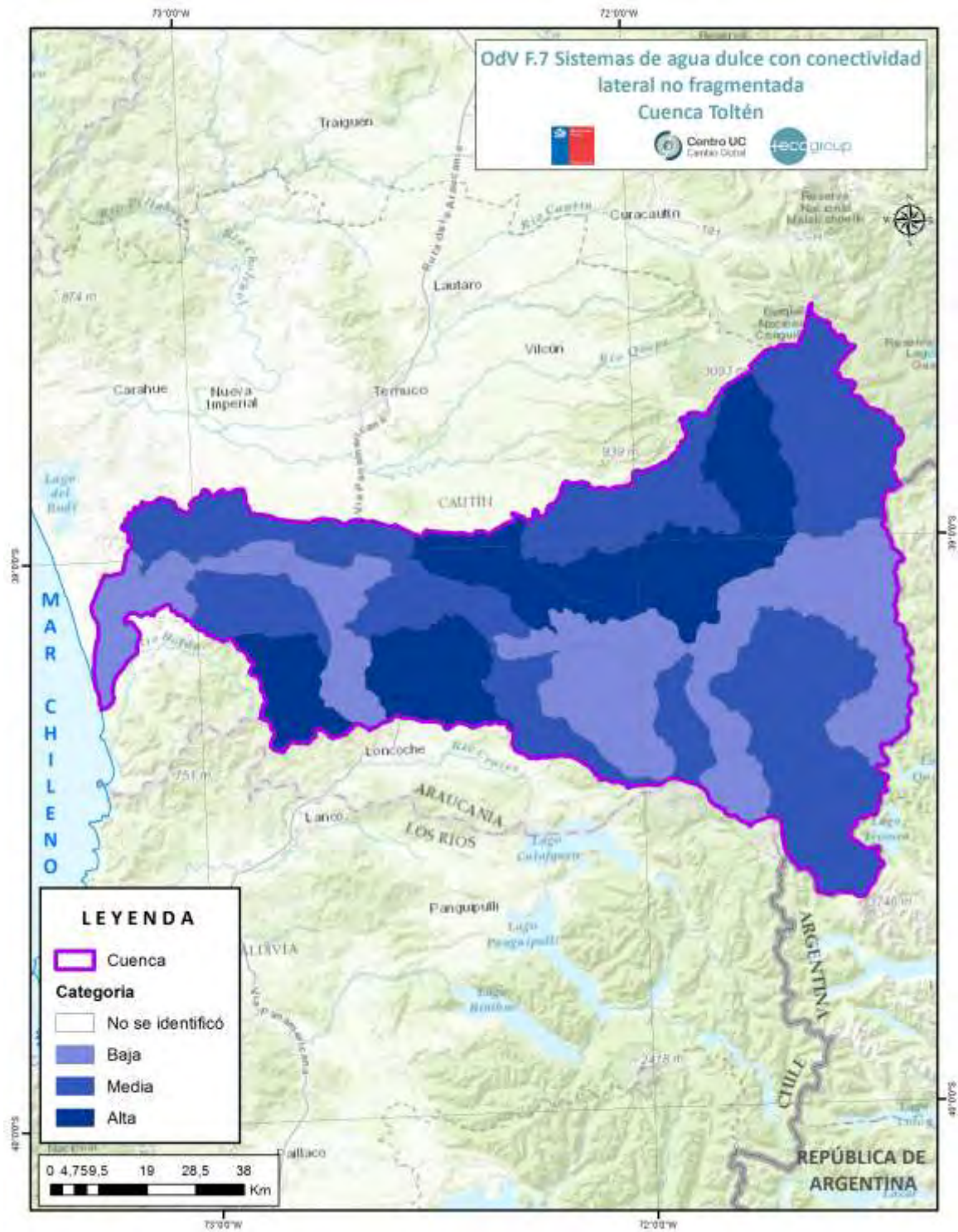


Figura 116. F.7: Sistemas fluviales con conectividad lateral: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Tolten.

Fuente: elaboración propia.

Análisis:

Los resultados no evidencian diferencias significativas en las tres cuencas de estudio en términos de presencia de OdV F7 a escala de sub-subcuenca. De hecho, en ningún caso se identificó el OdV F7 en una sub-subcuenca. El Biobío es la cuenca con más porcentaje (20%) de sub-subcuencas con presencia alta de OdV F7. En Maule y Biobío están las sub-subcuencas mas aguas abajo que presentan valores más bajos de este OdV, lo que se puede explicar con el hecho que hay generalmente más intervenciones en la faja ribereña y más obras longitudinales en defensa de las áreas a lo largo de los ríos, que tienen más uso agrícola. Cabe destacar que en el presente estudio se consideró la continuidad de la vegetación ripariana, y no su ancho absoluto. Esto se debe a que los tramos de montaña, naturalmente más confinados, tienen ancho de la vegetación ripariana más reducido, si son comparados con tramos de zona de valle. En futuras aplicaciones se sugiere considerar el ancho relativo, lo que podría reducir la presencia de este OdV en los tramos de valle, donde hay potencialmente más espacio para la vegetación ribereña, que estén ocupados por actividades productivas, especialmente agrícolas. Además, se sugiere visitar los tramos para determinar la presencia de especies exóticas invasoras en la vegetación ribereña, lo que afectaría la determinación de la presencia del OdV F7. Por último, se recomienda recopilar datos de terreno acerca de cómo las obras afectan la conectividad lateral, recopilando evidencias sobre dimensión y estado.

5.2.9 OdV F.8: Accesibilidad de la red hidrográfica

Los peces y macroinvertebrados pueden desplazarse a lo largo de la red hidrográfica según sus capacidades de movilidad y las características de accesibilidad de los tramos aledaños a las porciones del río donde se ubican. Esta accesibilidad de la red hidrográfica es entonces, distinta de la conectividad longitudinal, evaluada a través del OdV F.5. La accesibilidad se evalúa, en este proyecto, como el porcentaje de la red hidrográfica conectada a cada tramo de estudio. Se mide entonces, como relación entre la longitud de la red conectada y la totalidad de la red hidrográfica. La localización de puntos de discontinuidad, categorizados como grandes obras y embalses, determina la accesibilidad tal como se explica en la Figura 117.

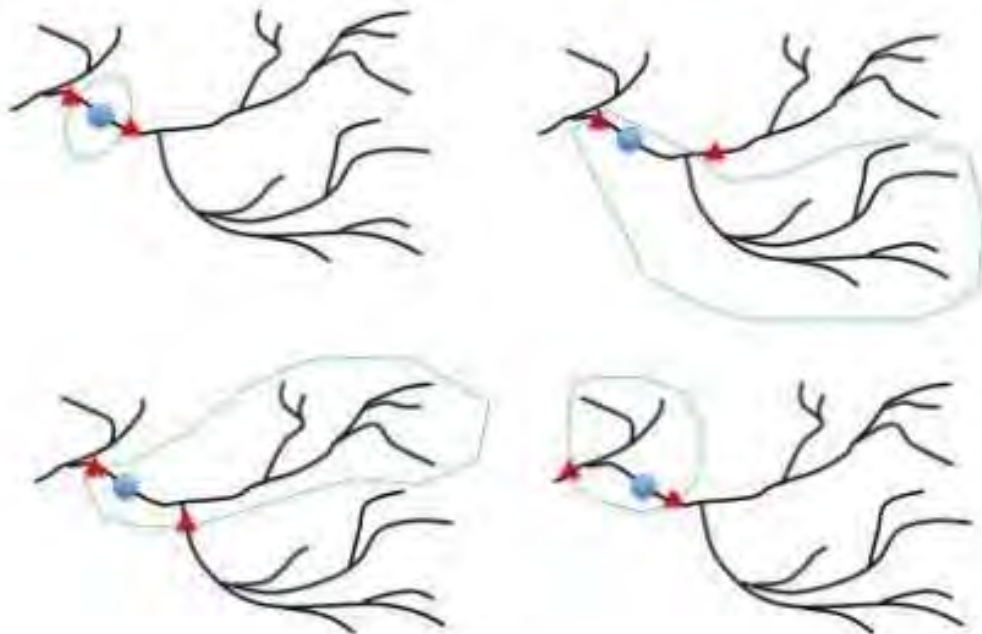


Figura 117. Accesibilidad de un tramo de la red hidrográfica a escala de tramo (a) y sub-subcuenca (b).
Dependiendo de la localización de las grandes obras que interrumpen la conectividad longitudinal (triángulos rojos), se identifican tramos accesibles a peces (puntos azules).
 Fuente: elaboración propia.

Tabla resumen:

Tabla 79. Resumen OdV F.8

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
F.8	Accesibilidad de la red hidrográfica	Ausencia de grandes obras antrópicas que limiten la accesibilidad de la red hidrográfica por parte de peces	Físicos: Datos derivados del análisis de los tramos basado en imágenes aéreas de <i>Google Earth</i>	<i>Proxy</i>

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

El OdV F.8 se pudo evaluar a escala de tramo considerando la presencia de grandes obras antrópicas que limitan la accesibilidad a una porción de la red hidrográfica.

La accesibilidad se evalúa, en este caso, como el porcentaje de la red hidrográfica conectada a cada tramo de estudio. Se mide, entonces, como relación entre la longitud de la red conectada y

la totalidad de la red hidrográfica. El OdV F.8 se pudo evaluar a escala de tramo, considerando la presencia de embalses como puntos de discontinuidad, tal como se identificaron en *Google Earth*. El OdV F.8 se considera presente si, a escala de tramo, hay más de 30% de accesibilidad (longitud de la red accesible/longitud total de la red hidrográfica de la cuenca). Si este porcentaje es inferior al 30%, se interpreta que el OdV F8 no se puede identificar en el tramo.

Operativamente, se atribuye el OdV F.8 a un tramo solo si el parámetro X es mayor de 30, en donde X representa las condiciones de atribución del OdV F.8 considerando cada tramo. En particular, X se identifica como:

$$X = La / Lt * 100$$

Siendo:

La: Longitud de la red hidrográfica accesible alrededor del tramo (en Km) (información procedente directamente del fichero a escala de tramo)

Lt: Longitud total de la red hidrográfica en la cuenca (en Km) (información procedente directamente del fichero a escala de tramo)

Luego de identificar la presencia de OdV F.8 a nivel de tramo, este se representa a nivel de SSC, para ello se emplean tres categorías de presencia relativa (baja, media y alta), según sea el porcentaje de tramos de la SSC donde se reconoce que el OdV está presente. Los rangos de estas categorías se determinan a partir de la distribución de los valores que adquiere el porcentaje de tramos de la SSC con presencia del OdV F.8, en cada una de las SSC de la cuenca. Luego, los terciles de la distribución corresponden a los límites de dichos rangos. Los detalles y resumen de los valores y observaciones por categoría encontradas se resumen en la siguiente tabla.

Resultados:

Tabla 80. Resumen de los valores⁹⁴ y observaciones por categoría - OdV F.8

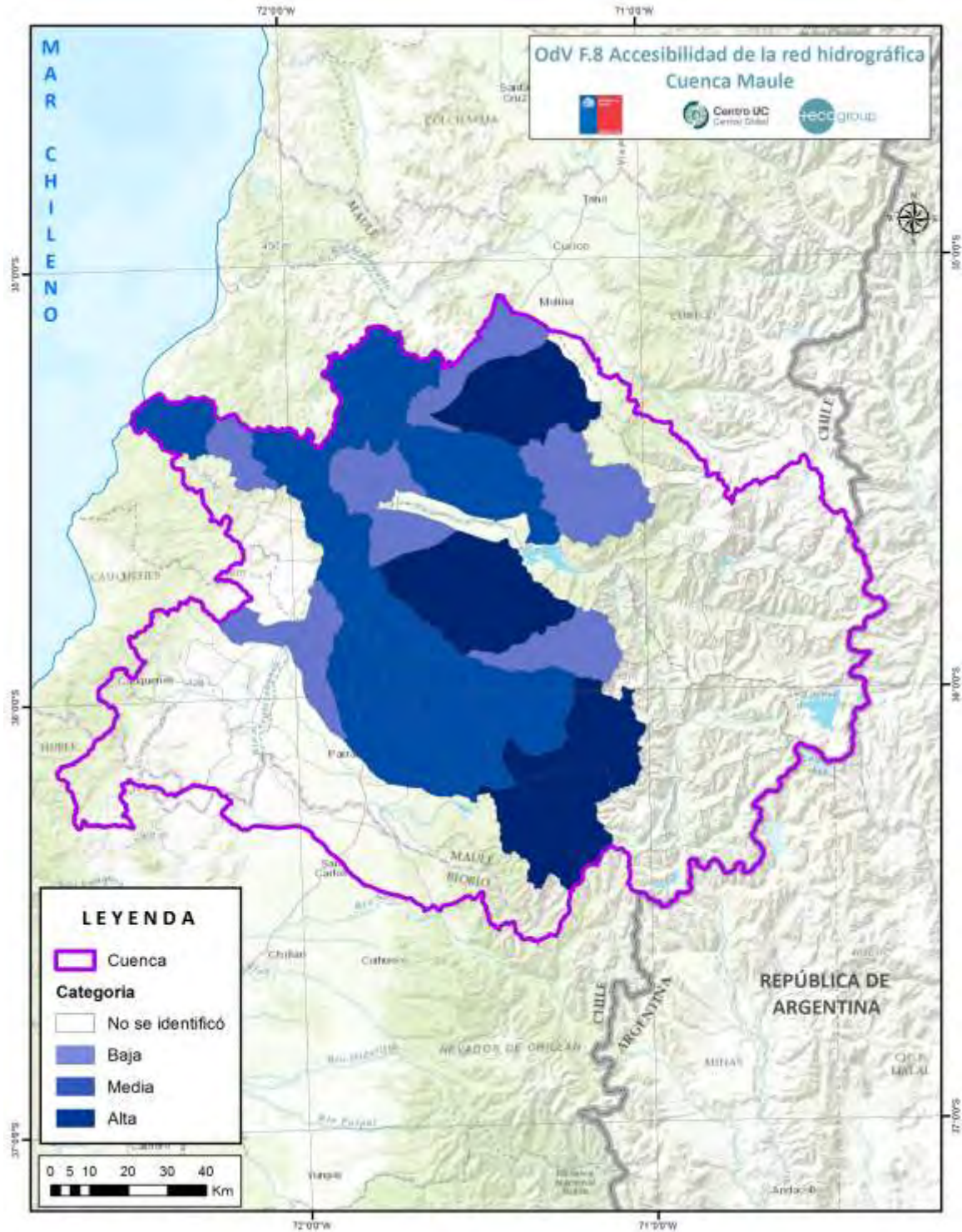
Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral categorías (Número de SSC)			
				Ausente	Baja	Media	Alta
Maule	0	56	17	0 (35)	1 (11)	9 (14)	25 (4)
Biobío	0	47	20	0 (33)	1 (12)	8 (18)	25 (8)
Toltén	0	53	27	0 (0)	4 (15)	20 (14)	35 (1)

⁹⁴ Porcentajes de presencia del OdV a escala de tramo en cada sub-subcuenca

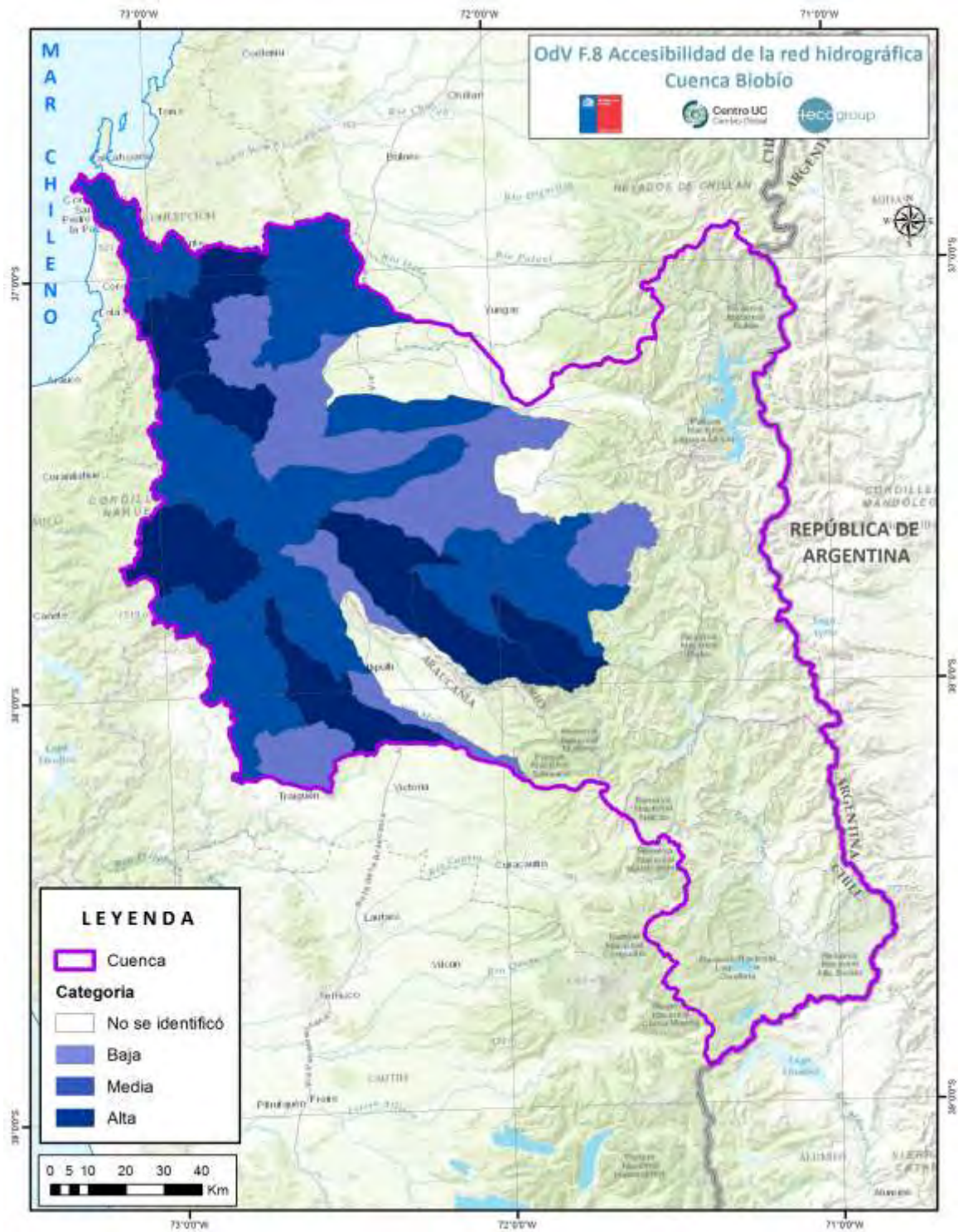
Fuente: elaboración propia.

En las siguientes figuras se identifica el OdV F.8 a escala de sub-subcuenca.

a)



b)



c)

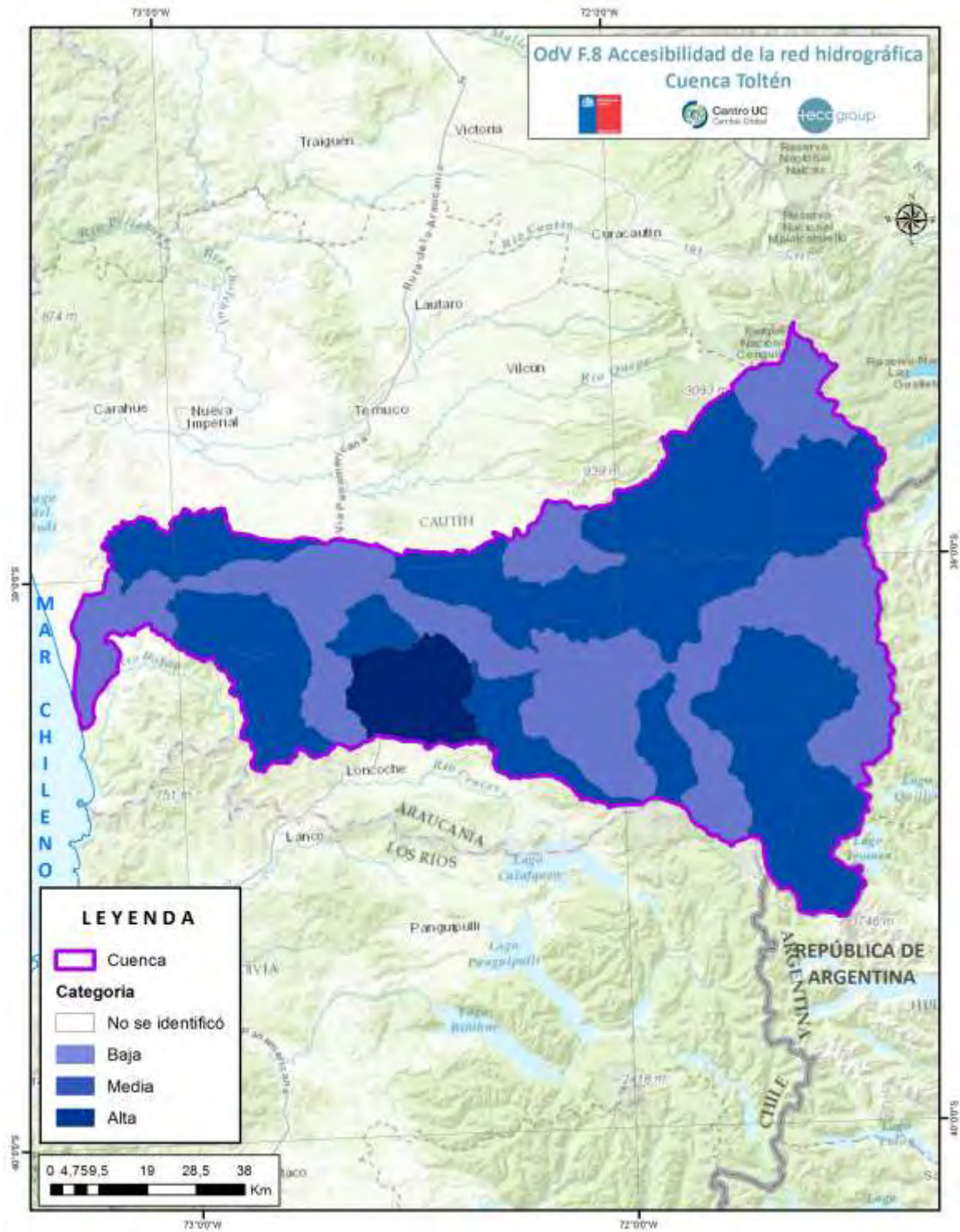


Figura 118. F.8: Accesibilidad lateral: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Toltén.

Fuente: elaboración propia.

Análisis:

Los resultados muestran que el Toltén es la cuenca con presencia relativamente mayor de tramos con el OdV F8, debido a la menor presencia de grandes obras que se considera que pueden tener un efecto sobre la accesibilidad de un sistema fluvial por los peces. De hecho, no hay sub-subcuencas donde no se haya identificado este OdV. La presencia de OdV F8 es distinta en Maule y Biobío, por presencia de un mayor número de obras que generan discontinuidad en la accesibilidad de la red hidrográfica. El porcentaje de sub-subcuencas en las que no se pudo identificar el OdV F8 es de 54 y 46 en Maule y Biobío, respectivamente. Estas sub-subcuencas se concentran en la porción cordillerana de las cuencas. Para futuras aplicaciones se sugiere utilizar una base de datos actualizada de obras, incluyendo especificaciones de dimensión, estado de conservación de peces, tipo de operación, presencia de pasajes para peces, y capacidad de los peces de pasar aguas abajo o aguas arriba de estas obras. Además, se aconseja eliminar del conteo las porciones de la red hidrográfica desconectadas por cascadas u otras discontinuidades naturales topográficas.

5.2.10 OdV F.9: Sistemas fluviales con condiciones naturales de calidad físico-química del agua

Introducción:

La calidad en el medio acuático se puede definir en función de las concentraciones de sustancias orgánicas e inorgánicas, de la composición y el estado de la biota acuática o de las variaciones temporales y espaciales de la misma. La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea, depende, tanto de factores naturales, como de la acción humana. Los cuerpos de agua presentan una calidad natural, entendida como las características propias del sistema, donde la concentración de un compuesto corresponde a la situación original del agua y sus ecosistemas sin intervención antrópica (DGA, 2003). Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo y los procesos biológicos en el medio acuático, que pueden alterar la composición física y química del agua. Sin embargo, al tener que introducir el factor humano en esta ecuación, los factores naturales pasan a un segundo plano. Las mayores fuentes de nutrientes provienen de la escorrentía agrícola y de las aguas residuales domésticas, de efluentes industriales y emisiones a la atmósfera procedentes de la combustión de combustibles fósiles y de los incendios forestales (UNEP, 2008). El deterioro de la calidad del agua se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial, debido al crecimiento de la población humana, la expansión de la actividad industrial y agrícola, y la amenaza del cambio climático

(como causa de importantes alteraciones en el ciclo hidrológico) (UNEP, 2008). La preocupación por el mantenimiento de la calidad del agua se manifiesta en políticas como la “CleanWaterAct” (a nivel de los Estados Unidos) o la “Directiva Marco de Agua” (a nivel de la Unión Europea), que representan un conjunto de directrices para evaluar y monitorizar la calidad del agua, tanto para la biodiversidad asociada a entornos acuáticos como para la salud humana. La Guía para la identificación de Altos Valores de Conservación (Brown *et al.*, 2013), recoge en su Anexo 3 las aguas con condiciones de calidad natural como un valor a conservar en sistemas de agua dulce.

Tabla resumen:

Tabla 81. Resumen OdV F.9

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
F.9	Sistemas fluviales con condiciones naturales de calidad físico-química del agua	Existencia de sub-sub-cuencas con buenas condiciones de calidad físico-química del agua.	Capa de zonas urbanas desde la DGA. Para el mapa de explotaciones mineras se ha combinado la información de la DGA y el MMA. El resto de mapas de focos de contaminación puntual se han obtenido a partir de una capa de la DGA que recoge las presiones sobre la red hidrográfica. Los mapas con las áreas agrícolas, forestales o ganaderas que generan contaminación difusa se han obtenido a partir de las capas del registro vegetacional nativo, que proviene de CONAF y el MMA.	Proxy

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Aunque en literatura haya abundancia de indicadores de calidad físico química y de contaminación del agua, basados en niveles de toxicidad aceptables para los humanos o el medio ambiente, cabe destacar que cada tramo fluvial, dependiendo de su ubicación en la cuenca hidrográfica, tiene un nivel “natural” de calidad distinto, que depende del área drenada, del uso de suelo aguas arriba, de la pendiente y granulometría local, de la geología de la cuenca, etc. Debido a esto, no es adecuado identificar una única serie de valores de referencia, para ser comparados con los valores locales medidos en cada sub-subcuenca. Esto es especialmente relevante en Chile, donde la geología y el régimen de precipitaciones pueden variar considerablemente en espacios geográficos reducidos, produciendo importante variabilidad espacial con respecto a la composición química del agua (MMA, 2011). Precisamente por ello,

no es adecuada la definición de estándares únicos de calidad a nivel nacional y, por tanto, se desarrollan normas secundarias de calidad ambiental, a escala regional o de cuenca. Sin embargo, las normas secundarias de calidad ambiental no están disponibles para las tres cuencas estudiadas. Ante esta situación, y a la espera de la publicación de estas normas secundarias, se plantea evaluar el OdV F9 utilizando como indicador la contaminación potencial.

El *proxy* empleado es el número de focos de contaminación puntual por km² y el porcentaje de área ocupado por focos de contaminación difusa en cada sub-subcuenca. Se entiende que son focos de contaminación puntual las áreas urbanas, las industrias, y las explotaciones mineras, pues emiten vertidos a puntos concretos de la red fluvial. Por otra parte, los focos de contaminación difusa serán los campos agrícolas y las plantaciones forestales. Este OdV se evalúa a escala de sub-subcuenca. Se identifica si, a escala de sub-subcuenca, hay menos del 20% de su área con uso agrícola o plantaciones, y si hay menos de 3 poblados y/o áreas industriales por cada 100 km² de su área. Los porcentajes de área de sub-subcuenca con uso agrícola y de plantaciones, y el número de poblados y áreas industriales se encuentran en el fichero a escala de sub-subcuenca. Además, se excluye presencia de este OdV si hay una faena minera en la sub-subcuenca.

Operativamente, se atribuye el OdV F9 a una sub-subcuenca solo si se cumplen al mismo tiempo tres condiciones, es decir que X sea inferior a 20, que también Y sea inferior a 3, y que también Z sea igual a cero. Si no se cumple con estas tres condiciones, no se puede identificar el OdV F9 a escala de sub-subcuenca.

En particular, X, Y, y Z se identifican como:

$$X = (A * \alpha) + (B * \beta)$$

Siendo:

A: área de la sub-subcuenca con uso agrícola (esta información se encuentra en el fichero a escala de sub-subcuenca)

B: área de la sub-subcuenca con plantaciones (esta información se encuentra en el fichero a escala de sub-subcuenca)

α : peso que se atribuye a la superficie de uso agrícola en la definición del OdV F9. En este estudio se considera $\alpha = 1$.

β : peso que se atribuye a la superficie de plantaciones en la definición del OdV F9. En este estudio se considera $\beta = 1$.

En este estudio se reconoce que el uso agrícola y las plantaciones tienen efectos sobre la calidad del agua. Sin embargo, faltando evidencias científicas muy clara acerca del peso relativo que puedan tener estas componentes en determinar el OdV F9 en este ejercicio se atribuyen valores de 1 a ambos α y β .

A su vez,

$$Y = (C * \gamma) + (D * \delta)$$

Siendo:

C: número de poblados por cada 100 km² de área de sub-subcuenca (esta información se encuentra en el fichero a escala de sub-subcuenca)

D: número de áreas industriales por cada 100 km² de área de sub-subcuenca (esta información se encuentra en el fichero a escala de sub-subcuenca)

γ : peso que se atribuye a los poblados en la definición del OdV F9. En este estudio se considera $\gamma = 1$.

δ : peso que se atribuye a las áreas agrícolas en la definición del OdV F9. En este estudio se considera $\delta = 1$.

A su vez,

Z: número de faenas mineras en la sub-subcuenca (esta información se encuentra en el fichero a escala de sub-subcuenca)

En este estudio se reconoce que el uso agrícola y las plantaciones tienen efectos sobre la calidad del agua. Sin embargo, faltando evidencias científicas muy claras acerca del peso relativo que puedan tener estas componentes en determinar el OdV F9 en este ejercicio se atribuyen valores de 1 a ambos γ y δ .

El OdV F9 se identifica a nivel de sub-subcuenca, ocupando tres niveles de relevancia en clases (baja, media y alta), identificados según su valor agregado. Estas categorías se construyen a partir de la distribución de los datos a nivel de cuenca utilizando la división en terciles de estos sin considerar aquellos donde el valor agregado es cero. Los detalles y resumen de los valores y observaciones por categoría encontradas se resumen en la siguiente tabla.

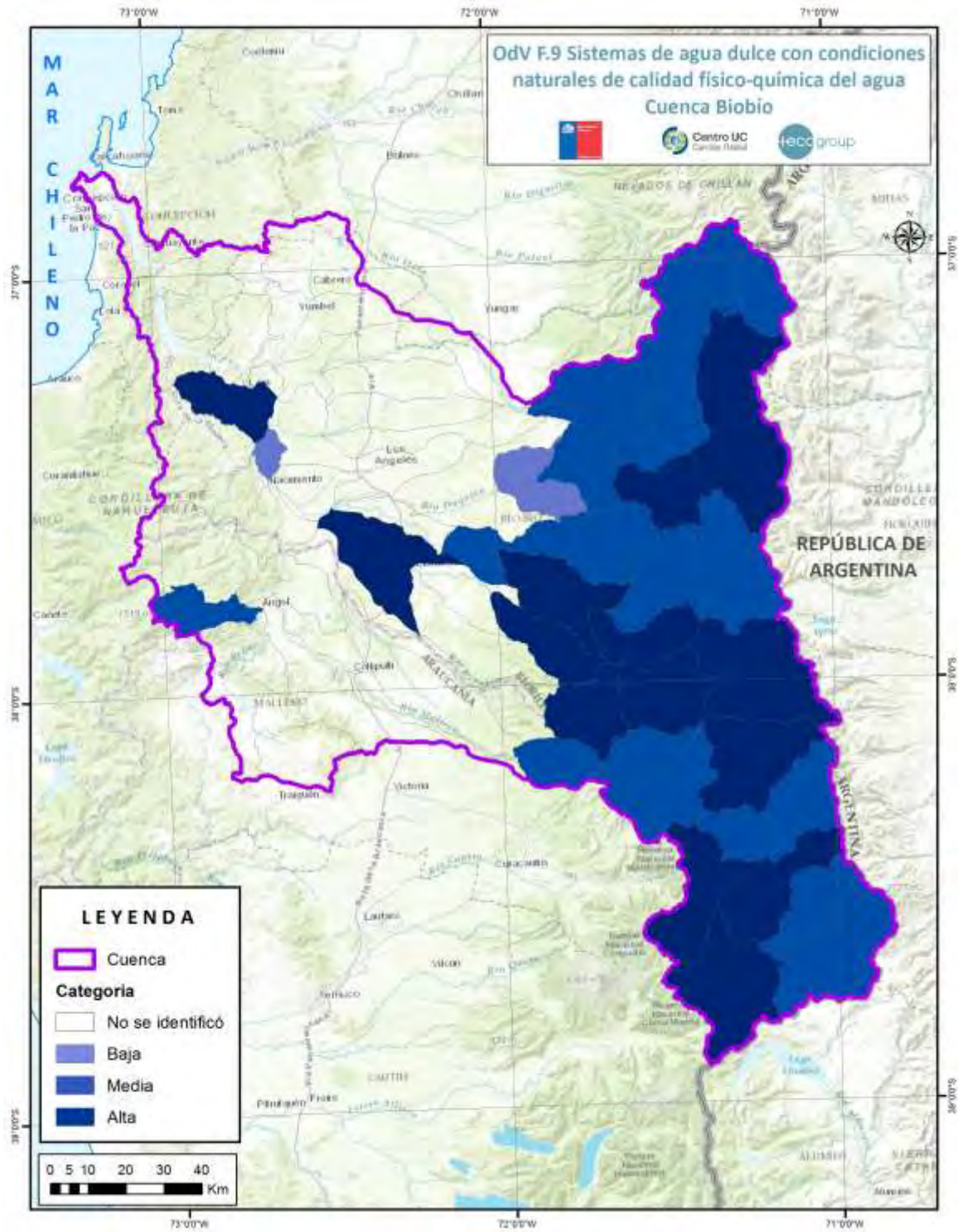
Resultados:

Tabla 82. resumen de los valores y observaciones por categoría - OdV F.9

Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral categorías (Número de SSC)			
				No se identifica	Baja	Media	Alta
Maule	0	60	26	0 (24)	1 (8)	12 (27)	35 (5)
Biobío	0	79	25	0 (36)	1 (2)	9 (19)	29 (14)
Toltén	0	54	28	0 (17)	8 (6)	20 (5)	33 (2)

Fuente: elaboración propia.

b)



c)

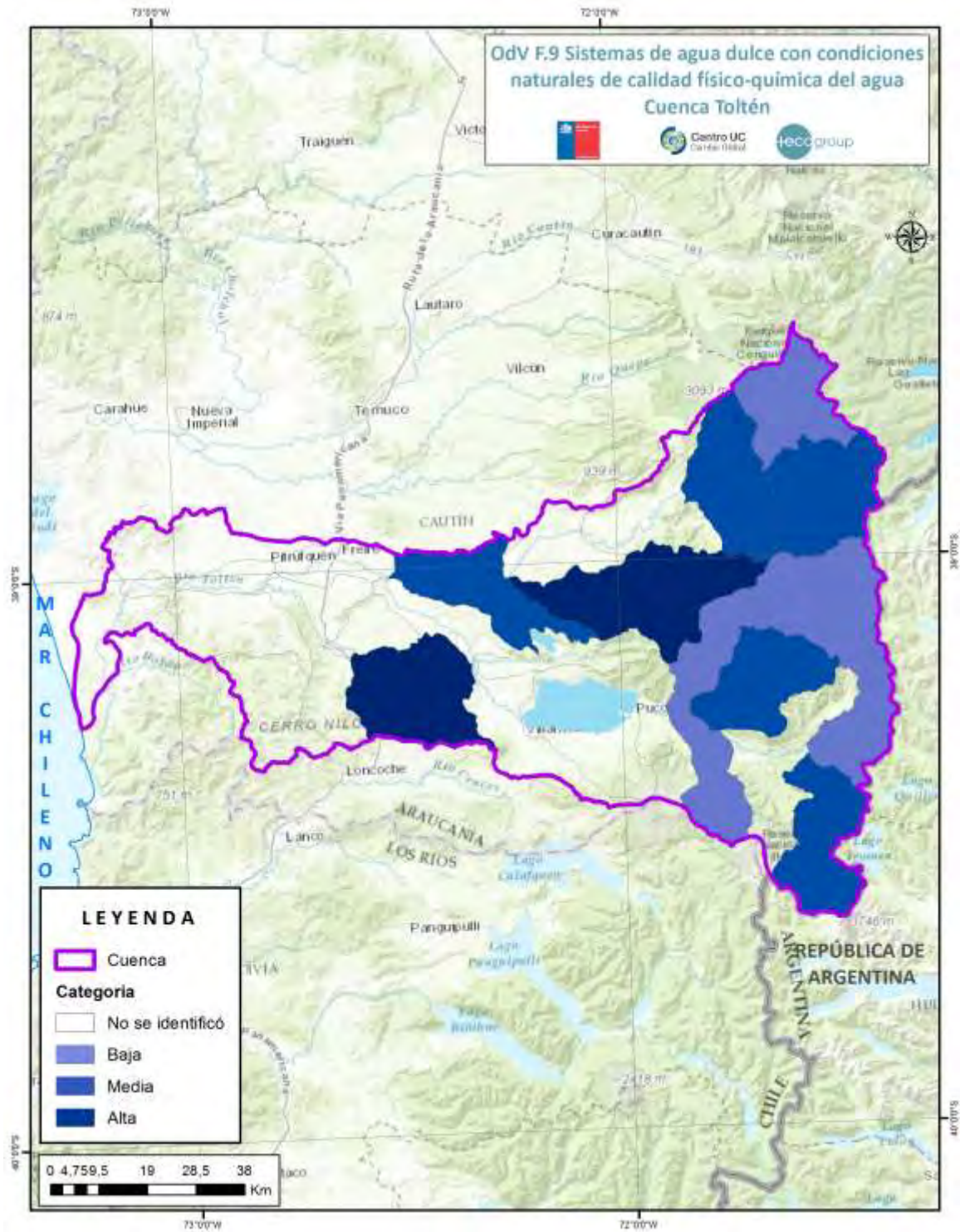


Figura 119F.9: Sistemas fluviales con condiciones naturales de calidad físico-química del agua: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Toltén.

Fuente: elaboración propia.

Análisis:

Los resultados indican que en las tres cuencas examinadas hay sub-subcuencas donde no se pudo identificar el OdV F9. En específico, el porcentaje de sub-subcuencas en las que no se identificó este OdV son el 37, 50, y 56 % en Maule, Biobío, y Toltén, respectivamente. Este resultado depende más de la presencia de grandes extensiones de uso agrícola en Maule, y de plantaciones forestales en Toltén. Las figuras indican que son efectivamente las sub-subcuencas del sector cordillerano las que evidencian mayor presencia de este OdV, debido a un menor uso agrícola y forestal de la superficie, y menor presencia de núcleos urbanos y áreas industriales. Las figuras evidencian que algunas sub-subcuencas tienen alto valor de OdV F9, aunque estén insertas en un entorno de otras sub-subcuencas sin el OdV identificado. Esto se debe a que en este OdV no hay propagación hacia aguas abajo, lo que se podría abordar en una futura aplicación de la metodología. Para futuras aplicaciones se sugiere utilizar una base de datos organizada, actualizada y definitiva con toda la información sobre fuentes puntuales y difusas de contaminación. Aun mejor, al ser posibles en un futuro, se deberían comparar datos de calidad físico-química del agua con normas secundarias de calidad de agua disponibles para cada cuenca. Para evaluar de forma directa este OdV en el futuro, sería preciso completar los documentos que contienen los umbrales de los parámetros físico-químicos a partir de los cuales, se puede incurrir en un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente. Además, si se mantiene el nivel de análisis en la escala de sub-sub-cuenca, sería conveniente aumentar el número de estaciones de calidad de agua de manera que haya al menos una en cada unidad espacial de análisis.

5.2.11 OdV F.10: Sistemas fluviales morfológicamente intactos

Introducción:

En función de las características geomorfológicas del valle que atraviesa, el canal principal de los ríos se ensancha y se contrae, ocupando una extensión variable a lo largo del eje longitudinal. De esta forma surge la dimensión transversal y vertical de los ríos. La biodiversidad de éstos, basada en la heterogeneidad de los hábitats del cauce y sus riberas, depende no sólo de los gradientes físicos asociados a la dimensión longitudinal del canal principal, sino también de los gradientes, interrelaciones y flujos que surgen en las otras dimensiones, lateral y vertical del sistema fluvial (Ward *et al.*, 2002). Por ello, la geomorfología supone un elemento muy importante en el desarrollo de la diversidad ecológica. Sin embargo, los ríos y sus riberas son ecosistemas fácilmente alterables por las actuaciones humanas, las cuales modifican su geomorfología, tanto directamente como al alterar la cuenca vertiente. Uno de esos impactos es la extracción de áridos. Esta acción genera una degradación muy severa de los flujos de agua

superficial-subsuperficial-subterránea, afectando a la migración vertical de muchos invertebrados y peces. Esta migración es esencial para el desarrollo de los ciclos de nutrientes, el procesamiento de la materia orgánica y el mantenimiento de la diversidad y productividad fluvial (Malard *et al.*, 2002). La tala y extracción de madera dentro del cauce genera cambios en la escorrentía, los procesos erosivos y la luz incidente, lo que modifica la cantidad y naturaleza de los sólidos en suspensión, la temperatura del agua, la cantidad de nutrientes. Por último, las remodelaciones de la sección transversal del cauce, como canalizaciones o dragados, afectan a la sinuosidad de los meandros del río y a su dinámica de rápidos y pozas, suponiendo una elevada pérdida de diversidad de hábitats (tanto acuáticos como de ribera) donde muchos seres vivos encuentran su refugio.

Tabla resumen:

Tabla 83. Resumen OdV F.10

Nº OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
F.10	Sistemas fluviales morfológicamente intactos	Existencia de tramos de ríos con morfología no alterada	Físicos: Datos derivados del análisis de los tramos basado en imágenes aéreas de <i>Google Earth</i>	<i>Proxy</i>

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

El OdV F.10 se evaluó a escala de tramo considerando la presencia de intervenciones en el cauce, tal como se identificaron en *Google Earth*.

En concreto, se consideran y cuentan las intervenciones en el cauce, tal como canalizaciones completas, extracciones de áridos, remodelaciones, corte de vegetación ripariana y otras intervenciones en el cauce. Cada una de estas intervenciones ha sido identificada a escala de tramo. El OdV F.10 se considera presente si a, escala de tramo, no hay canalizaciones completas, extracciones de áridos, remodelaciones, corte de vegetación ripariana ni otras intervenciones en el cauce.

Operativamente, se determina la presencia del OdV a escala de tramo, y se atribuye la presencia a un tramo solo si X es mayor de 1. En donde X representa las condiciones de atribución del OdV F.10 considerando el tramo mismo:

$$X = (A * \alpha) + (B * \beta) + (C * \gamma) + (D * \delta) + (E * \epsilon)$$

Siendo:

A: número de canalizaciones completas a escala de tramo (esta información se encuentra en el fichero a escala de tramo)

B: número de extracciones de áridos a escala de tramo (esta información se encuentra en el fichero a escala de tramo)

C: número de remodelaciones a escala de tramo (esta información se encuentra en el fichero a escala de tramo)

D: número de corte de vegetación ripariana a escala de tramo (esta información se encuentra en el fichero a escala de tramo)

E: número de otras intervenciones en el cauce a escala de tramo (esta información se encuentra en el fichero a escala de tramo)

α : peso que se atribuye a las canalizaciones completas en la definición del OdV F.10. En este estudio se considera $\alpha = 1$.

β : peso que se atribuye a las extracciones de árido en la definición del OdV F.10. En este estudio se considera $\beta = 1$.

γ : peso que se atribuye a las remodelaciones en la definición del OdV F.10. En este estudio se considera $\gamma = 1$.

δ : peso que se atribuye a las cortes de vegetación ripariana en la definición del OdV F.10. En este estudio se considera $\delta = 1$.

ϵ : peso que se atribuye a otras intervenciones en el cauce en la definición del OdV F.10. En este estudio se considera $\epsilon = 1$.

En este estudio se reconoce que todas intervenciones a escala de tramo tales como canalizaciones completas, extracciones de áridos, remodelaciones, corte de vegetación ripariana, y otras intervenciones en el cauce tienen efectos sobre la morfología. Sin embargo, faltando evidencias científicas muy clara acerca del peso relativo que puedan tener estas componentes en determinar el OdV F10, en este ejercicio se atribuyen valores de 1 a todos los pesos a α , β , γ , δ y ϵ .

Luego de identificar la presencia de OdV F.10 a nivel de tramo, este se representa a nivel de SSC, para ello se emplean tres categorías de presencia relativa (baja, media y alta), según sea el porcentaje de tramos de la SSC donde se reconoce que el OdV está presente. Los rangos de estas categorías se determinan a partir de la distribución de los valores que adquiere el porcentaje de tramos de la SSC con presencia del OdV F.10, en cada una de las SSC de la cuenca. Luego, los terciles de la distribución corresponden a los límites de dichos rangos.

Resultados:

Tabla 84. resumen de los valores y observaciones por categoría - OdV F.10

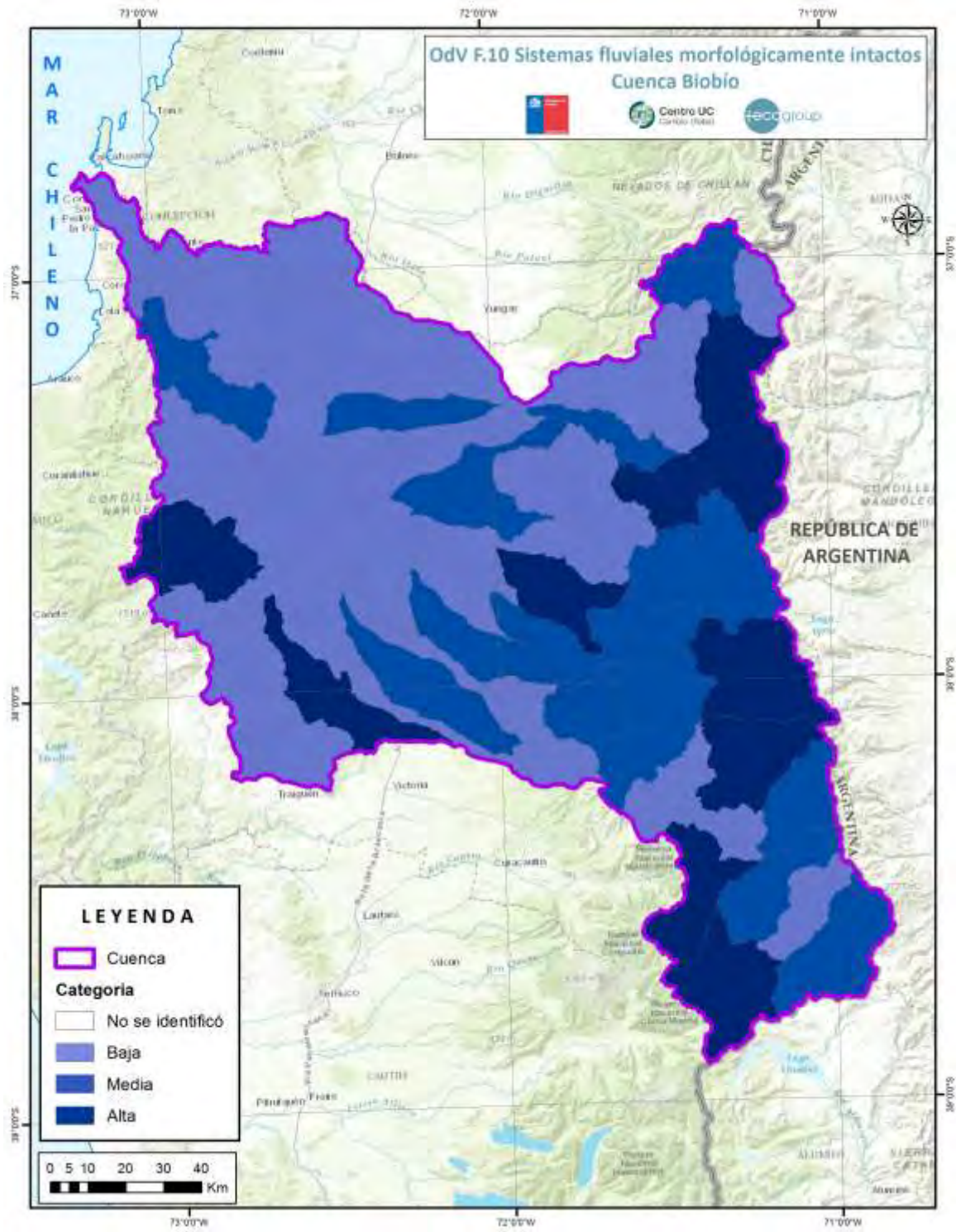
Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral categorías - % tramos en la SSC con OdV F.10 (Número de SSC)					
				No	se	Baja	Media	Alta	

Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral categorías - % tramos en la SSC con OdV F.10 (Número de SSC)			
				identifica			
Maule	0	76	25	0 (0)	1 (40)	16 (21)	35 (3)
Biobío	0	76	22	0 (0)	1 (44)	16 (18)	32 (9)
Toltén	0	35	14	0 (0)	1 (6)	7 (13)	20 (11)

Fuente: elaboración propia.

En las siguientes figuras se identifica el OdV F.10 a escala de sub-subcuenca.

b)



c)

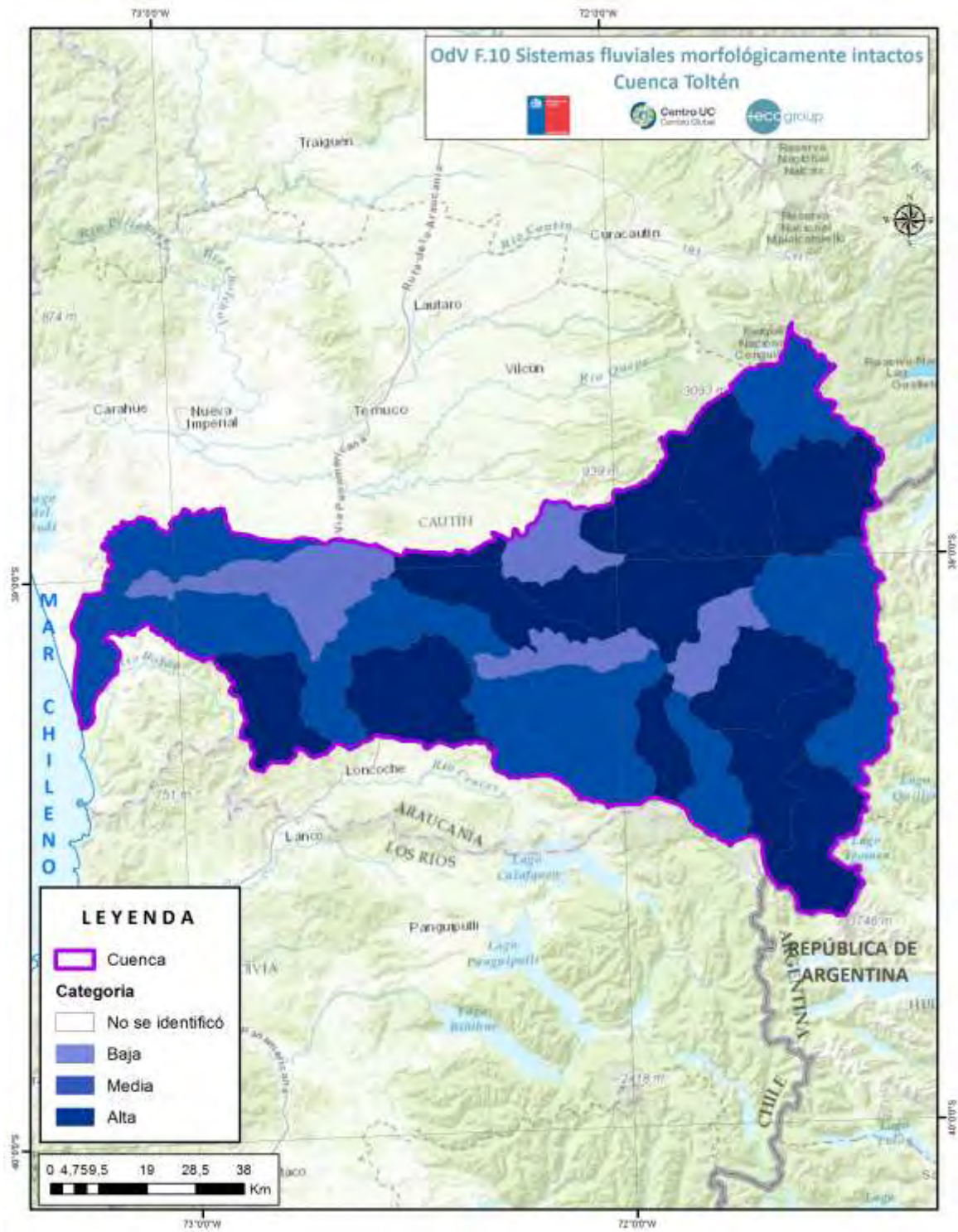


Figura 120. F.10: Sistemas fluviales morfológicamente intactos: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Toltén.

Fuente: elaboración propia.

Análisis:

Los resultados indican que en general la calidad morfológica de las redes hidrográficas en las cuencas analizadas es de buen estado. De hecho, no hay sub-subcuencas en donde no se haya identificado el OdV F10. La cuenca del Toltén es la que presenta más sub-subcuencas con presencia alta (36%) y media (43%) del OdV, debido a la menor presencias de intervenciones en el cauce que se consideran como proxy de calidad morfológica de cada tramo. Como sería esperable, las sub-subcuencas cordilleranas presentan niveles más altos de este OdV, debido a la menor presión antrópica acerca de los tramos fluviales. Sin embargo, hay sub-subcuencas de zona de valle con niveles altos de OdV F10, por ejemplo, en Biobío y Toltén, debido probablemente a la falta de grandes centros urbanos en proximidad de los ríos, lo que conlleva frecuentemente a más concentración de extracciones de áridos y remodelaciones de secciones en la cercanía de áreas urbanas e infraestructura, tal como puentes y carreteras mayores. Para futuras aplicaciones, se necesitaría un catastro sistematizado a nivel nacional de las actuaciones en los cauces, que podrían impactar en la eco hidromorfología del cauce (indicador de funcionalidad fluvial), tal como las extracciones de áridos, el manejo de la vegetación ribereña, la limpieza de detritos leñosos o las remodelaciones de las secciones transversales en proximidad de puentes y áreas urbanas. También, se podría considerar el uso de algunos indicadores de calidad hidromorfológica (por ejemplo, el Rinaldi *et al.*, 2013), después de haberlos adaptados a las condiciones hidrológicas y morfológicas de los ríos de Chile.

5.2.12 OdV F.11: Comunidades fluviales con baja presencia de especies exóticas

Introducción:

Los ríos en buen estado ecológico mantienen comunidades biológicas, en general, ricas y diversas, con especies características e indicadoras de los distintos medios fluviales. Contienen endemismos o especies de áreas de distribución restringida, con una distribución de edades equilibrada y una elevada tasa de reclutamiento y regeneración, y presentan alto ensamblaje de las comunidades de animales que lo forman, tanto en niveles espaciales como temporales (Colin *et al.*, 2012).

La introducción de especies exóticas es una de las causas del deterioro de los ríos y es, además, una de las causas principales de pérdida de biodiversidad en todo el mundo (Dudgeon, *et al.*, 2006). Las especies exóticas son aquellas especies foráneas que han sido introducidas fuera de su área de distribución natural, por razones principalmente antrópicas y de forma voluntaria o involuntaria (MMA, 2014). Algunas especies exóticas pueden presentar la condición de especies invasoras, cuando su introducción y/o difusión amenace a la diversidad biológica originaria del

lugar donde fue liberada (Marchetti, *et al.*, 2004; Vila-Gispert, *et al.*, 2005). Con la degradación del sistema fluvial, las especies alóctonas colonizan los hábitats asociados al río, desplazando a sus comunidades autóctonas. Sus mecanismos de actuación son la predación, la competencia o la alteración del hábitat.

Dos de las principales amenazas para los peces chilenos, referidas a la alteración del hábitat, son la sustitución de bosque nativo por plantaciones forestales exóticas y el efecto de las especies de peces introducidas, que suman 22 en todo el país (Habit *et al.*, 2006). Para la mayoría de los peces introducidos se desconoce el efecto real sobre la ictiofauna nativa. La total ausencia de peces nativos en algunos tramos de ríos fue reportada, debido a la presencia y dominancia de salmónidos (principalmente *Salmo trutta* y *Oncorhynchus mykiss*) (p.ej., Soto *et al.*, 2006). El dídimo (*Didymosphenia geminata*) también se considera un invasor agresivo de ríos y arroyos del hemisferio sur.

Tabla resumen:

Tabla 85. Resumen OdV F.11

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
F.11	Comunidades fluviales con baja presencia de especies exóticas	Existencia de tramos de ríos en que la presencia total de peces nativos es mayor que la presencia total de peces exóticos y en que no hay <i>Didymosphenia geminata</i> .	Físicos: Datos derivados del análisis de los tramos basado en imágenes aéreas de <i>Google Earth</i> Biológicos: Base de datos de peces nativos desde MMA, peces exóticos desde SERNAPESCA, más datos de pesca eléctrica realizados en este estudio. Datos de presencia de <i>Didymosphenia geminata</i> desde MMA.	Proxy

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Para identificar el OdV F.11 se usó la base de datos de peces continentales proporcionada por el Ministerio del Medio Ambiente y datos de pesca eléctrica realizados en este estudio, además de una base de datos de *Didymosphenia geminata* desde el Ministerio de Medio Ambiente. Desde la base de datos de peces, se seleccionaron las 26 especies nativas y 7 especies exóticas, definidas por el MMA.

El OdV F11 se trabaja a escala de tramo de la red hidrográfica. En particular, se considera como proxy la proporción de especies nativas sobre las exóticas. Siendo las especies nativas por lo menos el 50% de la totalidad de especies potencialmente presentes a escala de tramo, y en ausencia de *Didymosphenia geminata*, se identifica el OdV F.11 a escala de tramo. Esta probabilidad de encontrar individuos de cada especie se calcula a través de modelos de nicho

para cada especie. Un modelo de nicho consiste, prácticamente en modelo estadístico que calcula la posibilidad de que una especie se pueda potencialmente encontrar en un tramo. De los varios métodos y modelos para realizar las relaciones entre las especies y sus alrededores, se ocupó un método conservativo, basado en ciertas características físicas de los tramos que se recopilaban en este estudio. Naturalmente, cada especie tiene un rango ideal de varios factores físicos que permiten su presencia en un lugar. Los factores más importantes en la definición de hábitat óptimo de peces continentales se relacionan con el flujo (por ejemplo, el caudal o la velocidad), las características químicas del agua (por ejemplo temperatura de agua u oxígeno disuelto) y la presencia de presiones antrópicas directas (pesca) o indirectas (cambios de uso de suelo). La mayoría de los modelos de nicho para peces continentales son basados en datos de caudales velocidad, y/o la profundidad de cauce. Sin embargo, estos datos son escasos en Chile, especialmente para aplicaciones a la escala considerada en el presente estudio. Por esta razón, se ocuparon proxies, tal como la geomorfología fluvial (proxy de caudales líquidos y sólidos), la temperatura (proxy de calidad del agua), e impactos antrópicos a escala de cuenca o de tramo (proxy de disturbios artificiales en los hábitats), y se ocupó un modelo de alto poder estadístico con alto parsimonia, tal como el modelo de regresión logístico múltiple de forma Gauss (Braak and Looman 1986). Este modelo fue elegido ya que permite describir bien variables biológicas, que se distribuyen usualmente de forma gaussiana tales como los factores de flujo, temperatura de agua, e impactos antrópicos considerados. Ya que en un principio no se conocen las variables físicas más importantes en la definición de la distribución de una especie, se empezó determinando los poderes estadísticos de todas las variables potenciales, es decir, todos los datos a disposición para cada tramo (ver archivo Excel). Prácticamente, se asociaron presencia-ausencia de peces en cada tramo con las características de cada tramo, identificando finalmente las características más importantes en determinar la presencia de todas las especies consideradas, en un tramo de una red hidrográfica.

En el modelo estadístico de regresión logístico Gaussiano, para definir la forma Gauss ideal se ocupó un acercamiento del tipo ROC (acrónimo de *Receiver Operating Characteristic*) que es una herramienta para seleccionar los modelos posiblemente óptimos y descartar modelos subóptimos. En este ejercicio se seleccionaron finalmente las variables que daban un ROC mayor de 0.60 (donde 0.5 es el mínimo y 1 el máximo). Ya que es muy improbable que un solo factor pueda definir las distribuciones de una especie íctica a través su rango posible, para aumentar el poder descriptivo del modelo, se determinaron modelos de tres factores, cada uno relacionado con variables de cada proxy (es decir flujo, características químicas del agua, e impactos antrópicos).

Finalmente, se considera para el OdV F11 la probabilidad de presencia de todas las especies nativas e exóticas. Se define cada especie como potencialmente presente en el tramo, si su probabilidad de existir (X) en el tramo es mayor de 50%. Finalmente, el OdV F11 se considera presente en un tramo si hay más número potencial de peces nativos que de peses exóticos (Y). Operativamente, se atribuye el OdV F.11 a un tramo solo si:

$X > 50\%$ de la probabilidad máxima de la especie, e

$$Y_{\text{nativo}} / (Y_{\text{nativo}} + Y_{\text{exótico}}) > 50\%$$

Luego de identificar el OdV F.11 a nivel de tramo, éste se representa a nivel de SSC. En este pasaje, se debe verificar si hay presencia de *Didymosphenia geminata* en algún punto de la SSC. En este caso, se saca la presencia del ODV F11 si es que la modelación diera resultado positivo. Finalmente, para representar la presencia del OdV en las sub-subcuencas, se emplean tres categorías (baja, media y alta presencia relativa), según sea el porcentaje de tramos de la SSC donde se reconoce que el OdV está presente. Los rangos de estas categorías se determinan a partir de la distribución de los valores que adquiere el porcentaje de tramos de la SSC con presencia del OdV F.11, en cada una de las SSC de la cuenca. Luego, los terciles de la distribución corresponden a los límites de dichos rangos.

Resultados:

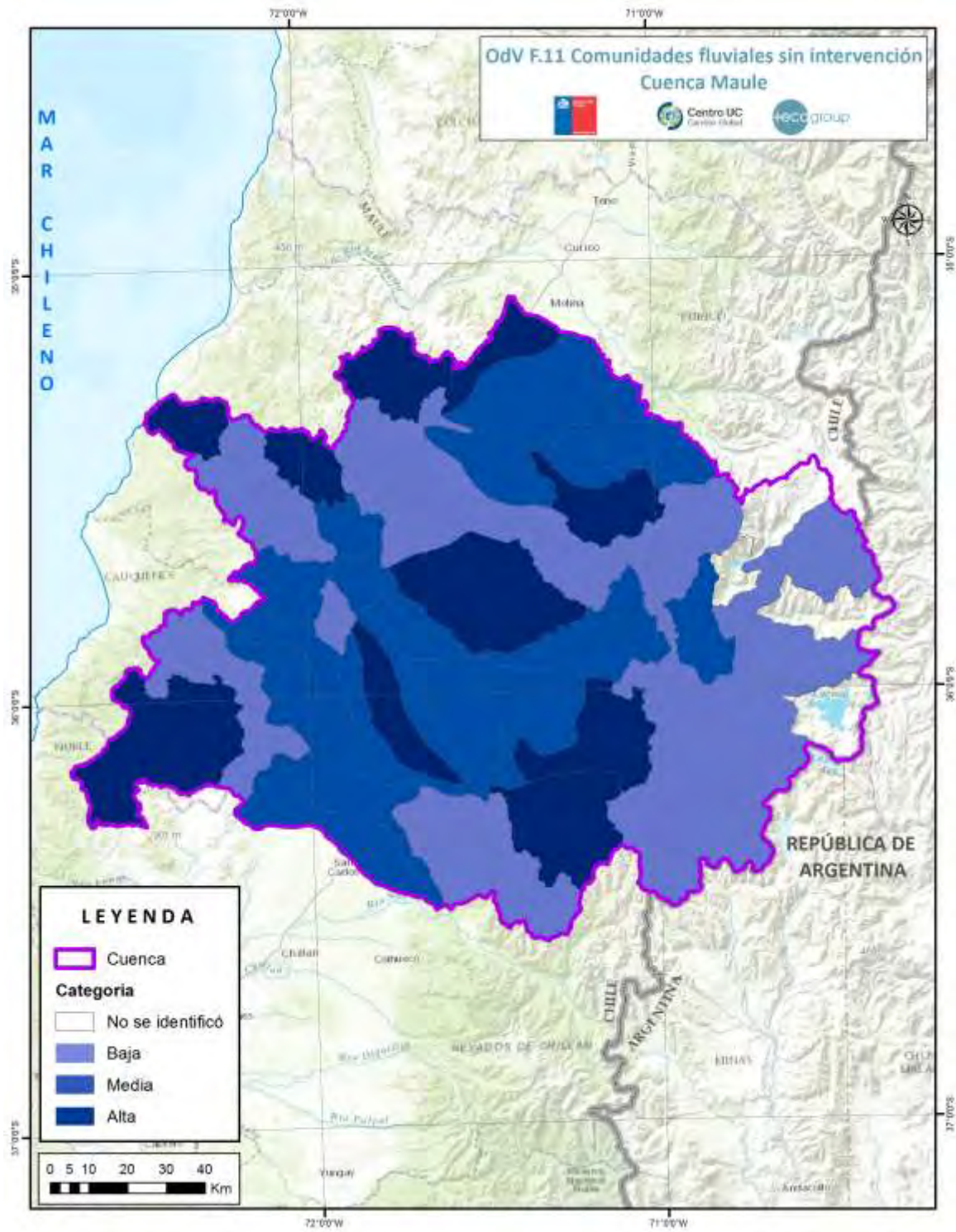
Tabla 86. resumen de los valores y observaciones por categoría - OdV F.11

Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral categorías (Número de SSC)			
				Ausente	Baja	Media	Alta
Maule	0	43	16	0 (4)	1 (29)	9 (21)	21 (10)
Biobío	0	45	17	0 (2)	1 (29)	10 (27)	22 (13)
Toltén	0	54	27	0 (0)	3 (14)	18 (15)	35 (1)

Fuente: elaboración propia.

En las siguientes figuras se identifica el OdV F.11 a escala de sub-subcuenca.

a)



c)

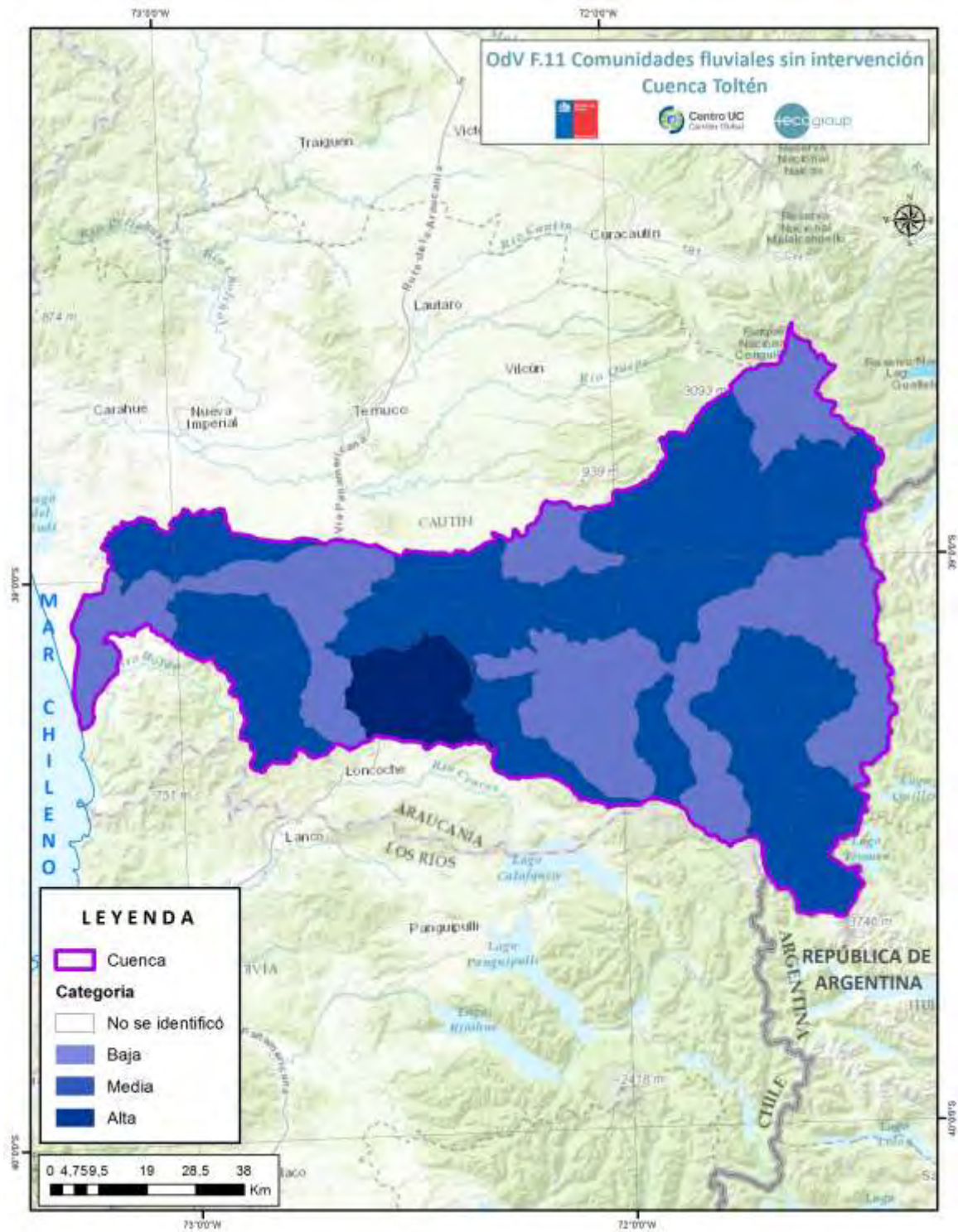


Figura 121. F.11: Comunidades fluviales con baja presencia de especies exóticas: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Toltén.

Fuente: elaboración propia.

Análisis:

Los resultados indican que el Toltén es la cuenca con la más sub-subcuencas con baja presencia probable de especies exóticas, seguido por el Maule y Biobío. Este resultado es muy parecido a los OdV F1 y F2, lo que sugiere que los datos de partida influyen mucho en la distribución de presencia de especies en los distintos OdV de especies de peces continentales. Esto sobre todo en las sub-subcuencas de área Andina, donde la falta de datos provoca, probablemente, la convergencia de los resultados de los OdV F1, F2, y F11, haciendo que los resultados sean más razonables para la cuenca del Biobío para la que hay más datos, que para Toltén y Maule. Es importante destacar también que, debido a las diferencias en escalas de los datos entre peces (por tramo) y *Didymosphenia geminata* (por SSC), es posible que existan tramos con OdV dentro de algunas SSC con presencia de la plaga didymo. En otras palabras, aunque la presencia de didymo en una SSC descalifique la presencia de este OdV a través del área total de SSC, es posible que algunos tramos al interior de la misma SSC tengan comunidades ecológicas con baja presencia de especies exóticas. Para mejorar las resoluciones espaciales dentro de las SSC con plaga didymo, se tendría que implementar un sistema de monitoreo a escala de tramos. Para futuras aplicaciones se sugiere implementar medidas que aumenten la base de datos por espacio (más sitios de muestra) y por tiempo (más datos a través del año) para aprender los movimientos (migraciones, rangos, etc.) de los peces y describir los cambios de especies nativas y exóticas (que incluyen peces, macroinvertebrados, plankton, microbentos, y algas).

5.2.13 OdV F.12: Áreas fluviales críticas para la conservación de la biodiversidad

Introducción:

Un ecosistema es un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y microorganismos y su entorno no viviente, donde interactúan como una unidad funcional (FSC, 2014). El hábitat es el lugar o el tipo de sitio donde una población u organismo ocurre (FSC, 2014). Los hábitats pueden ser sinónimo de ecosistemas o estar definidos a una escala menor (por ejemplo, un afloramiento rocoso es un hábitat clave para plantas raras dentro de un ecosistema forestal). Los refugios pueden ser refugios ecológicos (áreas aisladas que están protegidas de los cambios actuales (acciones humanas, eventos climáticos, entre otros) y dónde sobreviven plantas y animales típicos de una región) y refugios evolutivos (áreas donde ciertos organismos persistieron durante un periodo de clima desfavorable, que redujo en extremo las áreas habitables). Los ecosistemas, hábitats o refugios pueden ser naturalmente raros, si dependen de tipos de suelos, rocas, variables hidrológicas u otras características físicas o climáticas altamente localizados, o raros por razones antrópicas, cuando su tamaño se ha reducido considerablemente por actividades humanas en comparación a su extensión histórica.

La composición de especies, edad, estructura y tamaño de un ecosistema son también criterios importantes que definen su rareza. Los ecosistemas amenazados, o en peligro, son aquellos que han sufrido o se espera que sufran una reducción significativa de su distribución geográfica, los que tienen una distribución geográfica restringida, los que han sufrido o se espera que experimenten degradación significativa de alguna de sus variables abióticas, o alteración significativa de las interacciones bióticas y aquellos cuyo colapso es probable (Keith *et al.*, 2013).

Tabla resumen:

Tabla 87. Resumen OdV F.12

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
F.12	Áreas fluviales críticas para la conservación de la biodiversidad	Existencia de hábitats importantes para la conservación de la biodiversidad de especies relacionadas al ambiente ripariano	Físicos: Datos derivados del análisis de los tramos basado en imágenes aéreas de <i>Google Earth</i>	<i>Proxy</i>

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

El OdV F.12 se evaluó a escala de tramo, considerando la presencia de hábitats potencialmente críticos en el corredor fluvial, tal como se identificaron en *Google Earth*.

En concreto, se considera y cuenta si, a escala de tramo, hay presencia de, por lo menos, un humedal, un lago de corte de meandros (*oxbow lakes*), un área con macrófitas o una gran acumulación de madera. Estas informaciones se encuentran en el fichero a escala de tramo.

Operativamente, se determina la presencia del OdV F.12 para cada tramo de la red hidrográfica de cada sub-subcuenca, y se calcula el parámetro X. Se identifica la presencia del OdV F.12 en un tramo si X es superior a 1. En donde X representa las condiciones de atribución del OdV F.12 considerando el tramo mismo:

$$X = (A * \alpha) + (B * \beta) + (C * \gamma) + (D * \delta)$$

Siendo:

A: número de humedales a escala de tramo (esta información se encuentra en el fichero a escala de tramo)

B: número de lagos de corte de meandros a escala de tramo (esta información se encuentra en el fichero a escala de tramo)

C: número de áreas de macrófitas a escala de tramo (esta información se encuentra en el fichero a escala de tramo)

D: número de grandes acumulaciones de madera a escala de tramo (esta información se encuentra en el fichero a escala de tramo)

α : peso que se atribuye a los humedales en la definición del OdV F.12. En este estudio se considera $\alpha = 1$.
 β : peso que se atribuye a los lagos de corte de meandros en la definición del OdV F.12. En este estudio se considera $\beta = 1$.

γ : peso que se atribuye a las áreas de macrofitas en la definición del OdV F.12. En este estudio se considera $\gamma = 1$.

δ : peso que se atribuye a las grandes acumulaciones de madera en la definición del OdV F.12. En este estudio se considera $\delta = 1$.

En este estudio se reconoce que todas las unidades morfológicas identificadas a escala de tramo en este estudio, tales como humedales, lagos de corte de meandros, áreas de macrofitas, y grandes acumulaciones de madera tienen efecto positivo como áreas críticas para la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, faltando evidencias científicas muy clara acerca del peso relativo que puedan tener estas componentes en determinar el OdV F12, en este ejercicio se atribuyen valores de 1 a todos los pesos a α , β , γ , y δ .

Luego de identificar la presencia de OdV F.12 a nivel de tramo, este se representa a nivel de SSC, para ello se emplean tres categorías de presencia relativa (baja, media y alta), según sea el porcentaje de tramos de la SSC donde se reconoce que el OdV está presente. Los rangos de estas categorías se determinan a partir de la distribución de los valores que adquiere el porcentaje de tramos de la SSC con presencia del OdV F.12, en cada una de las SSC de la cuenca. Luego, los terciles de la distribución corresponden a los límites de dichos rangos.

Resultados:

Tabla 88. resumen de los valores⁹⁵ y observaciones por categoría - OdV F.12

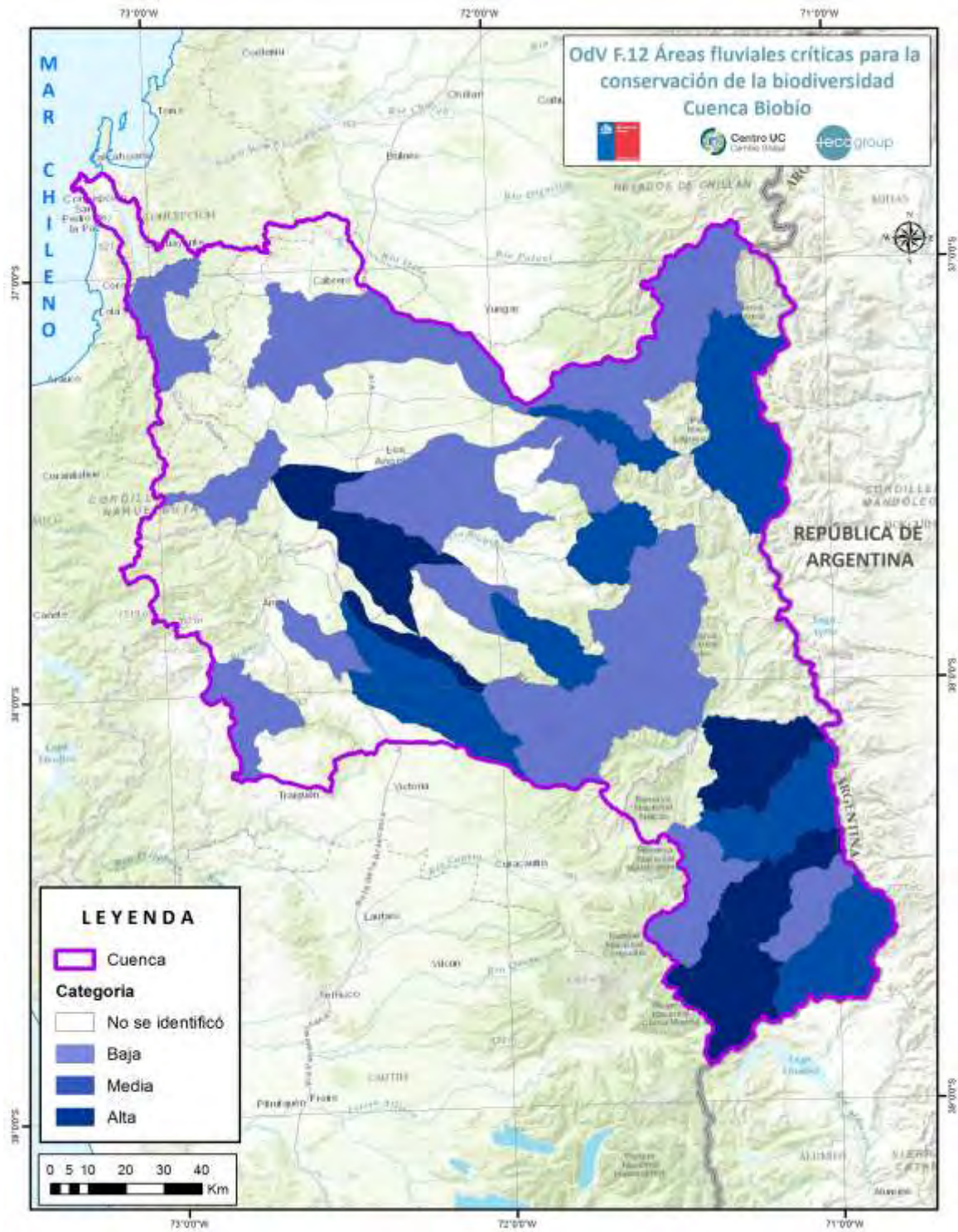
Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral categorías (Número de SSC)			
				Ausente	Baja	Media	Alta
Maule	0	16	6	0 (35)	1 (21)	3 (7)	9 (1)
Biobío	0	13	4	0 (29)	1 (27)	2 (9)	6 (6)
Toltén	0	6	3	0 (7)	1 (10)	2 (7)	4 (6)

Fuente: elaboración propia.

En las siguientes figuras se identifica el OdV F.12 a escala de sub-subcuenca.

^{95 95} Los números sin paréntesis, representan %

b)



c)

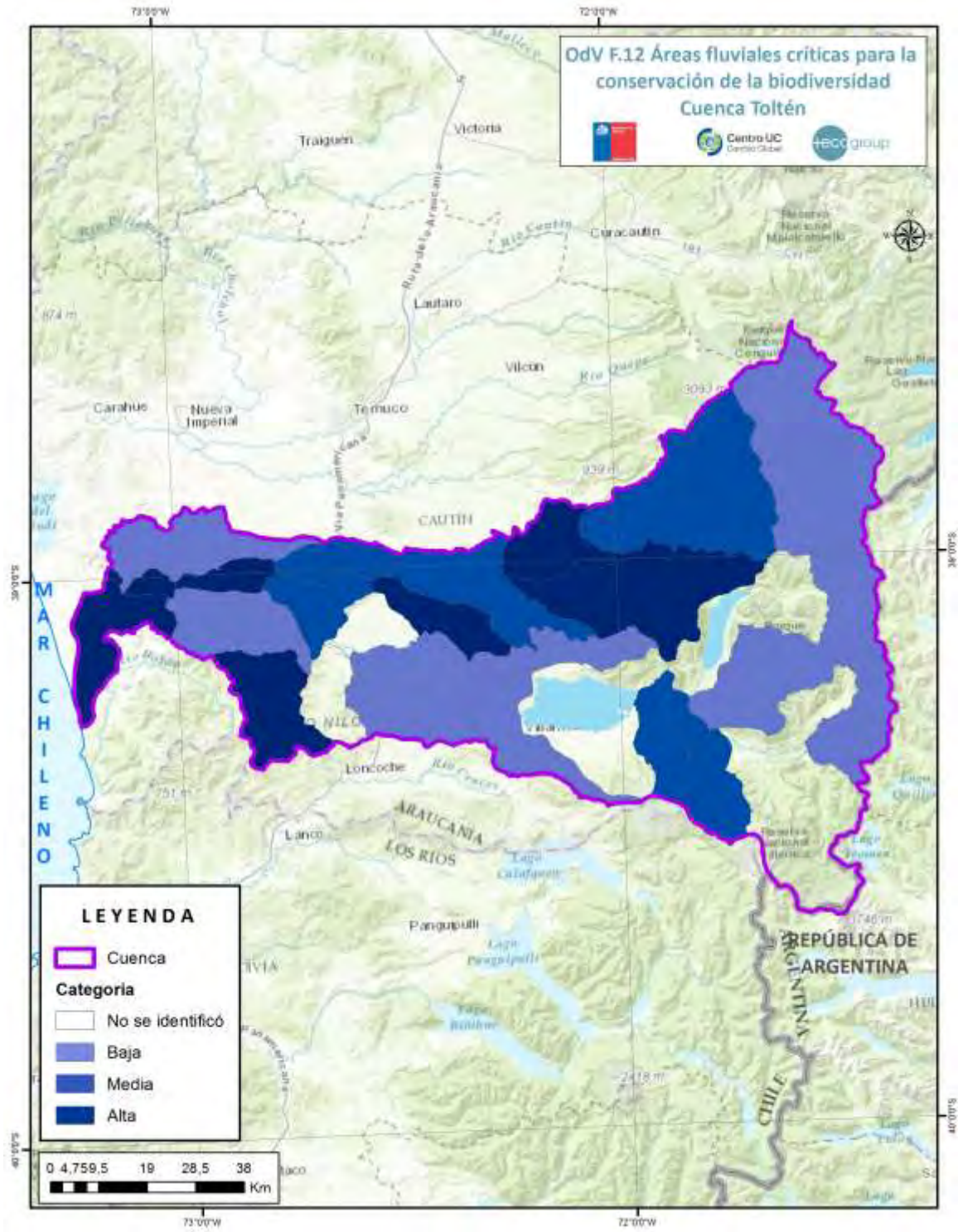


Figura 122. F.12: Áreas fluviales críticas para la conservación de la biodiversidad: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Toltén.

Fuente: elaboración propia.

Análisis:

Los resultados muestran que solo pocas sub-subcuencas tienen alta presencia del OdV F10. En específico, la cuenca del Toltén presenta más sub-subcuencas con presencia alta de este OdV, pero estas representan solo el 0.2% de las sub-subcuencas del Toltén. Es interesante observar como no haya un patrón en la distribución geográfica de las sub-subcuencas con alta presencia del OdV F12. Esto se debe al hecho de que se usaron varias unidades morfológicas para la definición del OdV. Algunas de estas unidades son intrínsecamente más abundantes en áreas de alta pendiente (sub-subcuencas Andinas) como por ejemplo las grandes acumulaciones de madera, mientras que otras son más relacionadas a tramos de baja pendiente y menor confinamiento lateral (por ejemplo, los lagos de corte de meandro), y tienden a localizarse en sub-subcuencas de zona de valle. Es interesante observar como sub-subcuencas con alto valor de OdV F10 tienden a presentar altos valores de OdV F12. Esto se debe al hecho que tramos menos intervenidos y con más alto valor morfológico usualmente conservan las unidades morfológicas peculiares y críticas para la conservación de la biodiversidad, que usualmente desaparecen en tramos más intervenidos (por ejemplo, a través de remodelaciones de sección, corte de vegetación ripariana, eliminación de troncos del cauce, etc.) Para aplicaciones futuras se requeriría de una identificación de un mayor número de ecosistemas, que puedan representar características particulares de importancia para el sistema fluvial, y, sobre todo, de una mayor investigación acerca del rol ecológico de cada uno de estos elementos, peces, anfibios y pequeños vertebrados.

5.2.14 OdV F.13: Ecosistemas lacustres

Introducción

Los ecosistemas lacustres tienen singularidades asociadas a la laminación de crecidas, acumulación de nutrientes y sustancia orgánica, además de poder cambiar la característica físico-química del agua, y de proporcionar hábitats distintos y peculiares para ciertas especies. En este estudio se considera la presencia de lagos y cuerpos lacustres menores dentro de la red hidrográfica, o por lo menos conectados a la red hidrográfica.

Tabla resumen:

Tabla 89. Resumen OdV F.13

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
F.13	Ecosistemas lacustres	Existencia de lagos y lagunas	Físicos: Datos derivados del análisis de los tramos basado en imágenes aéreas de <i>Google Earth</i>	Variable Directa

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

El OdV F.13 se pudo evaluar a escala de tramo considerando la presencia de lagos tal como se identificaron en *Google Earth*.

En concreto, se consideran y cuentan si, a escala de tramo, hay presencia de, por lo menos un lago que se ubique en un tramo que no está afectado en su régimen hidrológico (OdV F.3) o régimen de sedimento (OdV F.4).

Operativamente, se atribuye el OdV F.13 a cada tramo de estudio solo si X es mayor que 1, y también si hay presencia de los OdV F3 y F4 en el tramo. En otras palabras, se deben verificar la condición de que haya por lo menos un lago en un tramo y que ese tramo tenga presencia de OdV de régimen hidrológico y de régimen de sedimentos porque se pueda atribuir la presencia del OdV F13 al tramo considerado.

En este OdV, X es el número de lagos a escala de tramo. Cabe destacar que este valor se encuentra en el fichero Excel a escala de tramo.

El OdV F13 se identifica a nivel de tramo. Sin embargo, para representarlo a nivel de sub-subcuenca, se ocupan tres niveles de relevancia en clases (baja, media y alta), identificados según su valor agregado. Estas categorías se construyen a partir de la distribución de los datos a nivel de cuenca utilizando la división en terciles de estos sin considerar aquellos donde el valor agregado es cero. Los detalles y resumen de los valores y observaciones por categoría encontradas se resumen en la siguiente tabla.

Resultados:

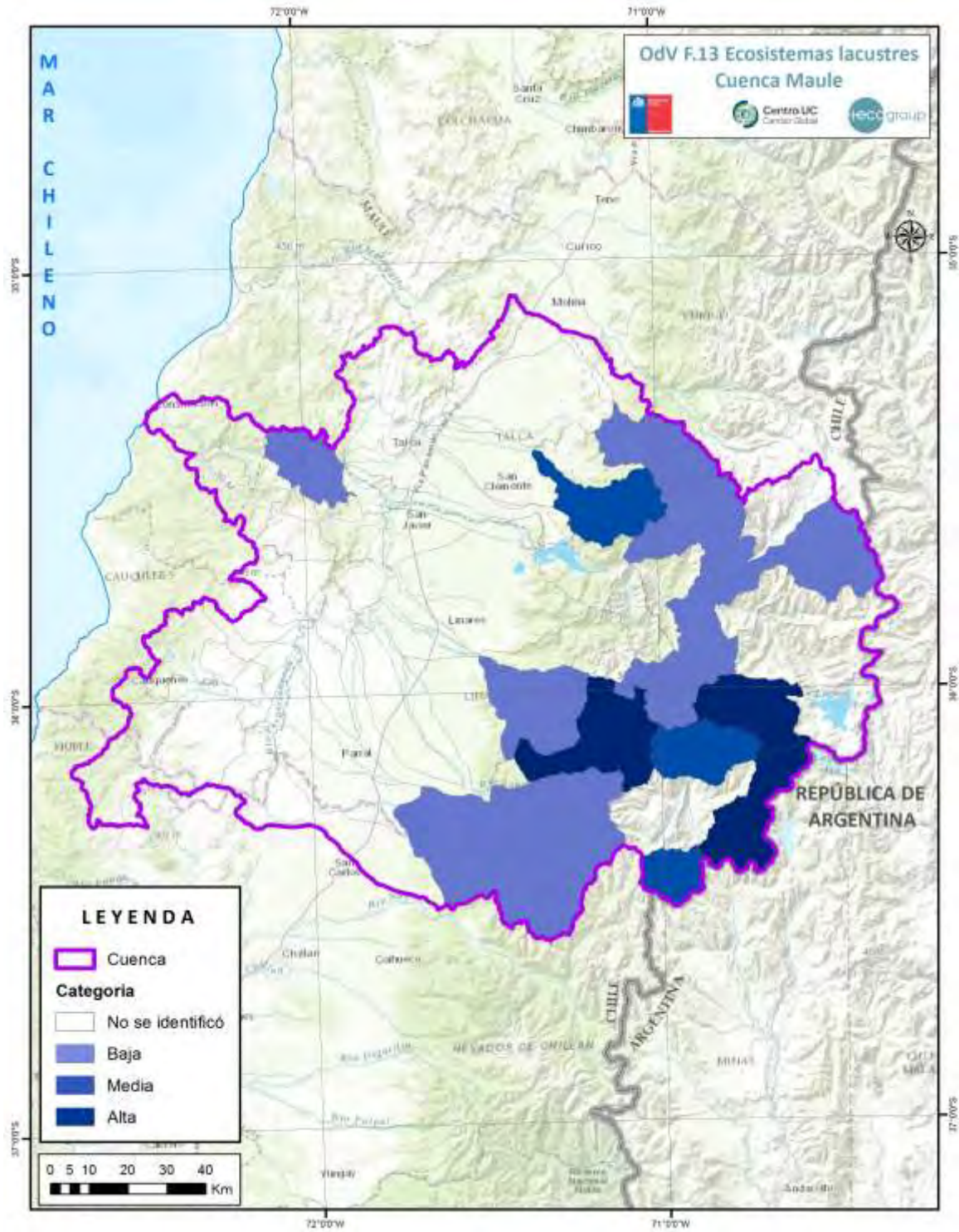
Tabla 90. resumen de los valores y observaciones por categoría - OdV F.13

Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral categorías (Número de SSC)			
				No se identifica	Baja	Media	Alta
Maule	0	6	3	0 (47)	1 (11)	2 (3)	4 (3)
Biobío	0	12	3	0 (42)	1 (21)	2 (7)	6 (1)
Toltén	0	5	2	0 (15)	1 (6)	2 (8)	3 (1)

Fuente: elaboración propia.

En las siguientes figuras se identifica el OdV F.13 a escala de sub-subcuenca.

a)



Análisis:

Los resultados evidencian que hay solo pocas sub-subcuencas con un número suficientemente grande de elementos (lagos), que se le puede atribuir un valor relacionado al OdV F13. Específicamente, la presencia de sub-subcuenca con algún nivel de presencia de este OdV es del 26%, 40%, y 43% en Maule, Biobío, y Toltén, respectivamente, mientras que la presencia de sub-subcuencas con alto nivel de presencia de este OdV es inferior al 0.5% en todas las cuencas de estudio. Las sub-subcuencas con mayor presencia de este OdV se localizan principalmente en la zona Andina, donde hay usualmente presencia de lagunas y lagos menores, en áreas con presencia de OdV F3 y F4, que identifican sub-subcuencas con poca alteración del régimen hidrológico y de sedimentos, por falta de estructuras hidráulicas mayores e intervenciones tales como extracciones de áridos.

5.2.15 OdV F.14: Glaciares

Introducción:

Se considera que las masas de hielo deben ser consideradas como ecosistemas y hábitats, pues existen evidencias de que las reacciones microbianas que en ellas se dan, suponen un efecto significativo en la dinámica, composición y abundancia de nutrientes del agua que fluye en los ríos, proveniente del deshielo (Milner *et al.*, 2009). El ecotono de transición entre lagos y ríos puede albergar características particulares de gran importancia para la biodiversidad de los cursos de agua.

Tabla resumen:

Tabla 91. Resumen OdV F.14

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
F.14	Glaciares	Existencia de glaciares	Base de datos de glaciares de la DGA.	Variable Directa

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

El OdV F.14 se evaluó a escala de sub-subcuenca, considerando la presencia de glaciares, ubicados en las sub-subcuencas ocupando la base de datos de la DGA (Inventario Nacional de Glaciares).

En concreto, se consideran y cuentan si, a escala de sub-subcuenca, hay presencia de por lo menos un glaciar.

Operativamente, se atribuye el OdV F.14 a una sub-subcuenca, si hay un glaciar en ella. Esta información se encuentra en el fichero a escala de sub-subcuenca.

El OdV F14 se identifica a nivel de sub-subcuenca. Para representarlo, se ocupan tres niveles de relevancia en clases (baja, media y alta), identificados según su valor agregado. Estas categorías se construyen a partir de la distribución de los datos a nivel de cuenca utilizando la división en terciles de estos sin considerar aquellos donde el valor agregado es cero. Los detalles y resumen de los valores y observaciones por categoría encontradas se resumen en la siguiente tabla.

Resultados:

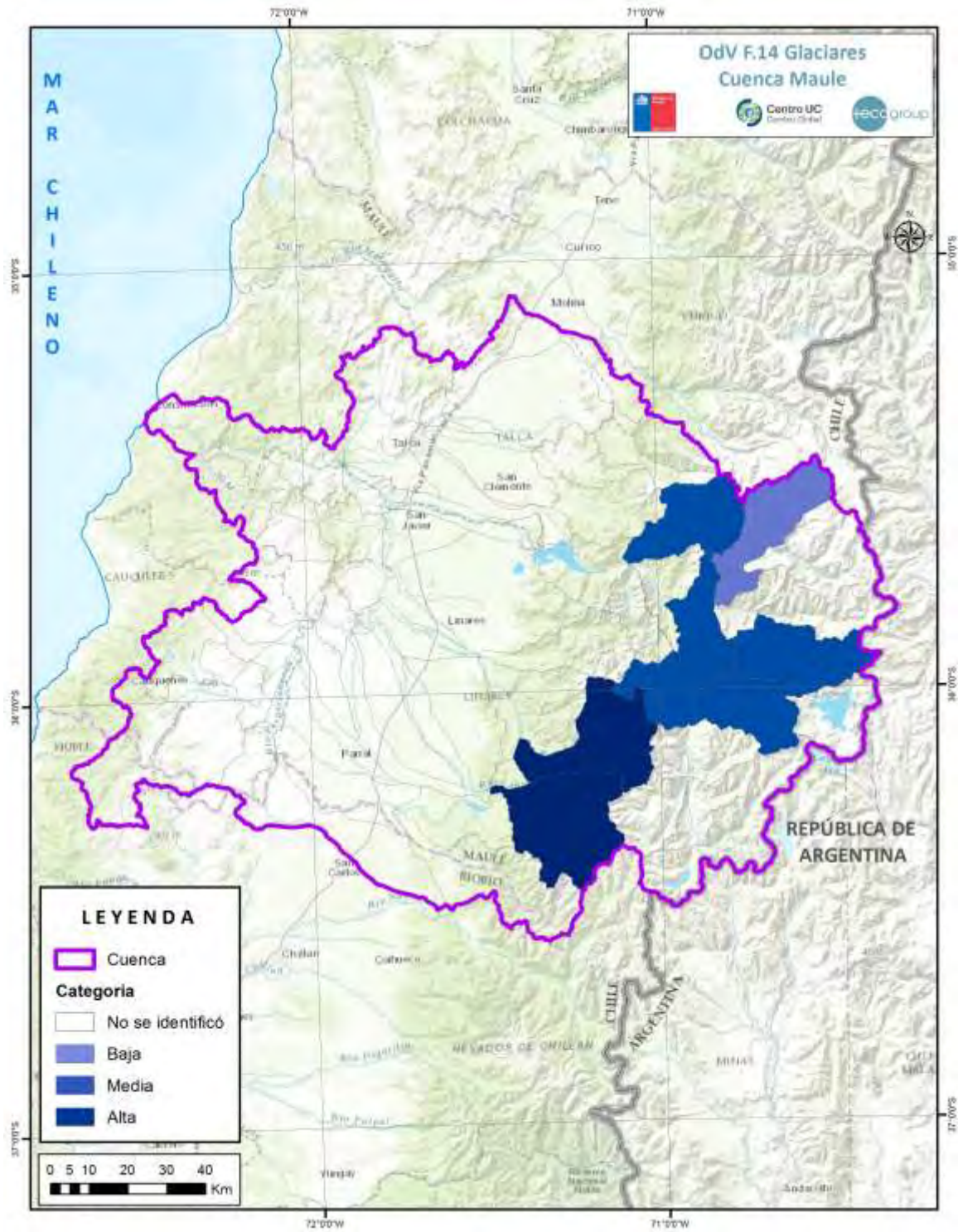
Tabla 92. resumen de los valores y observaciones por categoría - OdV F.14

Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral categorías (Número de SSC)			
				Ausente	Baja	Media	Alta
Maule	0	55	33	0 (55)	7 (2)	10 (5)	35 (2)
Biobío	0	79	48	0 (64)	13 (3)	17 (3)	46 (1)
Toltén	0	33	22	0 (22)	12 (3)	16 (2)	24 (3)

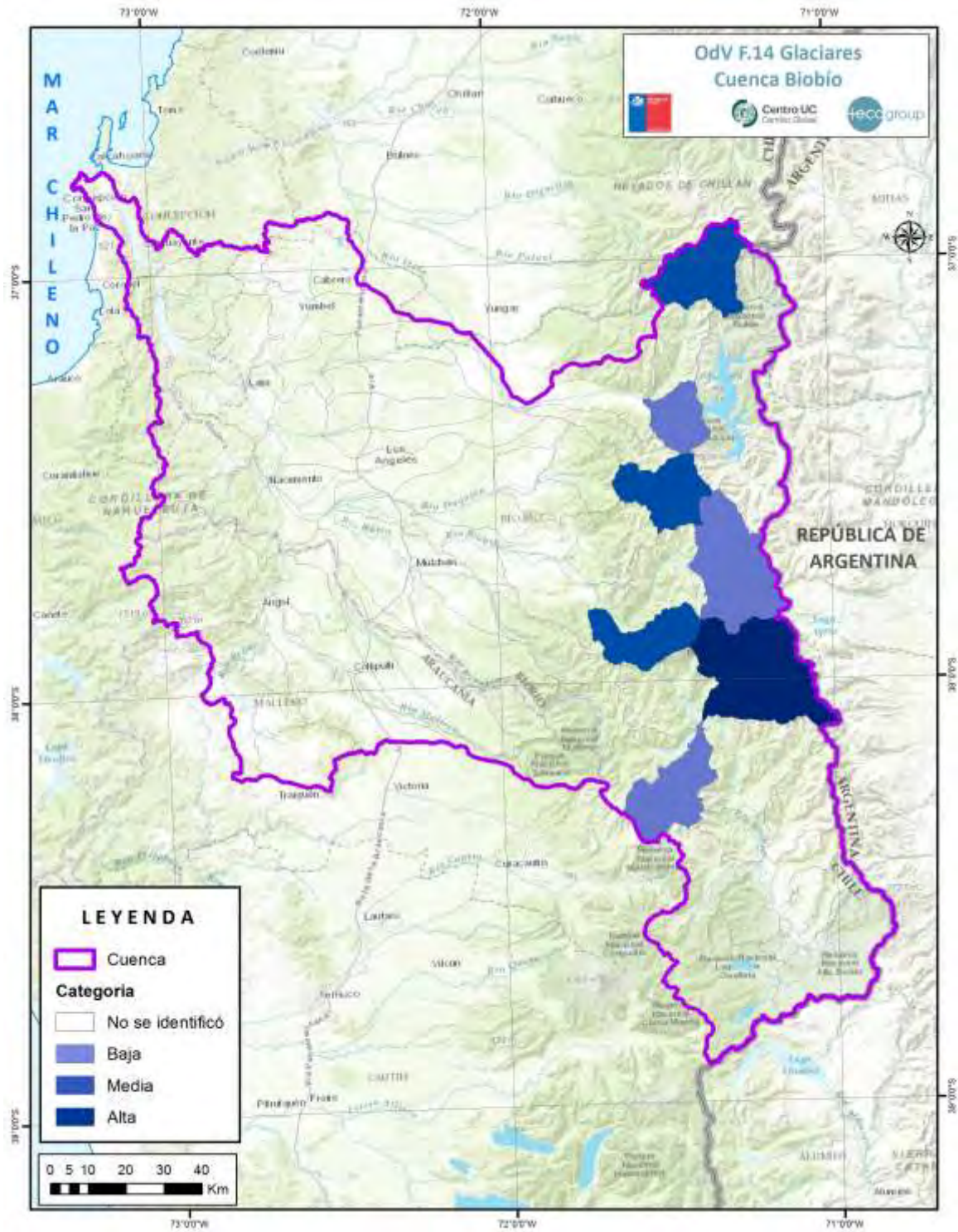
Fuente: elaboración propia.

En las siguientes figuras se identifica el OdV F.14 a escala de sub-subcuenca.

a)



b)



c)

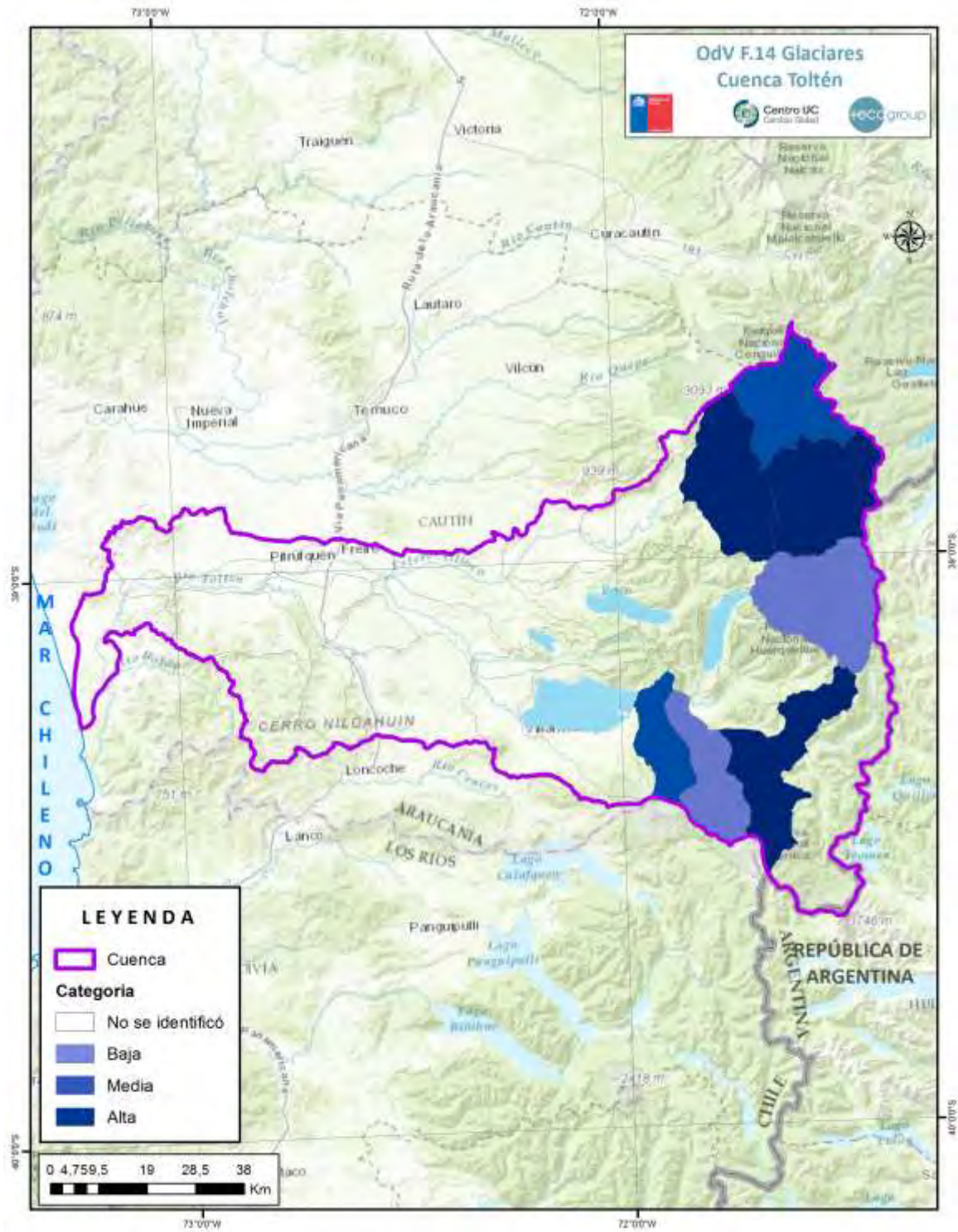


Figura 124. F.14: Glaciares: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Toltén.

Fuente: elaboración propia.

Análisis:

Debido al número, relativamente, pequeño de glaciares en las cuencas estudiadas, solo pocas sub-subcuencas llegan a tener el OdV F14 según la metodología adoptada. La cuenca con más elevada presencia de este OdV es la del Toltén. Esto se debe a que los glaciares se ubican en zonas de alta cordillera de los Andes. En este ejercicio se considera la mera presencia de glaciares para la atribución del OdV a escala de sub-subcuenca. Sin embargo, en futuras aplicaciones sería interesante también considerar la dimensión de las masas de hielo, y también las variaciones de dimensión de los glaciares, para incorporar un término de cambio climático, especialmente en las cuencas más al Norte, más afectadas por cambios de temperatura y precipitaciones.

5.3 Objetos de Valoración Terrestres

5.3.1 Explicación metodológica general para los OdV Terrestres

Los Objetos de Valoración Terrestres se refieren a los componentes del medio biofísico que no entran en la categoría de OdV Fluviales, y que representan, más que nada, temas como biodiversidad de especies de flora y fauna terrestre, ecosistemas con especies en algún grado de conservación o especiales, Parques Nacionales y zonas protegidas o con interés de ser protegidas, etc.

Los OdV terrestres que se han incorporado en esta fase se relacionan con la identificación de comunidades terrestres en condición de prístinidad y con la identificación de ecosistemas amenazados. Los cambios metodológicos señalados se refieren, principalmente, a la utilización de nuevas fuentes de información, que no estuvieron incluidas en el estudio anterior. Por ejemplo, se están utilizando modelos de distribución de especies desarrollados para el Ministerio del Medio Ambiente (Marquet *et al.*, 2010), los que servirán para completar o complementar la información de bases de datos de presencia de especies para los OdV T.1 y T.2. Además, se incorporará información del inventario nacional de humedales para los OdV T.7 (ver listado final de OdV terrestres en Tabla 93).

Estos objetos terrestres se dividen según la metodología de los Altos Valores de Conservación (Brown *et al.*, 2013) en cuatro grupos: los que corresponden a hábitats importantes para la conservación de especies; ecosistemas prístinos de gran extensión; Ecosistemas de distribución reducida y finalmente OdV de servicios ecosistémicos otorgados por ecosistemas terrestres.

Se definieron doce Objetos de Valoración Terrestres, donde los dos primeros (T.1 y T.2) se relacionan a la distribución espacial de especies terrestres y el tercero (T.3) se refiere a áreas geográficas particulares, que se pueden definir como hábitats importantes para las especies. El cuarto (T.4), busca la identificación de áreas geográficas con poca o nula intervención antrópica, el quinto (T.5) releva el nivel de fragmentación de los paisajes naturales y el sexto (T.6) incorpora la identificación de ecosistemas relativamente intervenidos desde la perspectiva de la presencia de especies exóticas. El séptimo (T.7) identifica ecosistemas particulares con extensión espacial reducida y el octavo (T.8) da cuenta de los ecosistemas terrestres que se identifican con distintos grados de amenaza debido a la acción del hombre. El OdV T.9 está relacionado a la protección de la erosión como servicio ecosistémico. Finalmente, los OdV T.10, T.11 y T.12 buscan identificar ecosistemas prístinos de gran extensión, el primero utilizando la distribución de la categoría de Parque Nacional del Sistema de áreas Protegidas del Estado, el segundo incorporando además del anterior el resto de las categorías de protección oficial (Reservas, Monumentos, Santuarios de la Naturaleza, Bienes Nacionales Protegidos), y finalmente el tercero, incluye las áreas de protección privada y los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, definidos por el Ministerio de Medio Ambiente.

El listado actualizado de los OdV terrestres se presenta en la Tabla 93.

Tabla 93. OdV terrestres actualizados para la segunda etapa

OdV	Nombre
T.1	Especies terrestres en categoría de amenaza
T.2	Especies terrestres endémicas
T.3	Áreas terrestres críticas para la conservación de la diversidad o singularidad de especies
T.4	Áreas de paisaje terrestre natural
T.5	Paisaje natural no fragmentado
T.6	Comunidades terrestres con baja presencia de especies exóticas
T.7	Ecosistemas terrestres azonales
T.8	Ecosistemas terrestres en categoría de amenaza
T.9	Protección frente a la erosión
T.10	Parques Nacionales
T.11	Áreas oficiales de conservación excluyendo parques nacionales
T.12	Áreas de conservación de interés privados y sitios prioritarios

A continuación, se presentan la metodología para desarrollar cada uno de los OdV para el ámbito terrestre, indicando las fuentes de información utilizadas y los pasos metodológicos involucrados.

5.3.2 OdV T.1: Especies Terrestres en categoría de amenaza

Introducción:

Las centrales hidroeléctricas tienen efectos directos sobre la biodiversidad en ambientes fluviales, dado que dificultan o impiden la conectividad longitudinal del sistema fluvial y, por tanto, modifican los procesos ecológicos que controlan la disponibilidad de hábitat y los ciclos biológicos que posibilitan esa biodiversidad (Habit *et al.* 2006). Los efectos sobre la biodiversidad terrestre son más complejos de definir en términos de causalidad, se pueden establecer efectos indirectos en términos de fragmentación y pérdida de la cobertura natural, producto de las obras asociadas a la construcción e implementación de centrales. Por lo anterior, se hace relevante tener identificado las concentraciones de biodiversidad terrestre en las sub-subcuencas.

Tabla resumen:

Tabla 94. Resumen OdV T.1

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
T.1	Especies Terrestres en categoría de amenaza	Especies Terrestres en categorías de amenaza: En peligro crítico (CR), En peligro (EN), Casi amenazada (NT), Rara (R) y vulnerable (VU).	Base datos de ocurrencia de especies MMA y Marquet <i>et al.</i> 2010	Proxy

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

En términos metodológicos, este OdV se construyó con la base de datos de registros de ocurrencia de especies para flora y fauna, desarrolladas en el estudio “Estudio de vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la eco-región mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático” (Marquet *et al.*, 2010). Además, se incorporó en función de la disponibilidad, la base de datos de la división de especies del Ministerio de Medio Ambiente, para complementar la base de datos del estudio de Marquet *et al.* 2010. Buscando incorporar especies que no fueron incluidas en el estudio, pero que ya cuentan con una base de datos de registros de presencia suficiente para ser modeladas. En total se modelaron 484 especies de flora y 70 especies de fauna.

Se incorporó además una actualización de las variables ambientales utilizadas en los modelos de distribución, respecto a las presentadas en el estudio de Marquet *et al.* 2010, estas corresponden a las 19 variables climáticas, obtenidas de superficies producidas por Pliscoff *et al.* 2014, quien perfeccionó las superficies bioclimáticas del WorldClim (Hijmans *et al.*, 2005) incluyendo información de diversas estaciones meteorológicas chilenas: temperatura media anual, rango medio de temperaturas diurnas, isotermalidad, estacionalidad de temperaturas, temperatura máxima del mes más cálido, temperatura mínima del mes más frío, rango de temperaturas anuales, temperatura media del cuatrimestre más húmedo, temperatura media del cuatrimestre más seco, temperatura media del cuatrimestre más cálido, temperatura media del cuatrimestre más frío, precipitación anual, precipitación del mes más húmedo, precipitación del mes más seco, estacionalidad de las precipitaciones, precipitación del cuatrimestre más húmedo, precipitación del cuatrimestre más seco, precipitación del cuatrimestre más cálido y precipitación del cuatrimestre más frío. Estas variables se presentan a una resolución de 1 km por celda. Para la elección de variables a utilizar en los modelos, se comprobaron las correlaciones entre las variables ambientales mediante una tabla de correlaciones de Pearson. Para esto se utilizó el software R.

Fueron considerados pares con una alta correlación los que mostraban una relación mayor o igual a 0,8. Las variables removidas fueron las consideradas biológicamente menos significativas para las especies. De esta forma, se obtuvo una submuestra de variables importantes y que representan factores ambientales independientes. Finalmente, las variables seleccionadas para hacer los modelos fueron las siguientes: temperatura mínima del mes más frío, rango de temperaturas anuales, temperatura media del cuatrimestre más húmedo, temperatura media del cuatrimestre más frío, precipitación anual, precipitación del cuatrimestre más húmedo y precipitación del cuatrimestre más seco.

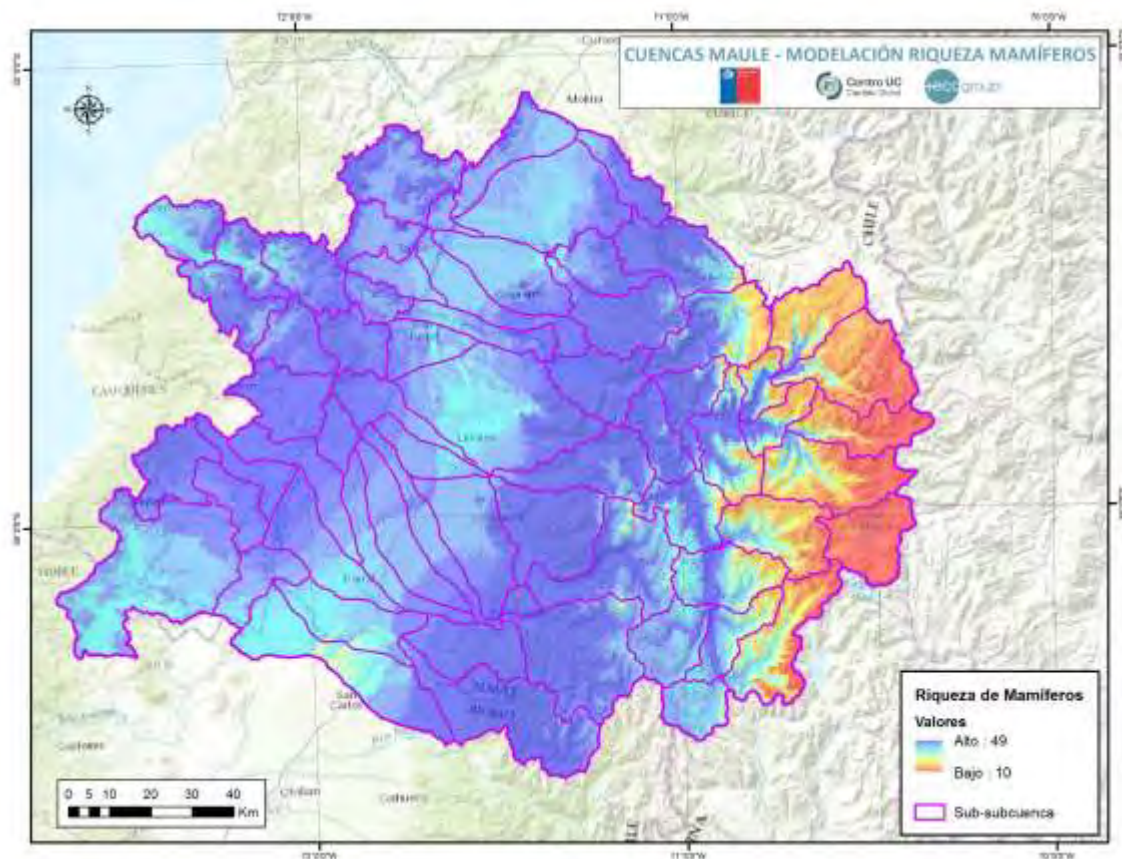


Figura 125. Ejercicio de modelación de riqueza de mamíferos para la cuenca del río Maule

Fuente: elaboración propia.

El Método de Máxima Entropía (Maxent) es un método general para realizar predicciones o inferencias a partir de información incompleta. Estima la probabilidad de presencia de la especie buscando la distribución de probabilidad lo más uniforme posible, bajo la restricción de que el valor esperado de cada capa de información deba acercarse a su media empírica (Phillips *et al.*, 2006). Este procedimiento es especialmente apropiado para analizar datos de sólo presencia, es decir, cuando la base de datos no presenta auténticas ausencias (Elith *et al.*, 2006). Para la realización de los modelos, los datos de presencia de cada especie fueron divididos al azar en dos, un 80% fueron usados para el modelo de predicción y un 20% fueron usados para la validación del modelo. Se utilizó la versión 3.2.19 del modelo Maxent y se seleccionaron las siguientes características de las simulaciones: *features type: Auto; Regularization multiplier= 1,0; Output format= Logistic, Maximum iterations= 1000*. Para evaluar el ajuste del modelo el programa calcula la curva ROC (*Operating Characteristics Curve*, Característica Operativa del Receptor) y el área bajo esta curva, denominada AUC, cuyos valores se presentan entre 0,5, predicción al azar, y 1, correspondiente a una perfecta discriminación. (Phillips *et al.*, 2006).

Se modelaron, mediante Maxent, 115 especies de flora y 44 especies de fauna en categoría de conservación en el país (en peligro, vulnerables, insuficientemente conocidas o raras). Los

modelos obtenidos fueron transformados a un formato binario, utilizando como criterio de corte, el valor de máxima especificidad versus sensibilidad de los datos de entrenamiento (Liu *et al.*, 2005), obteniéndose las distribuciones finales de las especies en estudio en formato *shape*.

Para obtener las áreas de riqueza de especies en categoría de amenaza, estas distribuciones binarias fueron sumadas, teniendo como resultado una cartografía de riqueza de especies en categoría de conservación a nivel país. Finalmente, para el cálculo de este OdV se determinaron los valores de riqueza de especies en estado de conservación para cada subcuenca en estudio. Para determinar las zonas con mayor cantidad de especies en categoría de conservación se definió un umbral de corte de la riqueza de especies con sobre un 50% de riqueza con el objetivo de darle más relevancia a las zonas que concentran un mayor número de especies. Finalmente se definieron las tres categorías en función de la proporción de superficie del umbral (tabla 95) por sub-subcuenca. Estas categorías reflejan la superficie con riqueza de especies sobre el 50% en cada una de las sub-subcuencas analizadas.

Resultados:

Los resultados del OdV especies terrestres en categoría de amenaza (Figura 126) se presentan en función de las categorías presentadas en la tabla 95, que corresponde a porcentajes de superficie por sub-subcuenca definidos a partir del umbral del 50% riqueza definidos por los modelos de distribución por especie.

Tabla 95. Resumen de los valores por categoría - OdV T.1 Especies Terrestres en categoría de amenaza

Cuenca	Porcentaje de superficie en la sub-subcuenca de especies terrestres amenazadas			
	Baja	Media	Alta	No se identificó
Maule	0,32 - 25,70	25,71 - 75,35	75,36 - 100	0
Biobío	1,40 - 28,22	28,23 - 62,08	62,09 - 100	0
Toltén	6,25 - 38,54	38,55 - 75,80	75,81 - 100	0

Fuente: elaboración propia.

Análisis:

Los resultados obtenidos indican un patrón similar de presencia de especies amenazadas para las tres cuencas, la mayor concentración se presenta en las zonas costeras y bajas de las cuencas, disminuyendo progresivamente hacia la precordillera y cordillera. Este patrón de riqueza de especies es común para todos los grupos (flora y fauna) y para todo el país. La disminución longitudinal de la riqueza en la zona centro sur de Chile, se puede explicar por factores históricos (extensión del último máximo glacial en las zonas cordilleranas) y ecológicos (menor disponibilidad de recursos en zonas de mayor altitud). Esto presenta un conflicto referente a los patrones actuales del uso del suelo, ya que estos resultados se refieren a la

distribución potencial de las especies amenazadas, justamente, donde este OdV indica las categorías más altas es donde menos se dispone de cobertura natural para la presencia de las especies, esto asociado a los usos de suelo antrópicos, como zonas agrícolas, forestales y urbanas.

c)

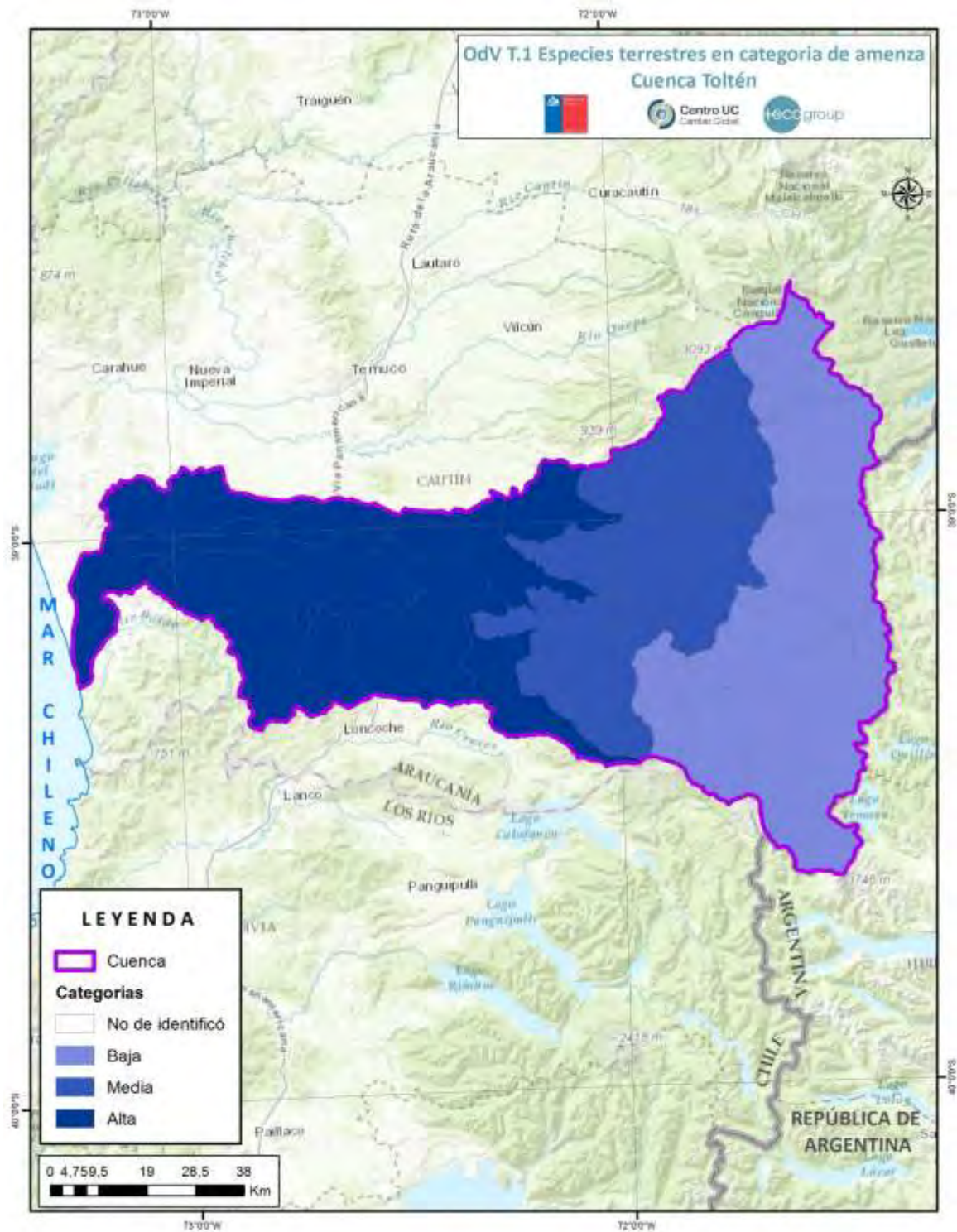


Figura 126. OdV T.1: Especies Terrestres en categoría de amenaza: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Tolten.

Fuente: elaboración propia.

5.3.3 OdV T.2: Especies endémicas terrestres

Introducción:

Este OdV tiene las mismas bases técnicas que su predecesor, el OdV T.1. La diferencia es que, en este caso, se trata de especies endémicas, es decir que su distribución se restringe solamente al territorio nacional, estén ellas o no en algún nivel de conservación, por tratarse de especies únicas y, por ende, valoradas por la sociedad.

Tabla resumen:

Tabla 96. Resumen OdV T.2

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
T.2	Especies endémicas terrestres	Presencia de especies de flora, mamíferos, anfibios y reptiles endémicos terrestres	Base datos MMA	Proxy

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

De la misma manera, la metodología de análisis y determinación de este OdV se realiza similar al OdV T.1. Para el caso de las especies endémicas terrestres, se modelaron, mediante Maxent, 369 especies de flora y 14 especies de fauna endémicas.

Para obtener las áreas de riqueza de especies endémicas, estas distribuciones binarias fueron sumadas, teniendo como resultado una cartografía de riqueza de especies en categoría de conservación a nivel país. Finalmente, para el cálculo de este OdV se determinaron los valores de riqueza de especies endémicas para cada sub-subcuenca en estudio. Para determinar las zonas con mayor cantidad de especies en categoría de conservación se definió un umbral de corte sobre un 50% de riqueza por sub-subcuenca, finalmente se definieron las tres categorías (baja, media, alta) en función de la proporción de superficie del umbral (tabla 97) por sub-subcuenca

Resultados:

El OdV de Especies terrestres endémicas, presenta resultados muy similares al OdV T.1 de especies terrestres en categoría de amenaza (Figura 127), presentando las categorías más altas del OdV en las zonas costeras e interiores de las tres cuencas, disminuyendo desde la costa a la zona andina.

Tabla 97. Resumen de los valores por categoría - OdV T.2 Especies terrestres endémicas

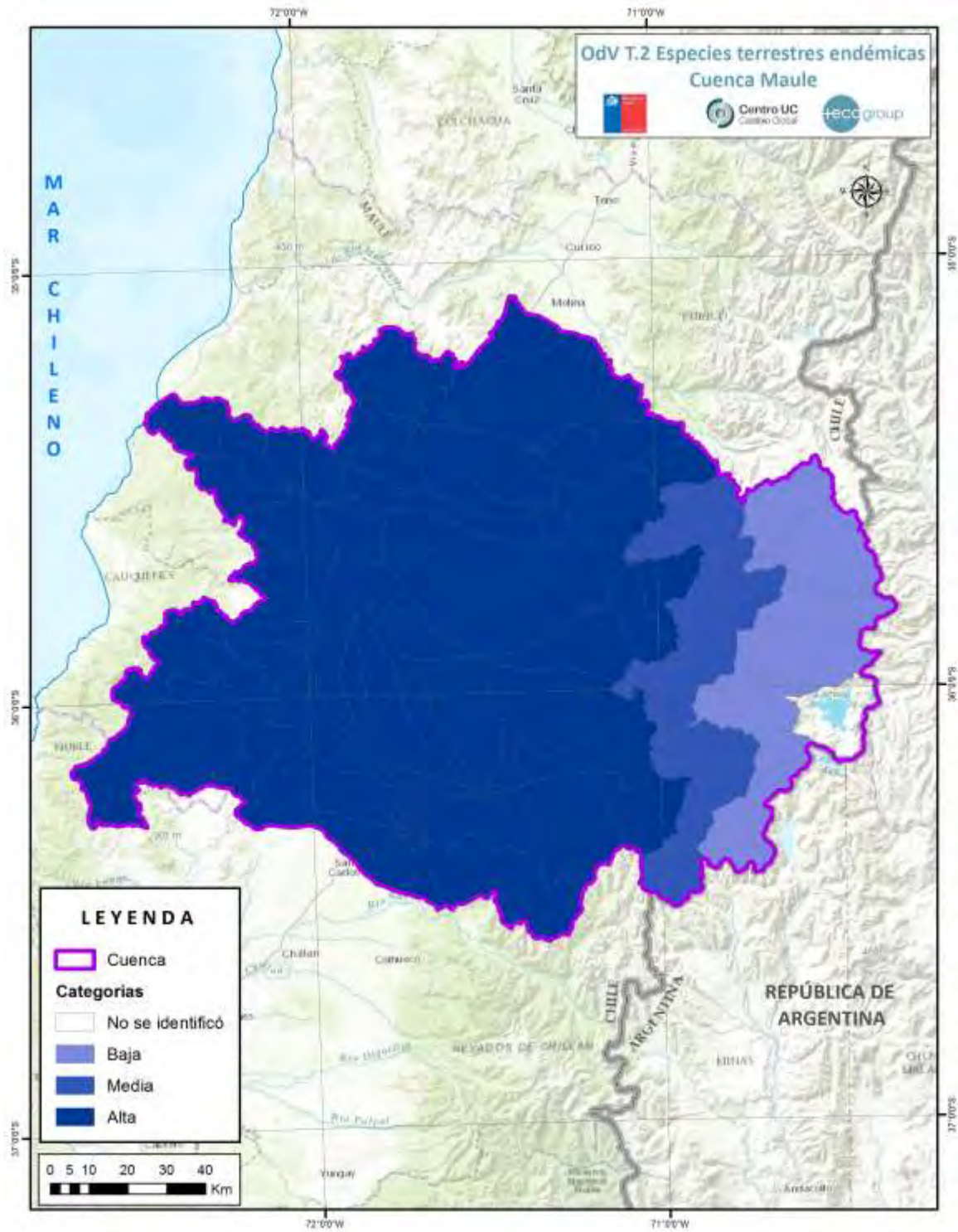
Cuenca	Porcentaje de superficie en la sub-subcuenca de especies terrestres endémicas			
	Baja	Media	Alta	No se identificó
Maule	1,29 - 6,45	6,46 - 63,13	63,14 - 100	0
Biobío	1,10 - 28,48	28,49 - 78,34	78,35 - 100	0
Toltén	35,83 - 58,35	58,36 - 83,81	83,82 - 100	0

Fuente: elaboración propia.

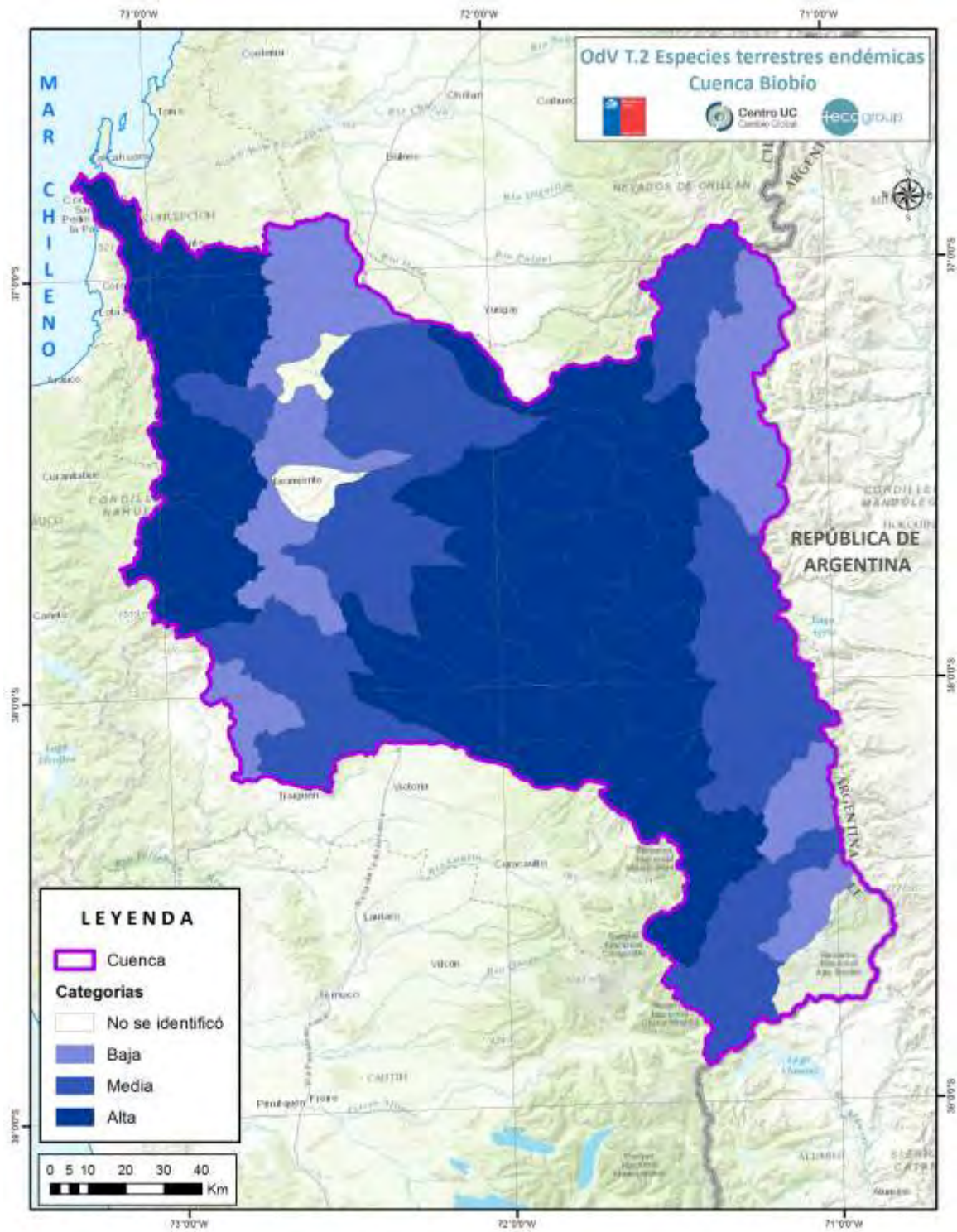
Análisis:

Los resultados indican un patrón muy similar al OdV T.1 de especies terrestres en categoría de amenaza, para la mayoría de los grupos de flora y fauna de Chile y especialmente en el caso de las especies endémicas, la mayor diversidad (riqueza) se encuentra en las zonas más bajas y costeras. La concentración de especies endémicas, se puede explicar claramente con la expansión del último máximo glacial en Chile central, donde las especies se concentraron en aquellas zonas no cubiertas de hielo permanente, aislándose principalmente en la cordillera de la costa y en zonas costeras. Esto se refleja claramente en el patrón de riqueza obtenido.

a)



(b)



(c)



Figura 127. OdV T.2: Especies endémicas terrestres: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Tolten.

Fuente: elaboración propia.

5.3.4 OdV T.3: Áreas terrestres críticas para la conservación de la biodiversidad

Introducción:

El OdV de áreas terrestres críticas para la conservación de la biodiversidad, busca identificar aquellos ecosistemas singulares que por sus condiciones edáficas o geomorfológicas presentan atributos diferentes a los ecosistemas que se distribuyen en forma más amplia (ecosistemas zonales). Además, este tipo de ecosistemas, usualmente sirve de soporte para comunidades de especies también particulares en que su persistencia depende directamente de la existencia de estos ecosistemas.

Tabla resumen:

Tabla 98. Resumen OdV T.3

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
T.3	Áreas terrestres críticas para la conservación de la biodiversidad	Áreas de uso temporal crítico (refugios, reproducción, cría, migración, alimentación o hibernación)	Sitios definidos como áreas importantes para las aves (IBA, <i>Birdlife international</i> , Devenish <i>et al.</i> 2009).	Proxy

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Para poder identificar las áreas críticas en el ámbito terrestre se utilizó, como indicador indirecto, la identificación de áreas de importancia para las aves (IBA, *Important Bird Areas* por sus siglas en inglés; Devenish *et al.*, 2009) y los sitios Ramsar oficiales para el país. Solamente los sitios Ramsar tienen una valoración legal y oficial, pero se decidió agregar las IBA, debido a que ésta es una clasificación validada internacionalmente, que surge de un proceso basado en conocimiento de expertos para la identificación de sitios que representen hábitats para especies de aves en ámbitos terrestres, costeros y marinos.

En el caso de Chile, se han identificado 114 IBA (Soazo *et al.*, 2009), por lo que se tiene un registro importante a nivel nacional, que puede ser usado como un indicador de áreas de uso temporal crítico para este grupo. En forma complementaria, a las IBA identificadas para Chile, se levantaron mediante la interpretación de imágenes de *Google Earth*, otros sitios que correspondan a hábitats para especies de aves, que, por tener menor extensión espacial, asociadas a zonas riparianas, no han sido identificadas en las IBA. La información referente a la presencia de un IBA y a los sitios obtenidos de *Google Earth*, es de carácter puntual, asociada a una localidad geográfica. Como primer paso, se asocia esta localidad a la presencia de estos

sitios en una SSC y, posteriormente, se realiza un conteo mediante Sistema de Información Geográfico del número de IBA y sitios Ramsar por SSC.

Para el cálculo del OdV se incluye la SSC si presenta al menos un sitio (IBA o RAMSAR), debido a las características en la distribución espacial de las IBA, en el área de las tres cuencas analizadas al tener una expresión espacial puntual, solo se presentan asociados a la presencia/ausencia en cada sub-subcuenca (Tabla 98).

Resultados:

El OdV T.3 Áreas terrestres críticas para la conservación de la biodiversidad no presenta las características para aplicar categorías dentro de rangos de valoración. Por lo que se presenta en forma de presencia/Ausencia según su ubicación dentro de alguna sub-subcuenca (Figura 128). La cuenca que presenta más áreas críticas es la de la región del Biobío con tres, tanto la cuenca del Maule como la del Toltén, presentan solo dos áreas.

Tabla 99. Resumen de los valores por categoría - OdV T.3 Áreas terrestres críticas para la conservación de la biodiversidad

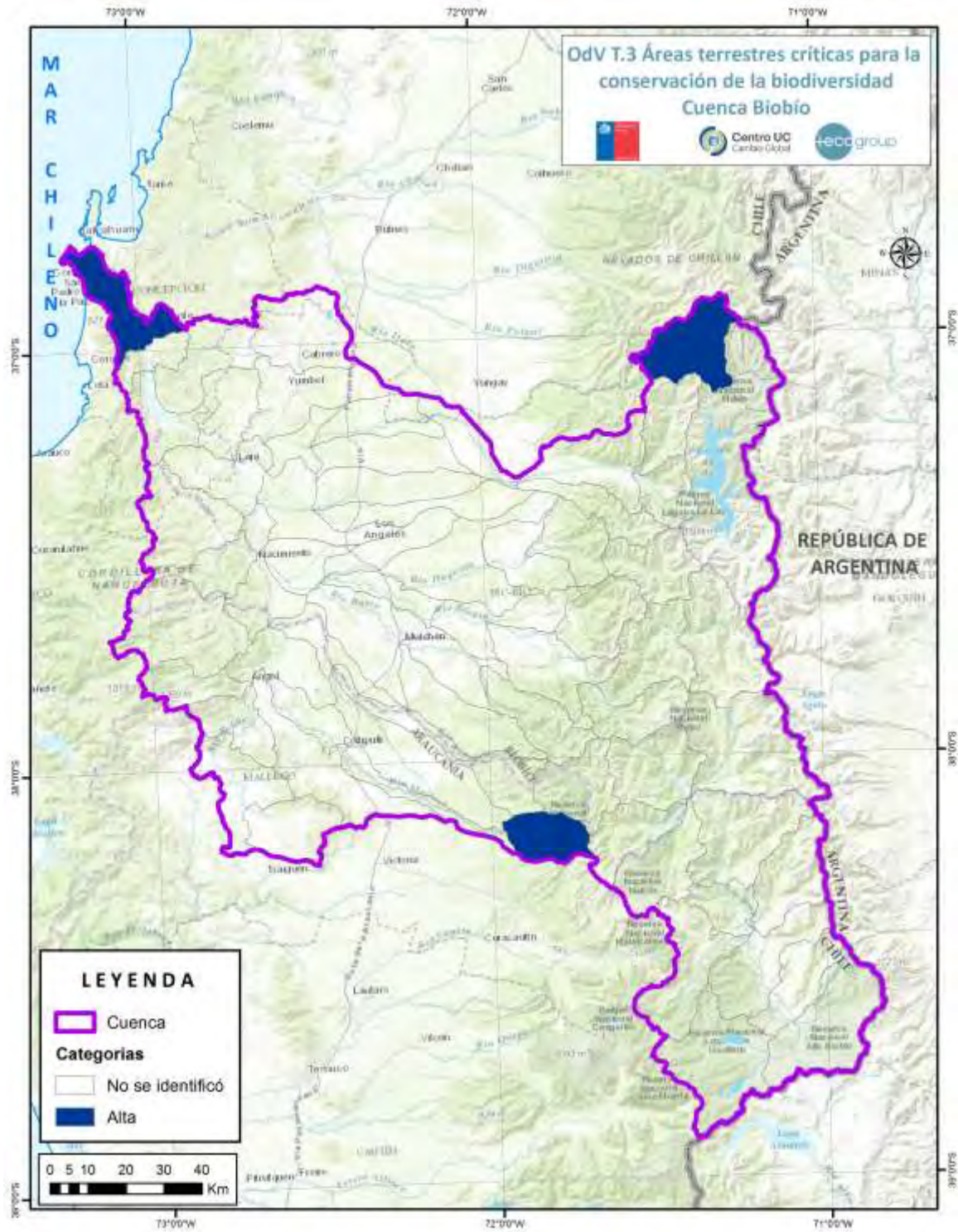
Cuenca	Presencia o ausencia dentro de la sub-subcuenca	
	Se identificó (Alta)	No se identificó
Maule	1	0
Biobío	1	0
Toltén	1	0

Fuente: elaboración propia.

Análisis:

Los resultados se pueden asociar directamente en este OdV, a la presencia de grandes humedales existentes en las tres cuencas, la cuenca del Biobío, es donde se identifica el mayor número de áreas, identificándose humedales costeros, precordilleranos y andinos. En las tres cuencas analizadas no se presentan sitios RAMSAR, por lo que el análisis se limitó a la presencia de las IBA. En las cuencas del Maule y el Toltén se identifican humedales de importancia para las aves solamente en la zona precordillerana, esto releva directamente la importancia de las intervenciones de proyectos hidroeléctricos en el área, ya que suelen ubicarse preferentemente en estos sectores.

b)



c)

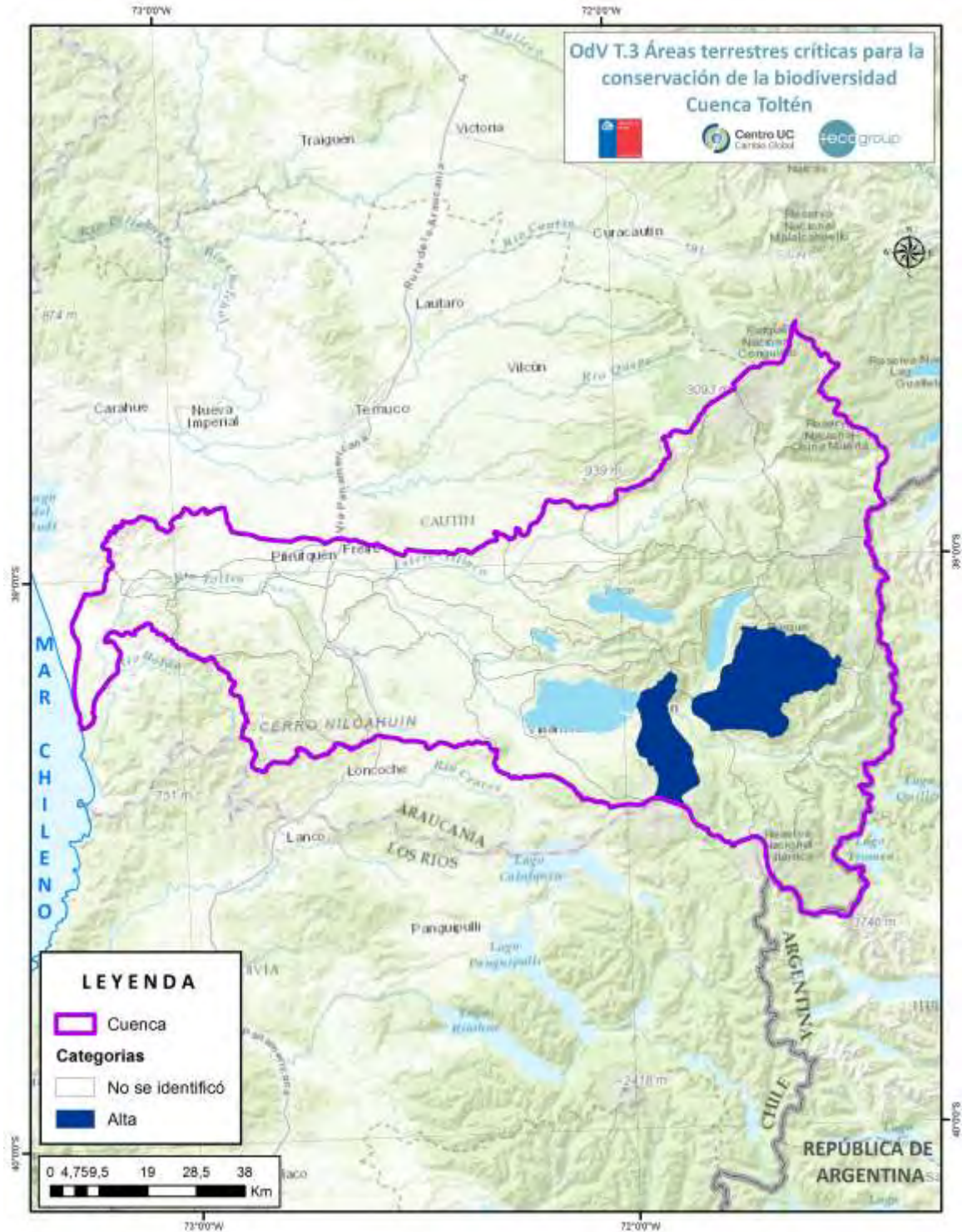


Figura 128. OdV T.3 Áreas terrestres críticas para la conservación de la biodiversidad: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Tolten.

Fuente: elaboración propia.

5.3.5 OdV T.4: Áreas de paisaje terrestre natural

Introducción:

El OdV de áreas de paisaje terrestre natural, busca identificar aquellas áreas naturales con el menor impacto de la actividad antrópica, ya que su identificación es relevante para caracterizar el estado actual de las cuencas en estudio, dando cuenta indirectamente de un alto grado de naturalidad de condiciones ambientales particulares en comparación a una cuenca muy alterada con un alto impacto del hombre.

Tabla resumen:

Tabla 100. Resumen OdV T.4

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
T.4	Áreas de paisaje terrestre natural	Cuencas con pocos impactos que tengan efectos sobre la hidrología-suelo-contaminación del agua.	Pisos de vegetación de Chile (Luebert & Pliscoff, 2006) Catastro de los recursos vegetacional nativos (CONAF)	Proxy

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

La metodología para la determinación de las áreas con ecosistemas relativamente intactos, se basa en la combinación de la clasificación de uso de suelo que se obtiene del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos (CONAF-CONAMA-BIRF, 1997) y de la clasificación de Pisos de vegetación de Chile (Luebert & Pliscoff 2006), esto permite identificar cuáles han sido los ecosistemas que mantienen su mayor superficie respecto a su distribución original.

Se seleccionaron los siguientes usos para la definición de cobertura natural: praderas y matorrales; bosques; humedales; áreas desprovistas de vegetación; nieves y glaciares, y cuerpos de agua. Se unieron las diferentes coberturas en una sola, para realizar los cálculos de área de la cobertura natural por cada piso de vegetación en función de la distribución de las SSC.

Se calculó la superficie con cobertura natural por piso de vegetación dentro de cada SSC, se establecieron dos umbrales de corte en función del rango total de la proporción de superficie de paisaje natural, de esta forma se pueden establecer tres categorías con el porcentaje por sub-cuenca (Tabla 101).

Resultados:

El OdV Áreas de paisaje terrestre natural se categoriza en función de la superficie con paisaje natural dentro de cada sub-subcuenca, los resultados (Figura 129) indican una mayor superficie en las zonas cordilleranas de las tres cuencas, en el caso de la cuenca del Biobío también se incorpora como categoría media la sub-subcuenca correspondiente a la cordillera de Nahuelbuta y en el caso de la cuenca de Toltén en la zona interior de la comuna de Loncoche. Este OdV se relaciona directamente al impacto antrópico sobre los sistemas naturales.

Tabla 101. Resumen de los valores por categoría - OdV T.4 Áreas de paisaje terrestre natural

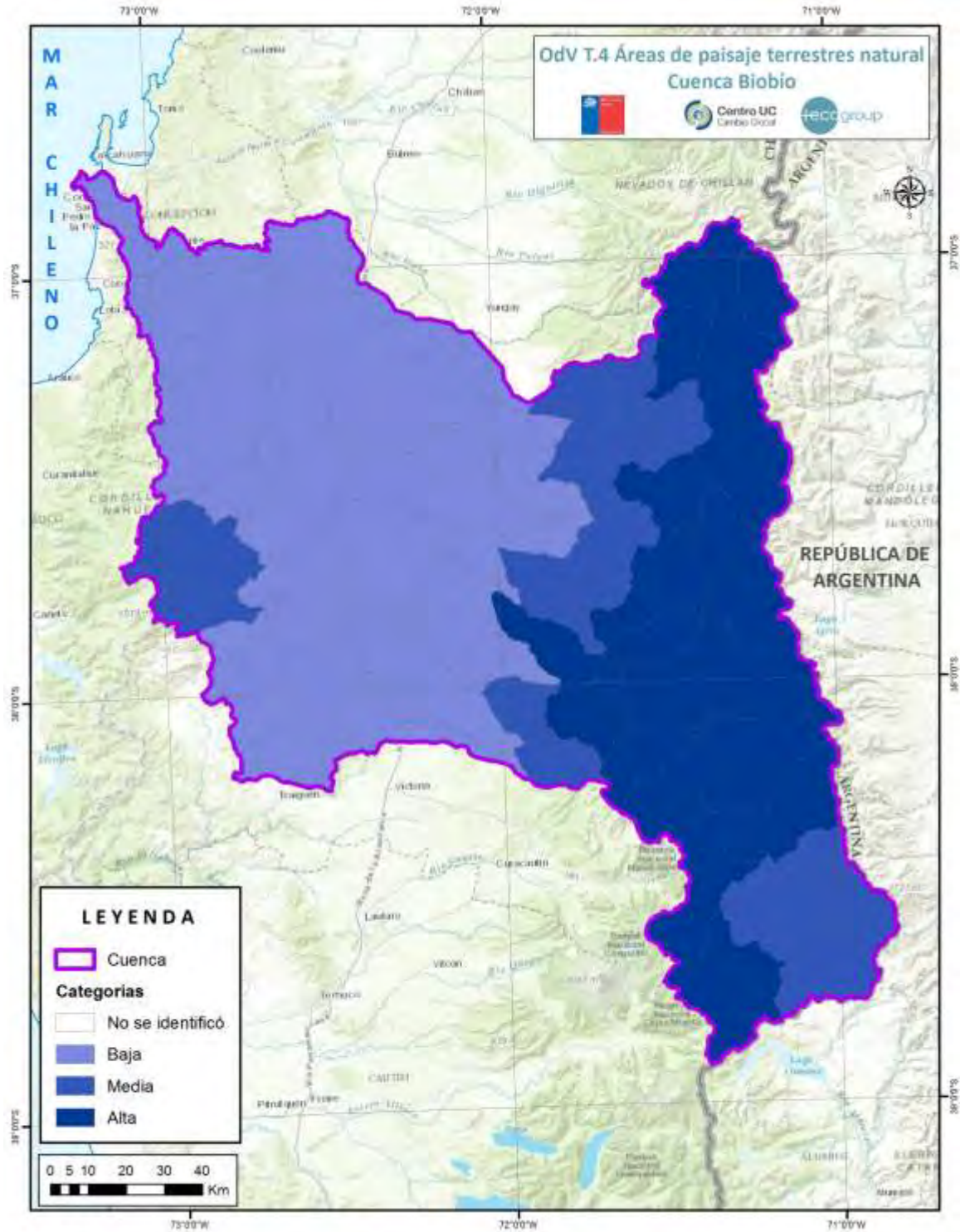
Cuenca	Porcentaje de áreas de paisaje terrestre natural dentro de la sub-subcuenca			
	Baja	Media	Alta	No se identificó
Maule	0,10 - 14,37	14,38 - 54,42	54,43 - 98,59	0
Biobío	0,32 - 23,49	23,50 - 67,26	67,27 - 92,10	0
Toltén	4,61 - 26,44	26,45 - 58,05	58,06 - 88,07	0

Fuente: elaboración propia.

Análisis:

Los resultados del OdV dan cuenta de la transformación del paisaje natural en el área, las actividades que definen un uso de suelo antrópico, se han concentrado por condiciones de accesibilidad y de cercanía a los centros poblados en las zonas costeras e interiores de Chile central, dejando extensiones de paisaje natural, principalmente, dominados por bosque nativo en la zona precordillerana y vegetación andina en las zonas más altas. Es interesante recabar, la pérdida casi total en las zonas de la cordillera de la costa, que permaneció con grandes extensiones de vegetación natural hasta mediados del siglo XX. Para el caso de la cuenca del Maule esto se hace más claro, al identificar tres sub-subcuencas con 0% de vegetación natural, siendo las plantaciones forestales y la agricultura, los usos de suelo que han transformado completamente el paisaje en los últimos 50 años en la región. Esto mismo se observa en las otras dos cuencas, con la excepción de una sub-subcuenca que queda en la categoría media de superficie, con más de un 20% de vegetación nativa, siendo en ambos casos sub-subcuencas asociadas a las zonas de mayor altitud de la cordillera de la costa.

b)



c)

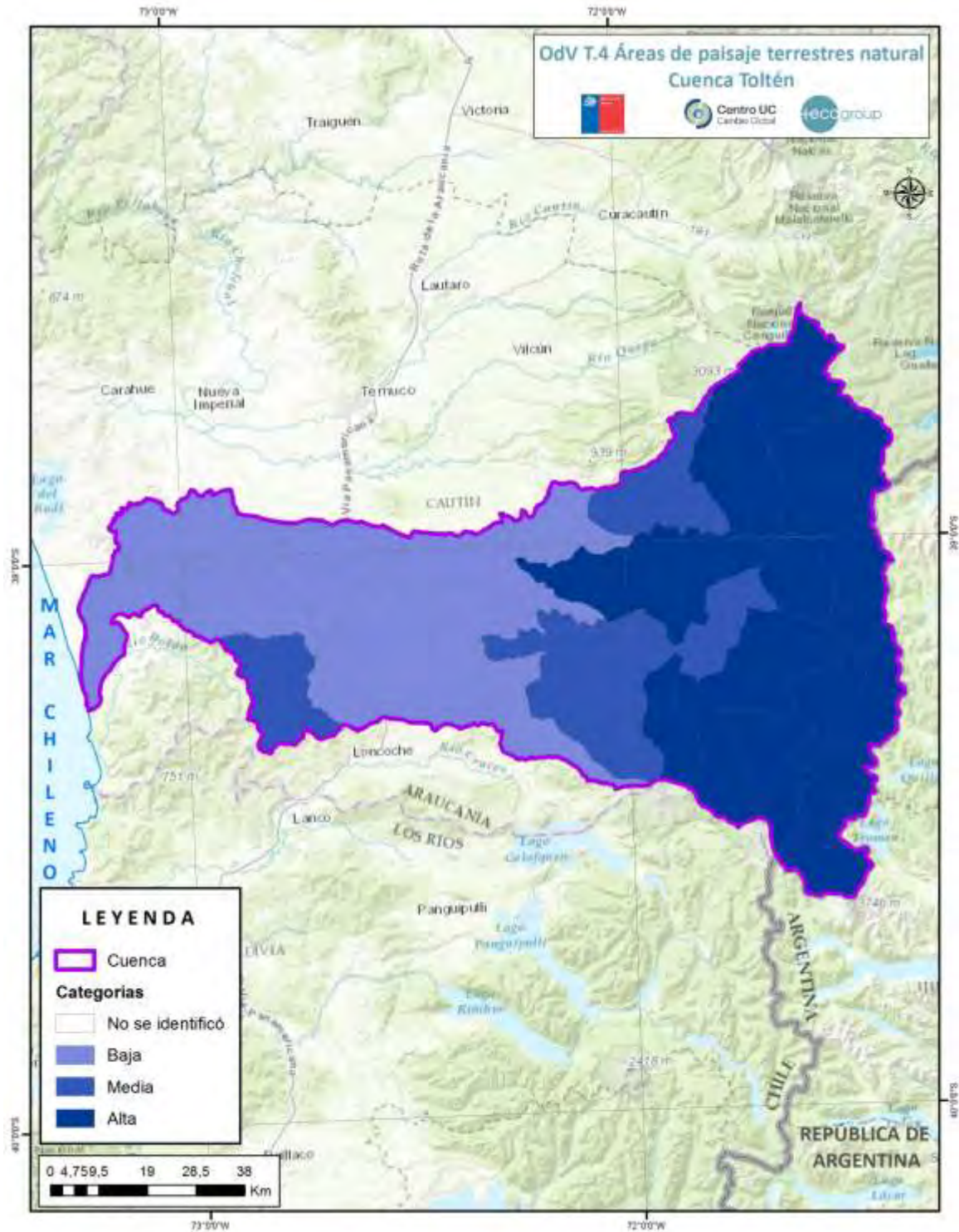


Figura 129. OdV T.4: Áreas de paisaje terrestre natural: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Tolten.

Fuente: elaboración propia.

5.3.6 OdV T.5: Paisaje natural no fragmentado

Introducción:

El OdV de paisaje natural no fragmentado busca identificar el grado de fragmentación que tiene la vegetación natural de las cuencas en estudio. Entendiendo que la fragmentación es un proceso que da cuenta indirectamente de la pérdida de distintas funciones esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas naturales. Para este Objeto de Valoración se utilizará la clasificación de pisos de vegetación (Luebert & Pliscoff, 2006) en su definición de distribución actual (piso remanente), como base para la identificación de los fragmentos de vegetación nativa sobre la cual se calculó el índice de fragmentación.

Tabla resumen:

Tabla 102. Resumen OdV T.5

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
T.5	Paisaje natural no fragmentado	Estimación del grado de cohesión espacial de los fragmentos de vegetación nativa, como estimador del grado de fragmentación del paisaje.	Clasificación de pisos de vegetación (Luebert & Pliscoff, 2006) Catastro de los recursos vegetacionales nativos (CONAF)	Proxy

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

La metodología de este OdV, se basa en la aplicación de un índice de fragmentación, que permite cuantificar el grado de cohesión de los fragmentos de vegetación nativa. Permitiendo, de esta forma, estimar el nivel de fragmentación de la vegetación natural a nivel de sub-cuenca.

La métrica de paisaje utilizada, es un Índice de Fragmentación por píxel, el cual permite identificar la relación de distancia entre unidades espaciales homogéneas que definen las áreas de paisaje natural, este índice permite calcular las métricas por SSC, a partir de la cobertura de Sistema de Información Geográfica vectorial, con la cobertura actual de vegetación (piso de vegetación remanente). El índice de proximidad por píxel se generó a partir del supuesto de que, un parche de gran tamaño, a pesar de que se encuentra aislado, es valioso en sí mismo. De esta forma, cada unidad definida como parche, fue subdividida en píxeles de 100x100m. Luego, para cada uno de estos píxeles se calculó el índice de proximidad, asumiendo a sus píxeles colindantes como otros parches. Finalmente, el índice se estima a través de la sumatoria de todos los índices de proximidad por píxel, ponderando por el número de píxeles total en la SSC. De esta forma, un gran parche aislado tendrá un alto valor dada la no fragmentación de sus

pixeles interiores. Por otro lado, para casos de gran fragmentación, el índice responderá de manera similar al índice de proximidad.

En función del comportamiento del índice, se presentan los resultados en la Figura 130 donde se calcula el valor promedio del índice por sub-subcuenca, siendo 5,36 el valor del índice más alto (menor fragmentación) y 0,07 el valor menor (mayor fragmentación de la vegetación natural). Se establecieron dos valores de corte, en función del rango de variación del índice (desde 0,07 a 5,36) y se indicaron las sub-subcuencas que se encuentran sobre o bajo estos rangos (categorías baja, media y alta).

Resultados:

El OdV de Paisaje natural no fragmentado da cuenta del nivel de transformación del paisaje natural mediante la aplicación de un índice que da cuenta del número y distancia entre fragmentos de vegetación natural. Este OdV presenta resultados similares al OdV T.4 de Áreas de paisaje terrestre natural ya que da cuenta indirectamente de la acción del hombre sobre la vegetación natural, una categoría baja de este índice estaría señalando una alta intervención del hombre. Las categorías altas se encuentran en las tres cuencas en las áreas precordilleranas, donde es posible encontrar una distribución continua de la vegetación natural (Bosques). Las categorías más bajas se encuentran a su vez, en la zona interior de cada cuenca (Depresión intermedia), donde se concentran las actividades agrícolas y los centros urbanos.

Tabla 103. Resumen de los valores por categoría - OdV T.5 Cohesión del habitat natural (Paisaje natural no fragmentado)

Cuenca	Cohesión del paisaje natural en cada sub-subcuenca		
	Baja	Media	Alta
Maule	0,15 - 1,77	1,78 - 3,51	3,52 - 5,36
Biobío	0,07 - 1,40	1,41 - 3,84	3,85 - 5,36
Toltén	0,20 - 1,36	1,37 - 3,04	3,05 - 5,30

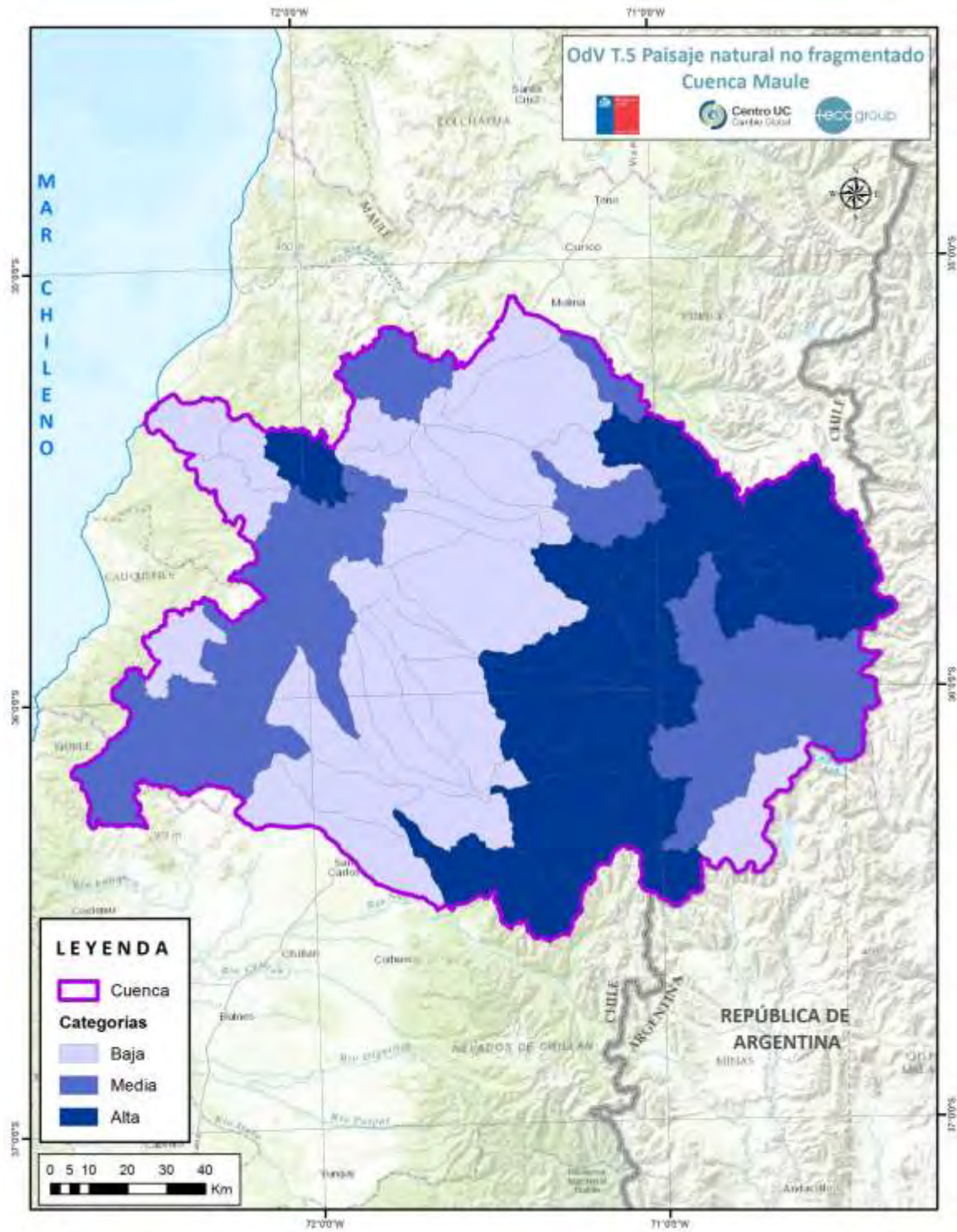
Fuente: elaboración propia.

Análisis:

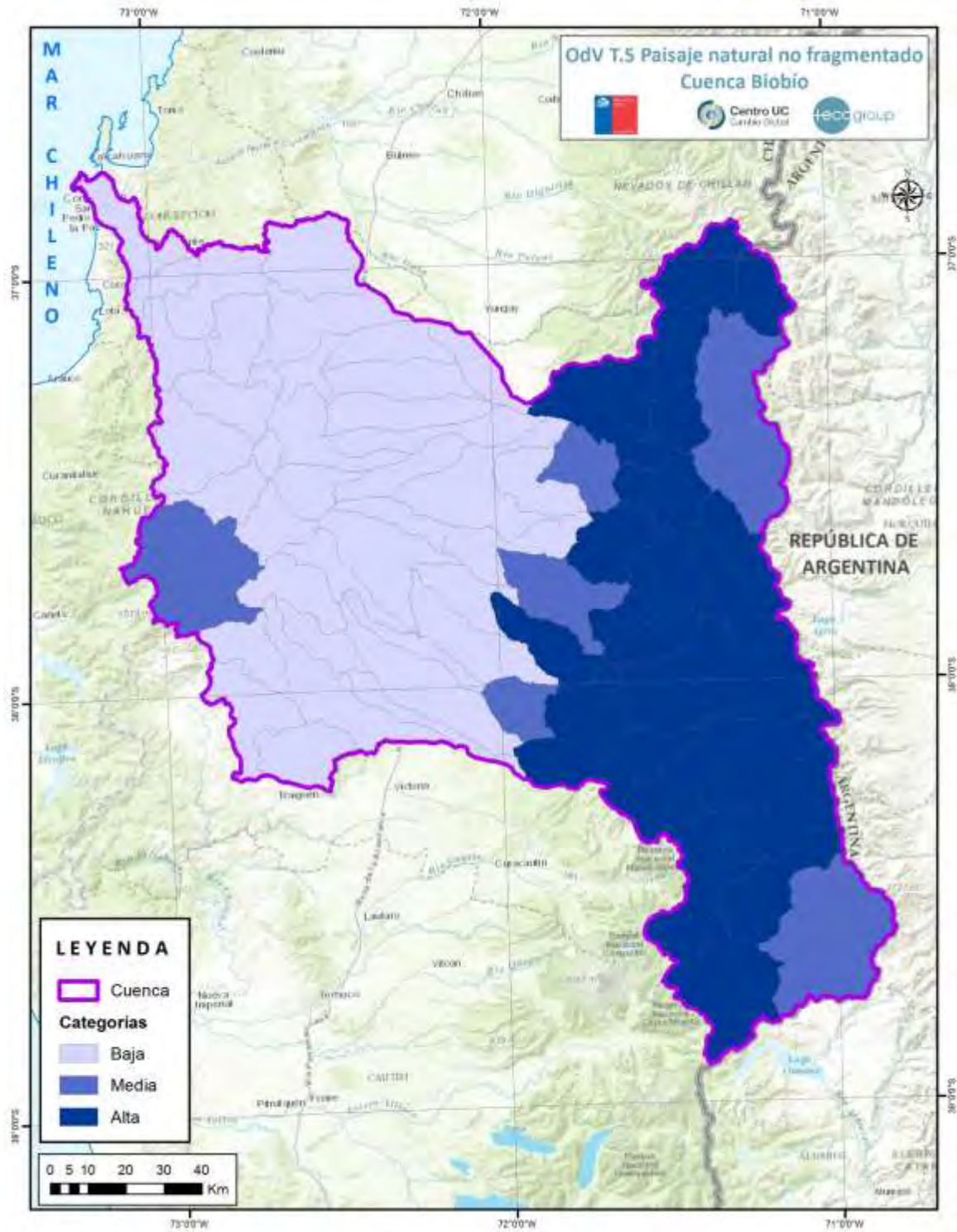
Los resultados presentan patrones similares a los identificados en el OdV de paisaje natural, esto debido a la relación directa que hay entre la presencia de la vegetación natural y los valores más altos del índice de fragmentación aplicado, el cual da cuenta de la continuidad espacial (cohesión) de la vegetación natural dentro de una sub-subcuenca. Al ser un índice que no solo se basa en la superficie total de la vegetación natural, sino que también en la disposición espacial de los fragmentos de vegetación que se encuentran dentro de la sub-subcuenca, este índice permite relevar algunas zonas que no quedan incluidas en el OdV de paisaje natural. Por

ejemplo, en la cuenca del Maule, en la zona costera, se identifican algunas sub-subcuencas en categoría media, debido a la presencia de algunos fragmentos relevantes de vegetación natural, que no quedan identificados con el cálculo de la superficie total como era en el OdV T.4, estos fragmentos podrían ser de gran importancia pensando en acciones de restauración o de protección de la vegetación natural en estas zonas altamente degradadas.

a)



b)



c)



Figura 130. OdV T.5: Paisaje natural no fragmentado: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Tolten.

Fuente: elaboración propia.

5.3.7 OdV T.6: Comunidades terrestres con baja presencia de especies exóticas

Introducción:

Este OdV está orientado a la identificación de comunidades terrestres relativamente intactas en función de la presencia de especies exóticas. Para esto se utiliza la base de datos de especies de exóticas del Laboratorio de Invasiones Biológicas de la Universidad de Concepción, que permite identificar el número de especies de flora exóticas por piso de vegetación (Luebert & Plissock, 2006).

Tabla resumen:

Tabla 104. Resumen OdV T.6

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
T.6	Comunidades terrestres con baja presencia de especies exóticas	Comunidades terrestres relativamente intactas según su grado de naturalidad (mayor o menor número de especies exóticas)	Base datos Laboratorio de Invasiones Biológicas UDEC Clasificación de pisos de vegetación (Luebert & Plissock, 2006)	Proxy

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

A partir de la base de datos de especies exóticas, se asociaron las localidades georreferenciadas de esta base con la distribución de los pisos de vegetación. Esto se realizó utilizando un Sistema de Información Geográfico (Arcgis 10.3), obteniéndose un conteo final del número de especies exóticas por pisos. Con esta información es posible identificar ecosistemas terrestres en cada cuenca que, al tener un mayor número de presencia de especies exóticas, da cuenta de un mayor nivel de alteración antrópica de las comunidades vegetales terrestres.

Los umbrales se definieron en función del promedio ponderado del número de especies exóticas por ecosistemas (pisos de vegetación) los cuales se presentan finalmente en la Figura 131 con tres niveles de categorías, en función de la proporción de los valores del número de especies exóticas. El OdV representa la baja intervención, por tanto valores altos de este promedio representan un valor Bajo del OdV, y valores bajos del promedio representan un valor alto del OdV.

Resultados:

Los resultados del OdV de Comunidades terrestres con baja presencia de especies exóticas (Figura 131) se relacionan con el indicador de impacto antrópico sobre los ecosistemas naturales. Las categorías bajas dan cuenta de ecosistemas más alterados, los cuales se ubican en las zonas costeras e interiores en las cuencas del Maule y Toltén. Este patrón cambia en la cuenca del Biobío, donde se identifican las cuencas andinas dentro de la categoría media.

Tabla 105. Resumen de los valores por categoría - OdV T.6 Comunidades terrestres con baja presencia de especies exóticas

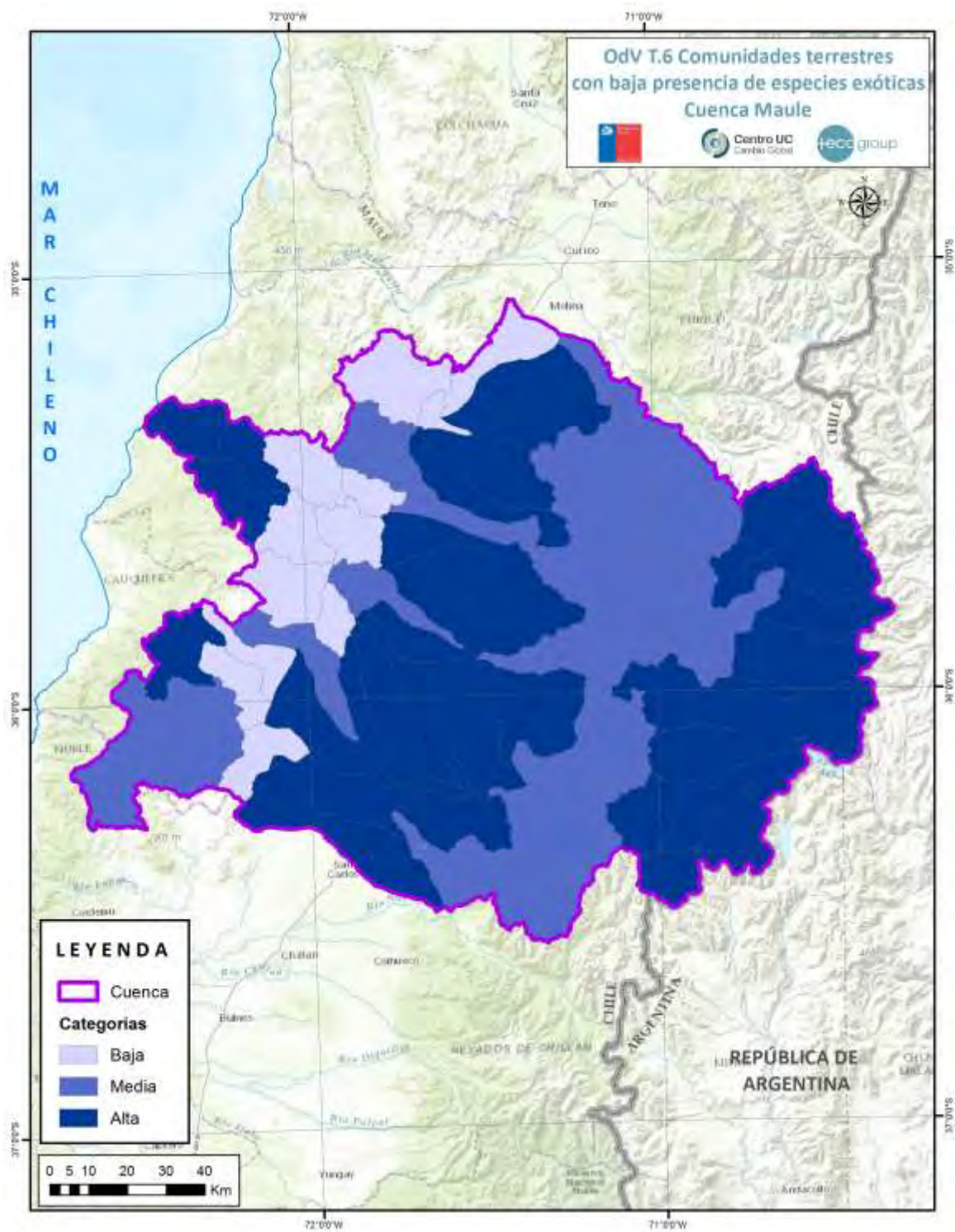
Cuenca	Presencia de comunidades terrestres con baja presencia de especies exóticas dentro de las sub-subcuencas		
	Baja	Media	Alta
Maule	132,92 - 81,78	81,77 - 45,22	45,21 - 7,06
Biobío	95,38 - 54,69	54,68 - 25,58	25,57 - 7,39
Toltén	103,19 - 69,80	69,79 - 44,01	44,00 - 25,68

Fuente: elaboración propia.

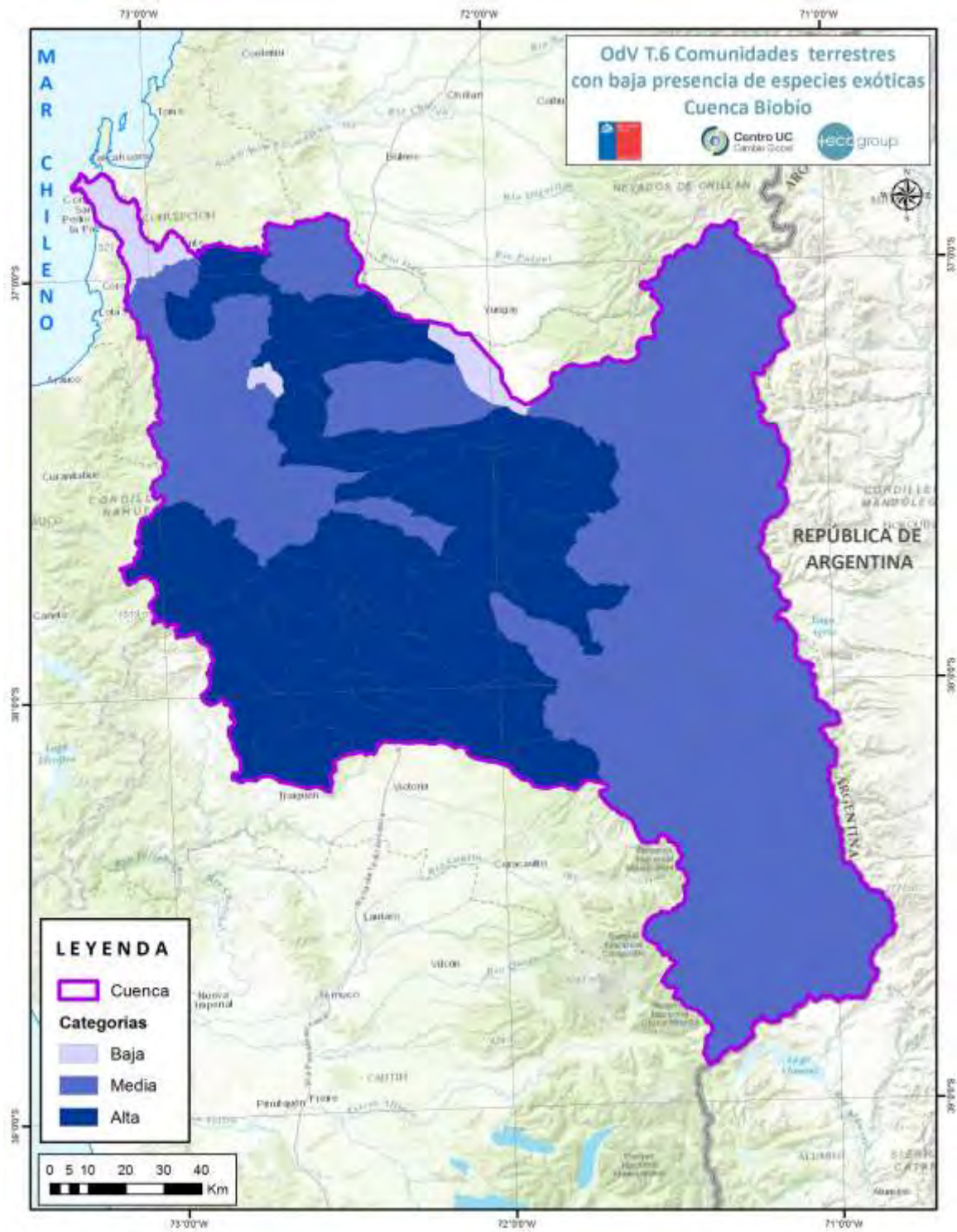
Análisis:

Los resultados permiten identificar aquellas sub-subcuencas donde se concentra la presencia de especies flora exótica, el cual es un indicador del impacto del hombre sobre el paisaje natural. Los resultados se pueden analizar con la correlación existente entre la presencia de las principales rutas y centros urbanos dentro de las cuencas. Esta regla no se cumple en el caso de la cuenca del Biobío, lo que se puede explicar directamente por la existencia de rutas transfronterizas, que se transforman en sitios ideales para la dispersión de especies de flora exótica.

a)



b)



c)

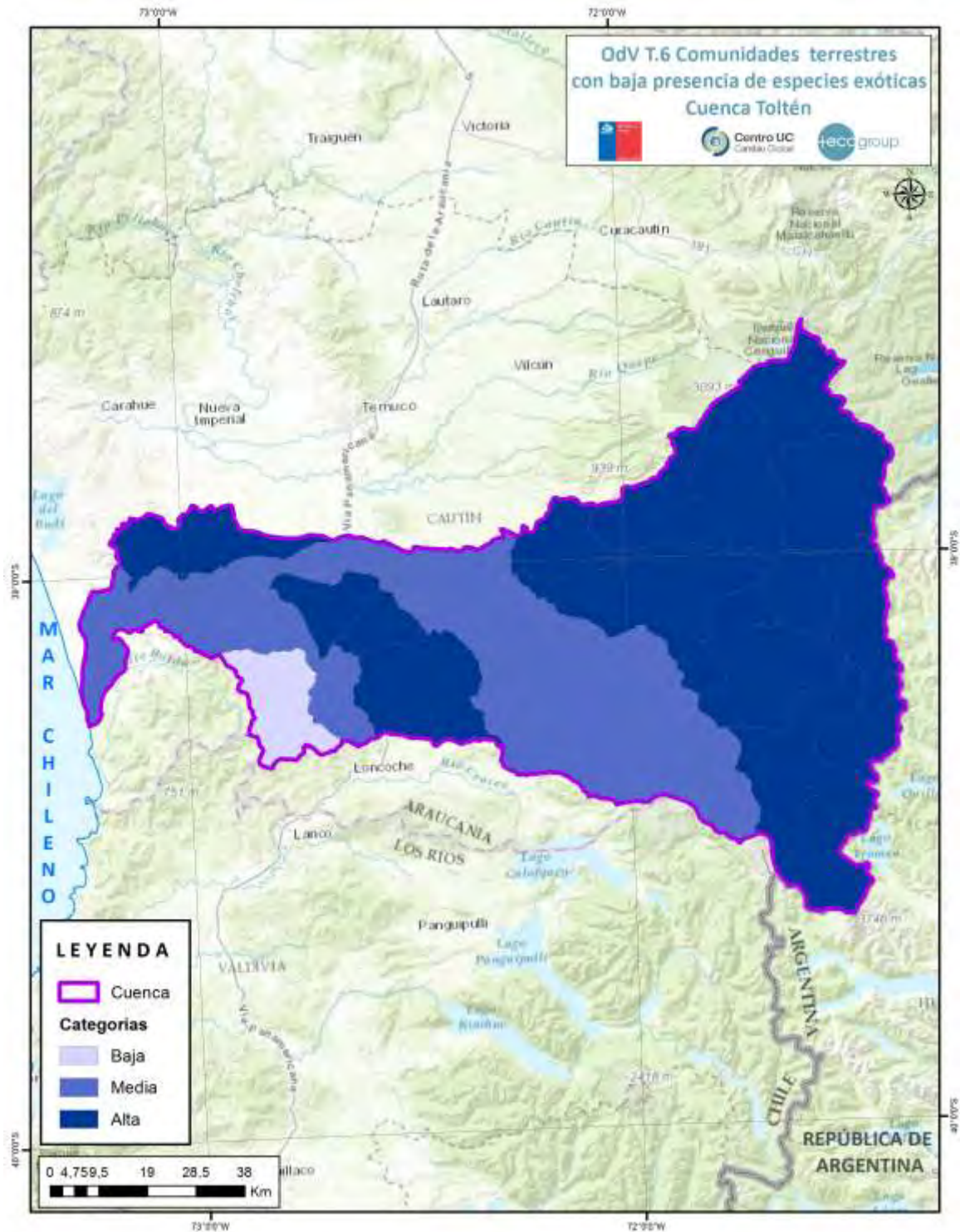


Figura 131. OdV T.6: Comunidades terrestres con baja presencia de especies exóticas: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Tolten.

Fuente: elaboración propia.

5.3.8 OdV T.7: Ecosistemas terrestres azonales

Introducción:

La definición del OdV se basa en la identificación de ecosistemas que poseen una distribución espacial restringida, asociada a condiciones edáficas particulares. Este OdV permite relevar cierto tipo de ecosistemas particulares y de importancia, que no estén caracterizados a escala nacional y que provean de servicios ecosistémicos de gran relevancia. La fuente para esta identificación es el Inventario Nacional de Humedales del Ministerio del Medio Ambiente.

Tabla resumen:

Tabla 106. Resumen OdV T.7

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
T.7	Ecosistemas terrestres azonales	Presencia de Ecosistemas terrestres azonales asociados a condiciones edáficas particulares	Inventario nacional de Humedales MMA	Proxy

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Este inventario define humedales asociados a cuerpos de agua y a vegetación. Para poder extraer del inventario los ecosistemas azonales asociados solo al ámbito terrestre, se intersectó el inventario con el Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de CONAF, seleccionando las categorías de vegetación azonal que posee el Catastro, excluyendo así los humedales asociados a cuerpos de agua, como también las áreas con glaciares ya que un OdV particular las releva. Se definieron dos umbrales por superficie, lo que permite identificar tres categorías (baja, media, alta) en función del rango total de proporción de ecosistemas azonales dentro de cada sub-subcuenca (Figura 132).

Resultados:

Los resultados (Figura 132) indican una mayor presencia de ecosistemas azonales en la zona costera de las cuencas analizadas, sola la región del Maule presenta sub-subcuencas con una categoría alta de proporción de ecosistemas azonales en su zona interior.

Tabla 107. Resumen de los valores por categoría - OdV T.7 Ecosistemas terrestres azonales

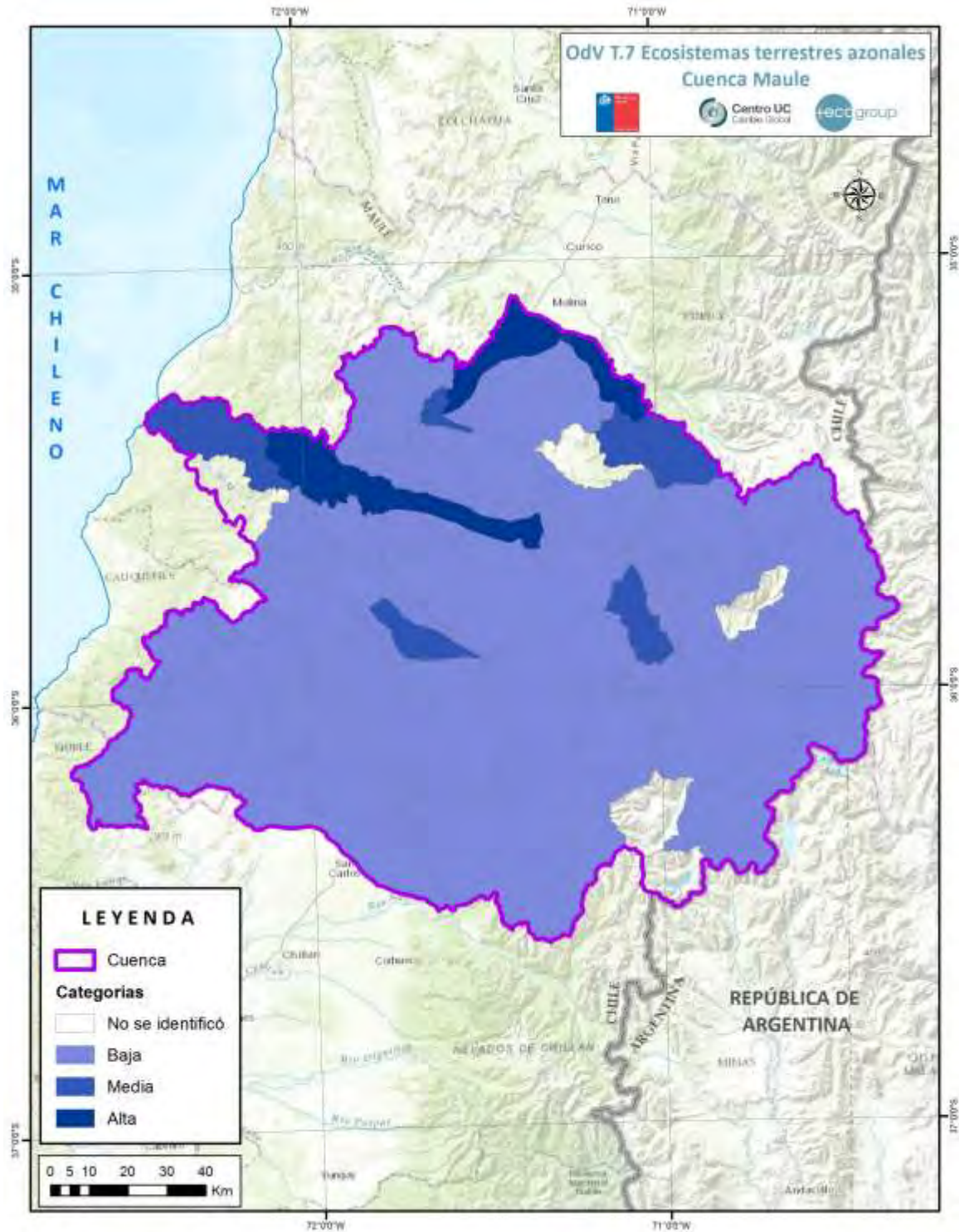
Cuenca	Proporción de ecosistemas terrestres azonales dentro de la sub-subcuenca			
	Baja	Media	Alta	No se identificó
Maule	0,003 - 2,123	2,124 - 7,508	7,509 - 19,504	0
Biobío	0,007 - 1,339	1,340 - 5,700	5,701 - 18,627	0
Toltén	0,007 - 1,218	1,219 - 4,196	4,197 - 9,403	0

Fuente: elaboración propia.

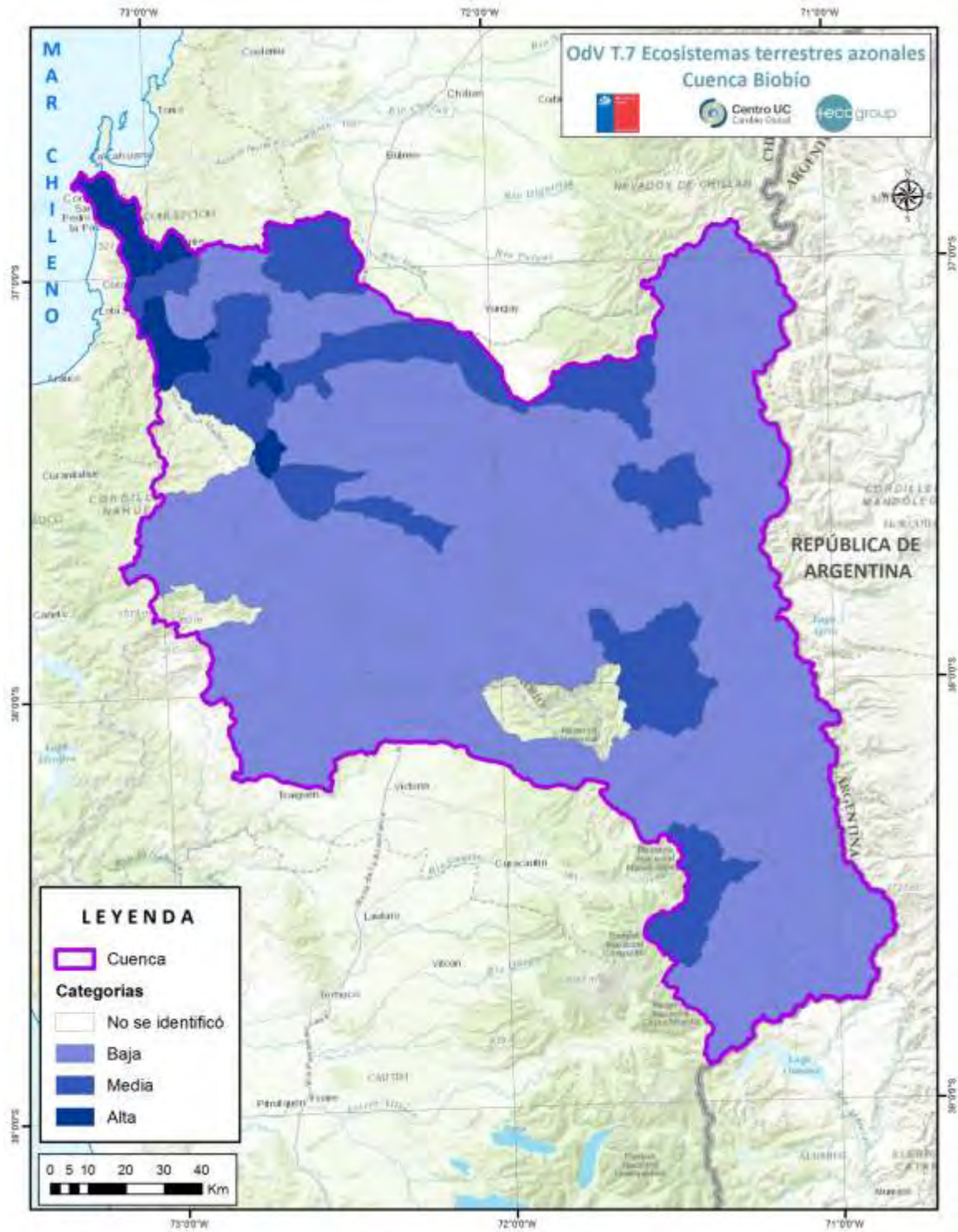
Análisis:

Los resultados del OdV correspondiente a Ecosistemas terrestres azonales indican la presencia de vegetación que responde a la presencia de condiciones particulares del suelo (azonalidad), los humedales asociados a cuerpos de agua (ríos, lagos) se encuentran entre los tipos de vegetación azonal más conocidas, en el área de las tres cuencas, además de los humedales, existen algunos tipos de suelo que por sus condiciones particulares de anegamiento presentan vegetación azonal característica. La distribución de la vegetación azonal en las tres cuencas, se concentran en la zona costeras y asociadas a cuerpos de agua en zonas interiores y precordilleranas. Estas áreas se deberían complementar con los OdV de Ecosistemas terrestres en categoría de amenaza, para dar cuenta de la presencia de los ecosistemas que responden a condiciones zonales y azonales, relevando así las áreas con mayor valor de biodiversidad.

a)



b)



c)



Figura 132. OdV T.7: Ecosistemas terrestres azonales: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Tolten.

Fuente: elaboración propia.

5.3.9 OdV T.8: Ecosistemas terrestres en categoría de amenaza

Introducción:

Este OdV se basa en la identificación de ecosistemas que estén categorizados como amenazados según la evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas de Chile (Pliscoff, 2015). Esta lista, permite categorizar a los ecosistemas terrestres a escala nacional, según un conjunto de criterios que dan cuenta de las características particulares de la biota de cada ecosistema, de su condición en función de las presiones antrópicas y del impacto de procesos globales como el cambio climático.

Tabla resumen:

Tabla 108. Resumen OdV T.8

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
T.8	Ecosistemas Terrestres en categoría de amenaza	Presencia de Ecosistemas que a la escala nacional han sido identificados como vulnerables o bajo condiciones de riesgo, por sus características bióticas y su condición actual.	Lista Roja de Ecosistemas de Chile (Pliscoff, 2015)	Proxy

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

La metodología seguida en esta caracterización permite identificar los ecosistemas que poseen un nivel de amenaza debido a la combinación de criterios de evaluación de riesgo. Los ecosistemas más amenazados son aquellos que han perdido mayor superficie original, tanto en tiempos recientes como históricos, combinado con un mayor nivel de vulnerabilidad al cambio climático.

Se definieron los umbrales en función del número de ecosistemas dentro de cada SSC en categorías de Peligro Crítico, En Peligro y Vulnerables. En la Tabla 109 se presentan estos valores con dos umbrales por superficie, lo que produce tres categorías (baja, media, alta) en función del rango total del porcentaje en cada cuenca.

Resultados:

Los resultados (Figura 133) dan cuenta de la presencia de ecosistemas con altos niveles de amenaza en las tres cuencas, destacando el caso de la región del Maule, donde se identifican ecosistemas en categoría alta en toda la zona costera y de precordillera. En las otras dos cuencas (Biobío y Toltén), los ecosistemas en la categoría superior se encuentran solamente en la parte andina.

Tabla 109. Resumen de los valores por categoría - OdV T.8 Ecosistemas terrestres en categoría de amenaza

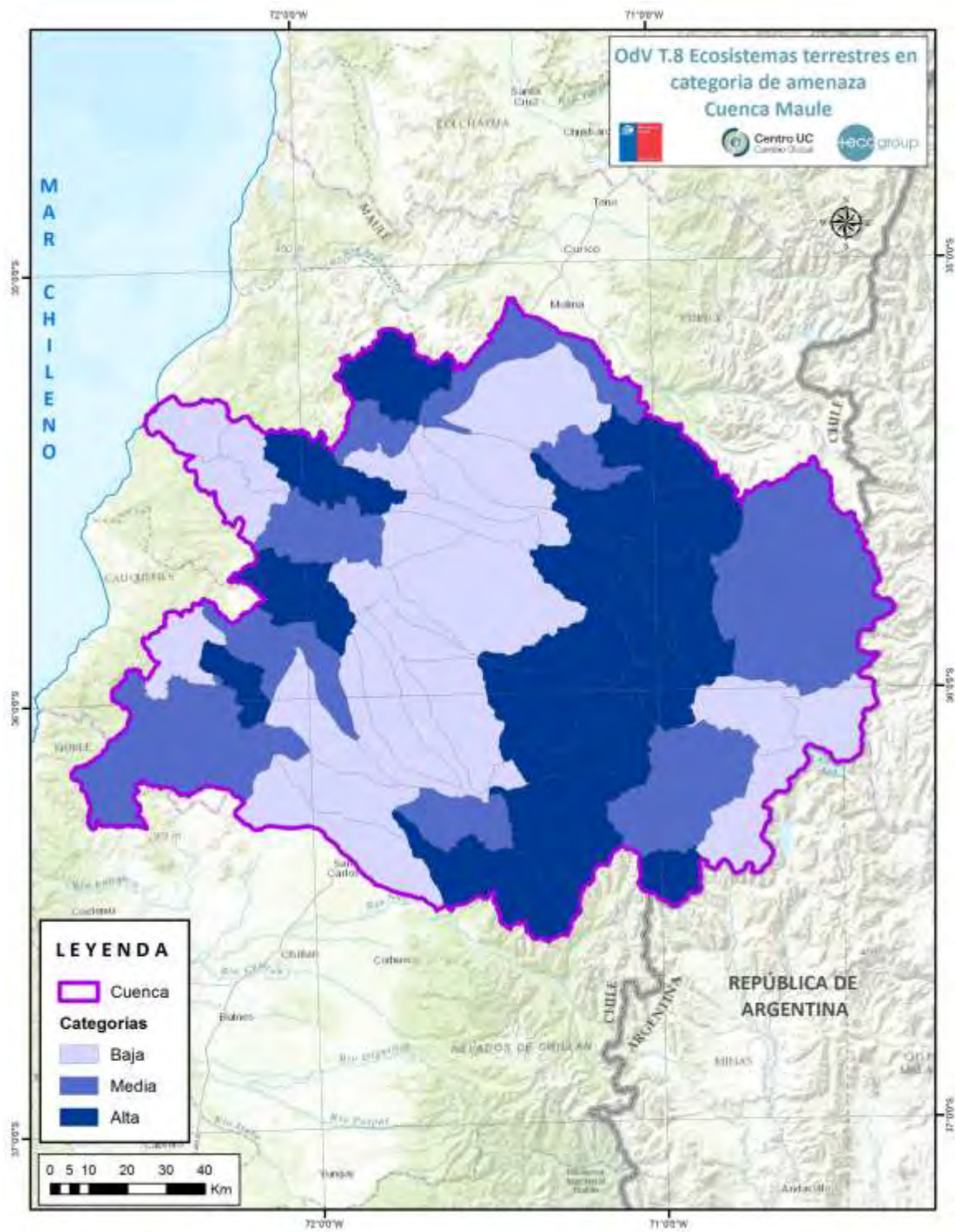
Cuenca	Porcentaje de ecosistemas terrestres en categorías de amenaza dentro de la sub-cuenca			
	Baja	Media	Alta	No se identificó
Maule	4,52 - 32,93	32,94 - 58,10	58,11 - 97,85	0
Biobío	4,17 - 29,04	29,05 - 64,61	64,62 - 99,99	0
Toltén	10,08 - 32,08	32,09 - 66,43	66,44 - 98,56	0

Fuente: elaboración propia.

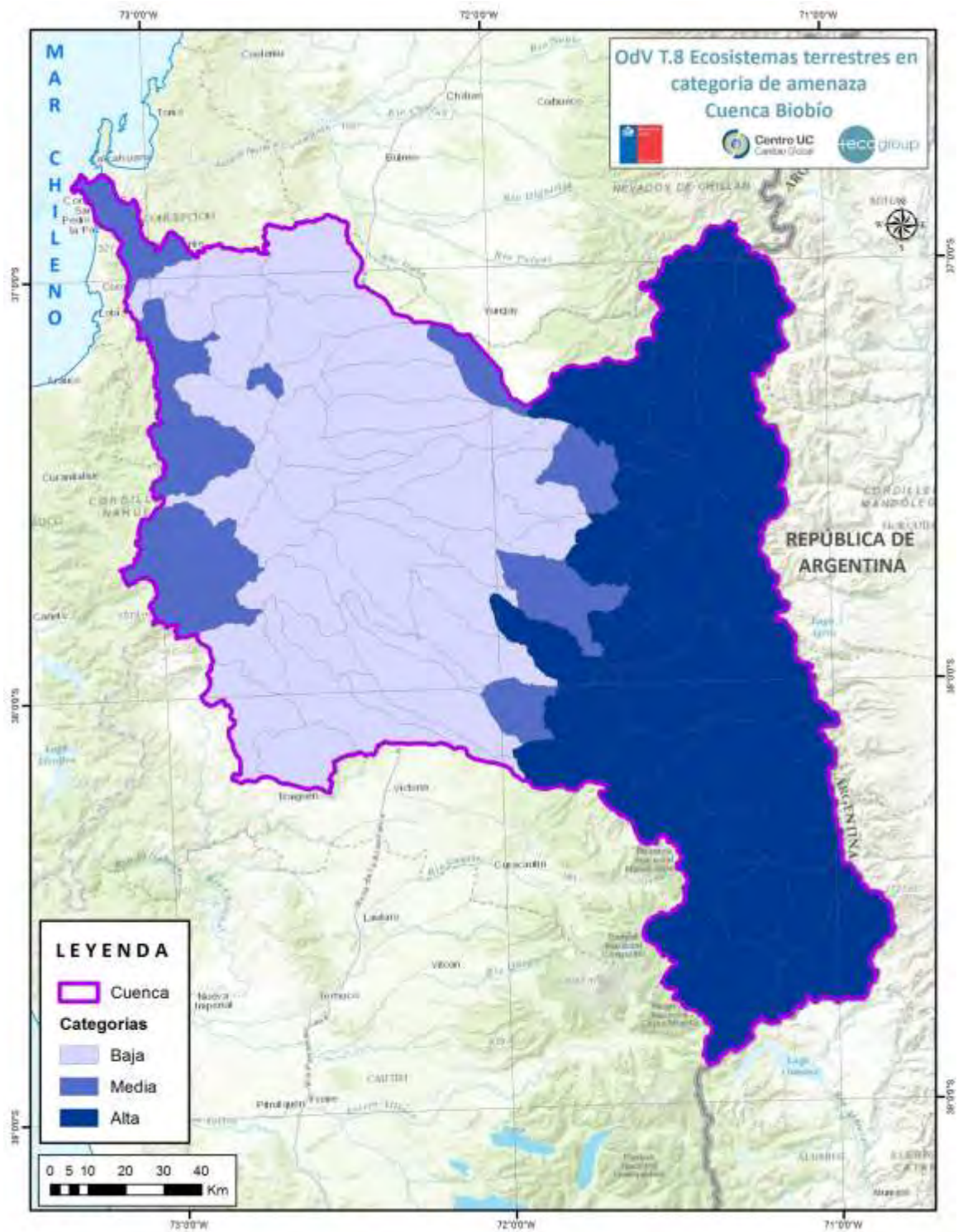
Análisis:

Los resultados del ODV de Ecosistemas terrestres en categoría de amenaza permiten identificar áreas de valor en zonas donde el resto de los ODV no lo hacen al orientarse en su mayoría en la vegetación natural. Los ecosistemas en categoría de amenaza incorporan además aspectos de vulnerabilidad al cambio climático, pérdida histórica y actual de superficie original. La distribución de los ecosistemas más vulnerables en la cuenca del Maule corresponde a los ubicados en la cordillera de la costa y en la precordillera, asociados principalmente a la pérdida reciente de la vegetación natural. A su vez, tanto en la cuenca del Biobío como en el Toltén, se identifican más superficie en las zonas precordilleranas y andinas.

a)



b)



c)

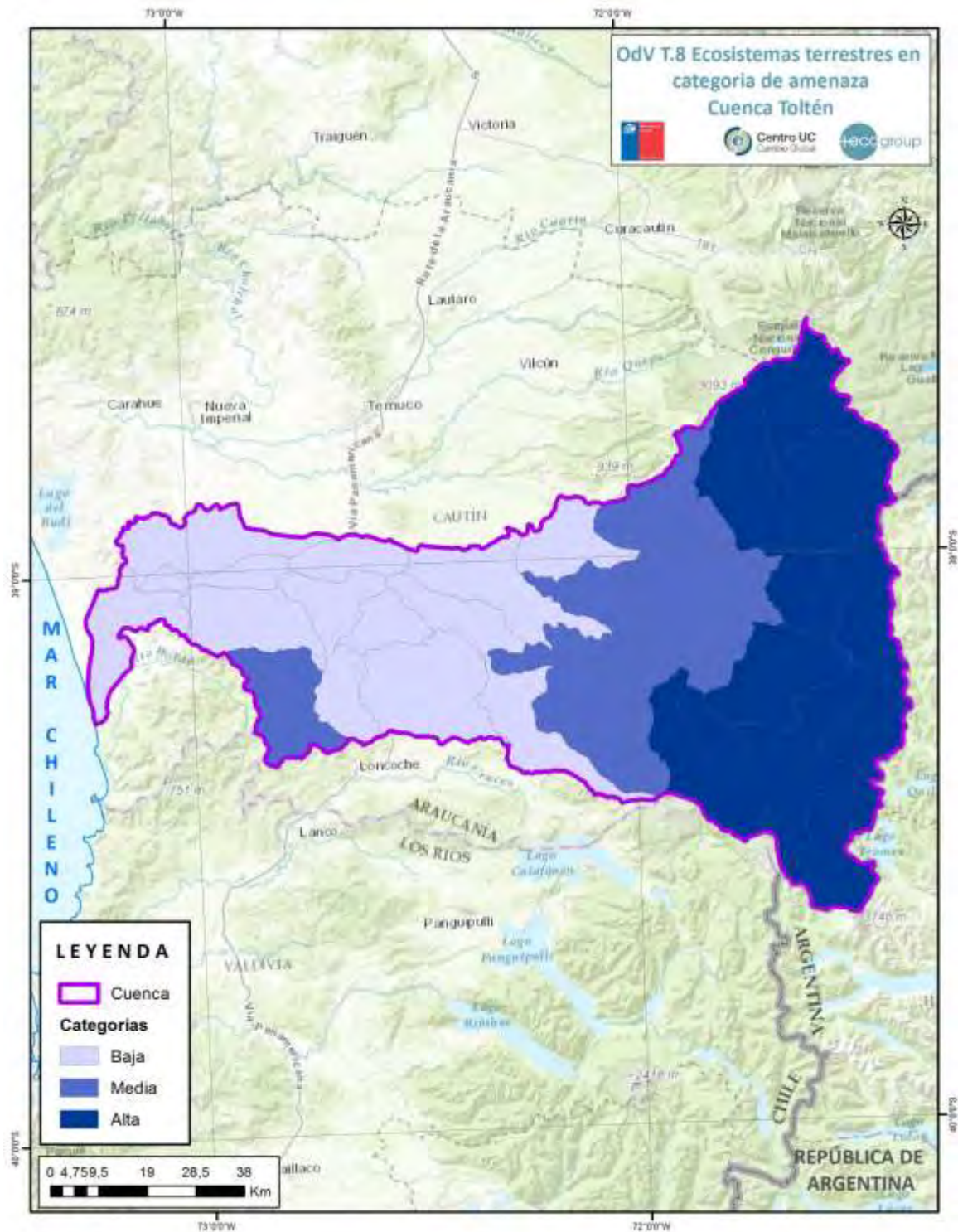


Figura 133. OdV T.8: Ecosistemas terrestres en categoría de amenaza: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Toltén.

Fuente: elaboración propia.

5.3.10 OdV T.9: Protección frente a la erosión

Introducción:

Este Objeto de Valoración se basa en el servicio ecosistémico de protección frente a la erosión, a través de la identificación, en el área de estudio, de áreas críticas para mantener y regular el régimen fluvial o calidad de agua y controlar erosión y estabilidad del terreno.

La presencia de coberturas naturales, en combinación con un potencial mayor de procesos erosivos, puede dar cuentas de áreas relevantes para la mantención de este servicio ecosistémico. Como fuente de información se utilizó el Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos (CONAF-CONAMA-BIRF, 1997) para identificar las coberturas naturales forestadas, se excluyeron las superficies con plantaciones forestales, utilizándose solo las coberturas de Bosque Nativo. En el caso de la identificación del potencial de erosión, se utilizó el mapa de potencial de erosión a nivel nacional (CIREN, 2010).

Tabla resumen:

Tabla 110. Resumen OdV T.9

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
T.9	Protección frente a la erosión	Áreas críticas para mantener-regular el régimen fluvial o calidad de agua y controlar erosión y estabilidad del terreno	Mapa de potencial de erosión a nivel nacional (CIREN 2010) Catastro de los recursos vegetacional nativos (CONAF)	Proxy

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

La erosividad indica la capacidad potencial del suelo a ser erosionado por factores exógenos como la lluvia, y la erodabilidad de cuenta de la vulnerabilidad del suelo frente a la erosión. La combinación de ambos conceptos es necesaria para dar cuenta del potencial de erosión de un área. Los pasos metodológicos involucran seleccionar las coberturas de uso de suelo del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos que dan cuenta de la presencia de superficies de bosque. Luego, estas áreas se intersectan con el potencial a la erosión, el cual se calcula combinando las categorías de alta y muy alta erosividad y erodabilidad de CIREN.

Se identificaron para el OdV los porcentajes por sub-subcuenca que reflejen la protección frente a la erosión, en este caso se calculó de la siguiente forma: 100 - potencial de erosión, siendo los porcentajes mayores áreas más protegidas y viceversa, finalmente se establecieron dos umbrales de corte en función del rango total de valores del porcentaje en cada cuenca, lo que permite dividir los resultados en tres categorías (Tabla 111).

Resultados:

Los resultados del OdV de protección frente a la erosión (Figura 134), señalan que las áreas interiores de las tres cuencas son las que presentan mayores niveles de erosión, por el contrario, las zonas andinas prácticamente no presentan sub-subcuencas en categorías medias o altas.

Tabla 111. Resumen de los valores por categoría - OdV T.9 Protección frente a la erosión

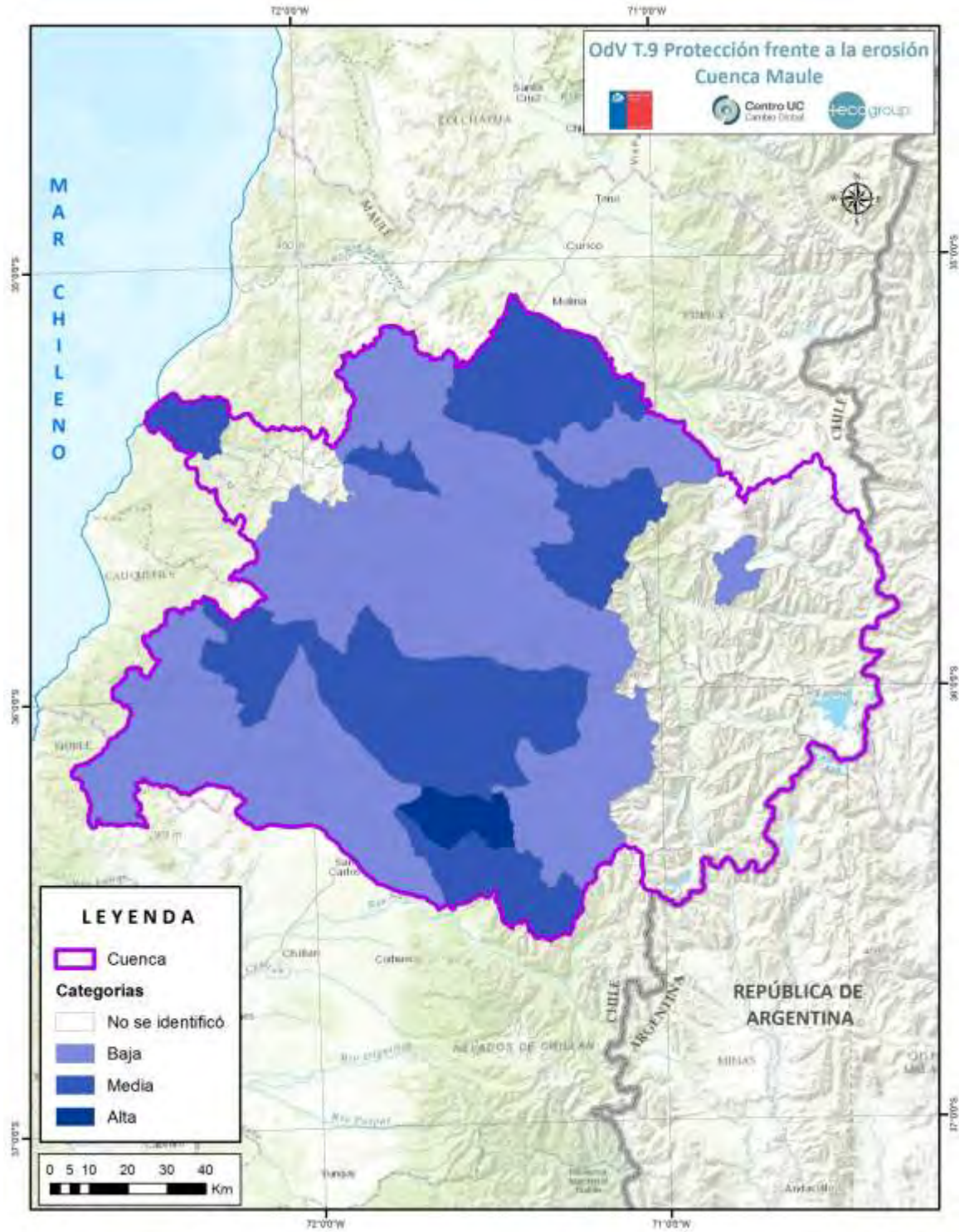
Cuenca	Porcentaje de protección frente a la erosión dentro de la sub-subcuenca			
	Baja	Media	Alta	No se identificó
Maule	0,05 - 3,47	3,48 - 9,76	9,77 - 31,68	0
Biobío	0,13 - 3,16	3,17 - 12,80	12,81 - 35,57	0
Toltén	0,01 - 1,91	1,92 - 6,13	6,14 - 15,47	0

Fuente: elaboración propia.

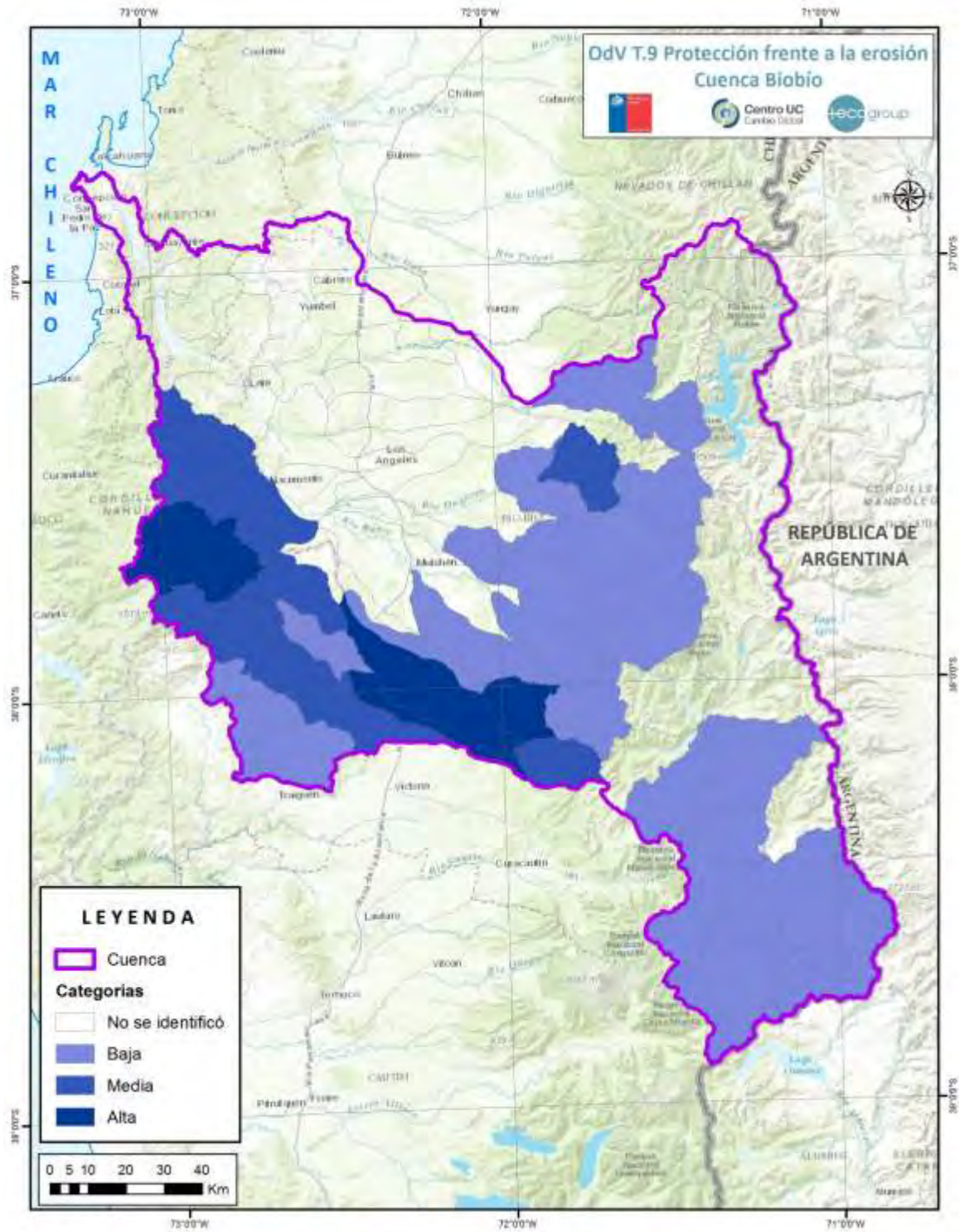
Análisis:

Los resultados dan cuenta de la presencia de procesos de erosión natural, es decir aquellos asociados a una combinación de factores de relieve y suelo, independiente del impacto del hombre. El índice aplicado da cuenta de las áreas con mayor protección frente a la erosión natural, es así como las zonas asociadas a usos de suelo antrópicos ubicadas preferentemente en zonas bajas, como lo son la actividad agrícola principalmente y la actividad forestal, se encuentran en zonas con mayor protección, a su vez, áreas ubicadas en zonas de mayor altitud, en la precordillera y cordillera, presentan valores bajos o nulos de protección, ya que poseen en forma natural procesos erosivos importantes, principalmente por la falta de sustrato y altas pendientes.

a)



b)



c)

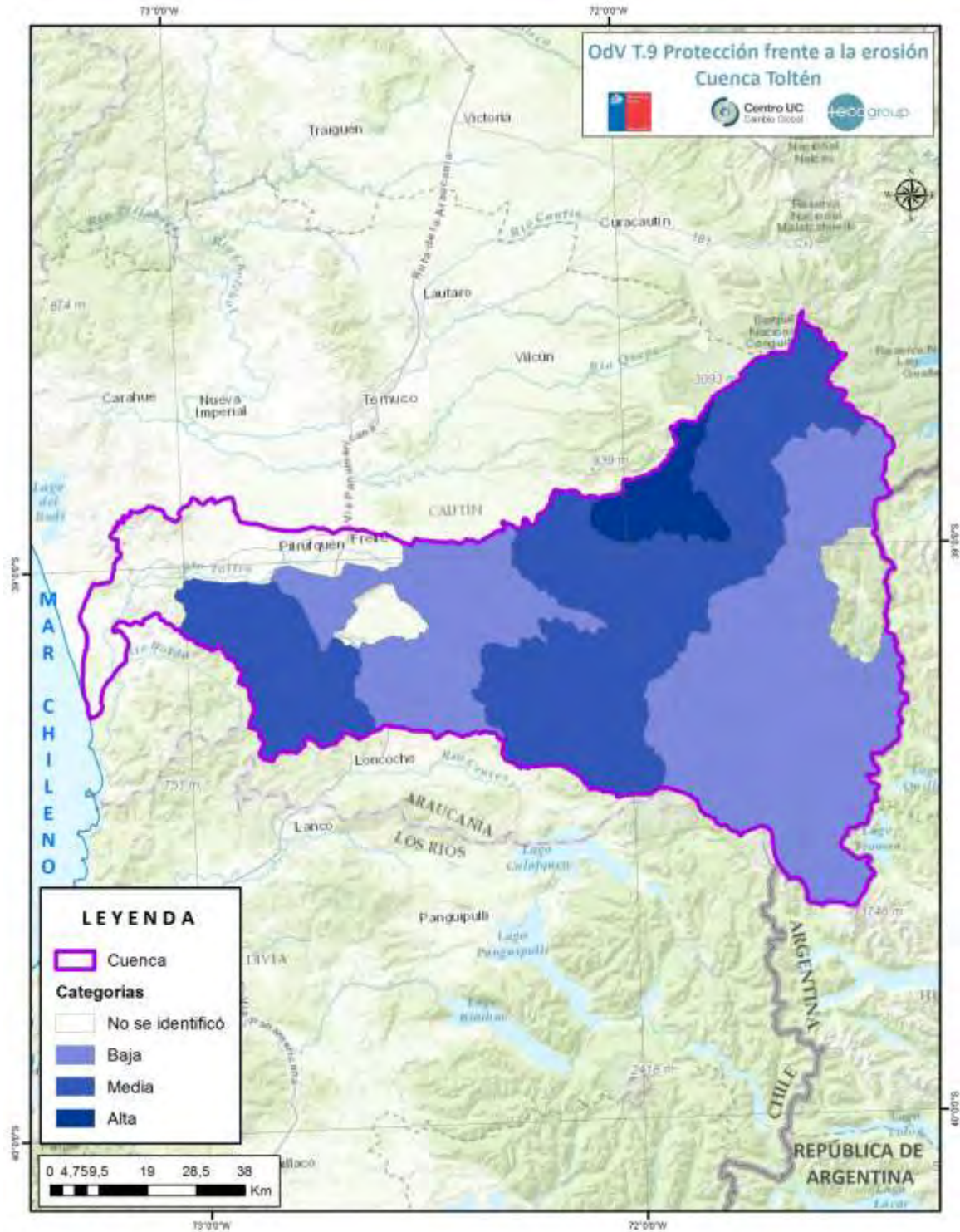


Figura 134. OdV T.9: Protección frente a la erosión: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Toltén.

Fuente: elaboración propia.

5.3.11 OdV T.10: Parques Nacionales

5.3.12 OdV T.11: Áreas oficiales de conservación excluyendo Parques Nacionales

5.3.13 OdV T.12: Áreas de conservación de interés privado y sitios prioritarios

Introducción:

Para la definición de las áreas protegidas a incluir en algún Objeto de Valoración, se consideraron todas las categorías de protección legales existentes en Chile para los ambientes terrestres. Estos serían las categorías que conforman el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE, corresponden a Parque Nacional, Reserva Nacional y Monumento Natural), los Santuarios de la Naturaleza, los Bienes Nacionales Protegidos, los sitios prioritarios para la conservación del Ministerio del Medio Ambiente y las áreas de conservación privadas.

Debido a la distinta naturaleza, tanto legal como en su origen y función de los distintos tipos de áreas protegidas, y al no existir una definición clara de los objetivos de protección que tienen cada uno, se decidió definir tres escenarios que incluyeran las distintas categorías de protección. El estudio asume que no hay argumentación clara, debido a lo señalado anteriormente, para poder incluir la gran mayoría de las unidades de áreas protegidas del país dentro del grupo original de Altos Valores de Conservación (2. Ecosistemas prístinos de gran extensión), ya en términos de su objetivo original (muchas áreas fueron definidas con objetivos distintos a biodiversidad), como en relación a la superficie (muchas áreas protegidas poseen áreas pequeñas), por lo que, ante la falta de definiciones de objetivos y legales claras, se decidió incluir dentro de los OdV la presencia de áreas protegidas no oficiales. Finalmente, se decidió dividir en tres subcategorías (o escenarios), para dar cuenta de las diferencias entre la diversidad de figuras de protección o de interés de conservación señaladas con anterioridad. Así, el OdV 2.10 original, se descompone en tres nuevos OdV: T.10 Parques Nacionales, T.11 Áreas oficiales de conservación excluyendo parques nacionales y T.12 Áreas de conservación de interés privados y sitios prioritarios.

Tabla resumen:

Tabla 112. Resumen OdV T.10

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
T.10	Parques Nacionales	Presencia de áreas definidas para la protección (Parques Nacionales) a escala de sub-subcuenca	Base de datos de áreas protegidas MMA	Proxy

Fuente: elaboración propia.

Tabla 113. Resumen OdV T.11

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
T.11	Áreas oficiales de conservación excluyendo Parques Nacionales	Presencia de áreas definidas para la protección (Reservas Nacionales, Monumentos Naturales, los Santuarios de la Naturaleza y los Bienes Nacionales Protegidos) a escala de sub-subcuenca	Base de datos de áreas protegidas MMA	Proxy

Fuente: elaboración propia.

Tabla 114. Resumen OdV T.12

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
T.12	Áreas de conservación de interés privados y sitios prioritarios	Presencia de áreas no oficiales definidas para la protección (Iniciativas de conservación privada, Sitios prioritarios para la conservación) a escala de sub-subcuenca	Base de datos de áreas protegidas MMA	Proxy

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

El primer escenario (T.10) incluye solo la categoría del SNASPE de Parque Nacional, ya que estos son reconocidos como un área particular tanto en términos legales, como por parte de los actores del territorio. El segundo OdV (T.11), incluye al resto de las áreas protegidas oficiales, las que serían las Reservas Nacionales, Monumentos Naturales, los Santuarios de la Naturaleza y los Bienes Nacionales Protegidos, excluyendo la categoría de Parque Nacional. Finalmente, el último OdV (T.12) da cuenta de las áreas protegidas no oficiales, las que serían los sitios prioritarios definidos por las estrategias regionales de biodiversidad (Ministerio del Medio Ambiente) y las áreas protegidas privadas.

Para el cálculo de cada OdV se procedió a intersectar las áreas protegidas seleccionadas con las SSC, calculando el porcentaje de superficie presente en cada una de ellas. Se establecieron dos umbrales de corte, para dividir en tres categorías (baja, media, alta) de igual tamaño, el rango total de proporción de superficie de cada conjunto de áreas protegidas en cada sub-subcuenca (Tablas 104,105,106).

Resultados:

Los resultados de los OdV asociados a la presencia de áreas protegidas (Figuras 135, 136 y 137), presentan un patrón similar independiente del tipo de áreas que se haya usado para definir el ODV. En todos los casos, la presencia de la categoría más alta, se presenta en la zona precordillerana y andina. Los Parques Nacionales asociados al OdV T.10 tienen muy baja cobertura en la región del Maule en comparación a las otras dos regiones. Para el caso del T.11 en que se agregan todas las áreas oficiales, la situación cambia radicalmente para el Maule, al igual que en OdV T.12 en que se identifican los Sitios Prioritarios y las Iniciativas de conservación privadas, mintiéndose los patrones de ocurrencia en las otras dos regiones.

Tabla 115. Resumen de los valores por categoría - OdV T.10 Parques Nacionales

Cuenca	Proporción de parques nacionales dentro de la sub-subcuenca			
	Baja	Media	Alta	No se identificó
Maule	0,08 - 9,55	9,56 - 10,64	10,65 - 35,55	0
Biobío	0,09 - 0,73	0,74 - 11,10	11,11 - 27,35	0
Toltén	0,47 - 4,35	4,36 - 18,52	18,53 - 58,27	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla 116. Resumen de los valores por categoría - OdV T.11 Áreas oficiales de conservación excluyendo parques nacionales

Cuenca	Proporción de áreas oficiales de conservación excluyendo parques nacionales dentro de la sub-subcuenca			
	Baja	Media	Alta	No se identificó
Maule	0,175 - 2,434	2,435 - 6,268	6,269 - 23,367	0
Biobío	0,060 - 13,475	14,476 - 55,166	55,167 - 98,659	0
Toltén	0,008 - 5,145	5,146 - 21,625	21,626 - 68,621	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla 117. Resumen de los valores por categoría - OdV T.12 Áreas de conservación de interés privados y sitios prioritarios

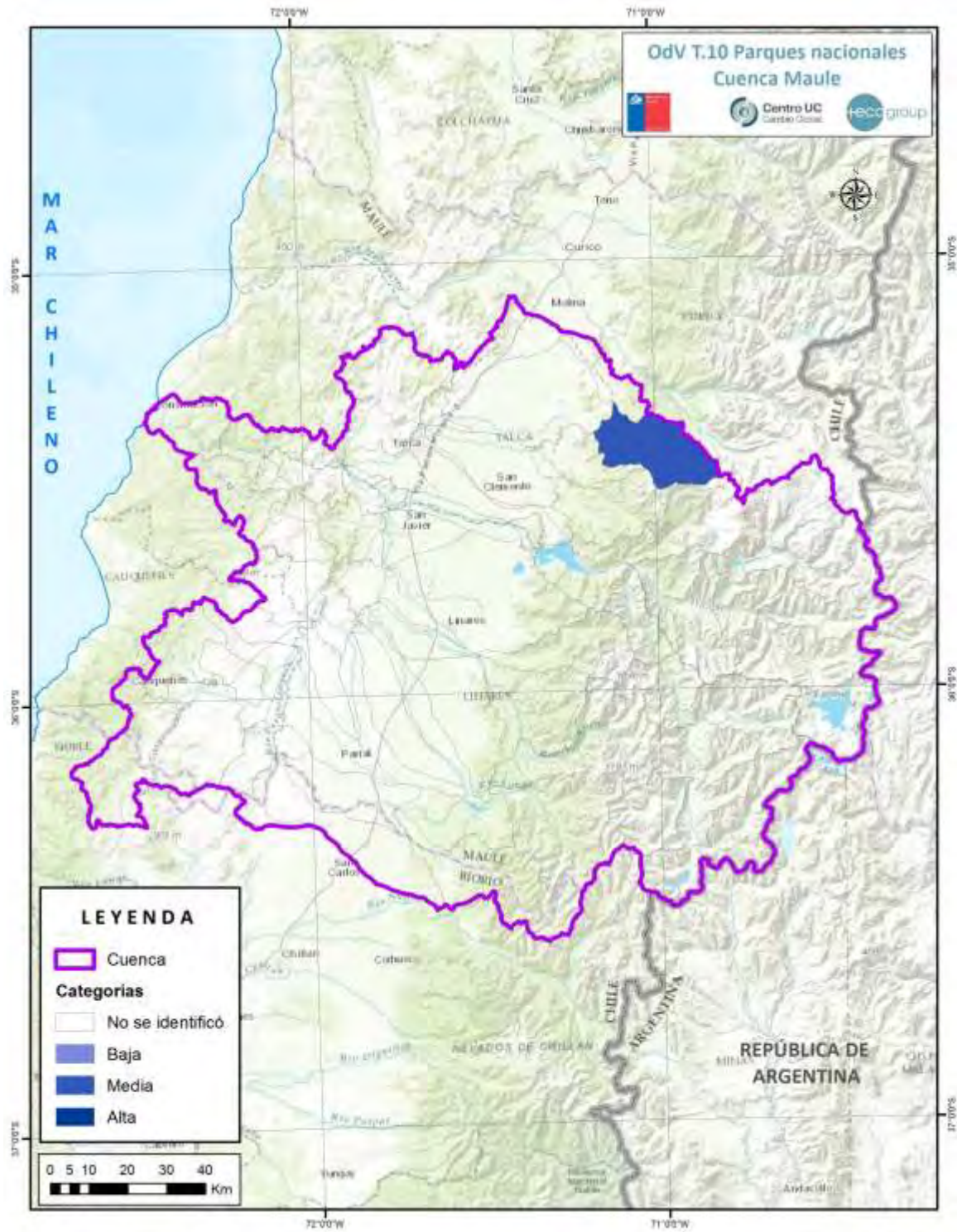
Cuenca	Proporción de áreas de conservación de interés privado y sitios prioritarios dentro de la sub-subcuenca			
	Baja	Media	Alta	No se identificó
Maule	0,02 - 11,11	11,12 - 32,42	32,43 - 93,76	0
Biobío	0,15 - 3,94	3,95 - 25,92	25,93 - 99,23	0
Toltén	0,03 - 0,47	0,48 - 2,41	2,42 - 8,68	0

Fuente: elaboración propia.

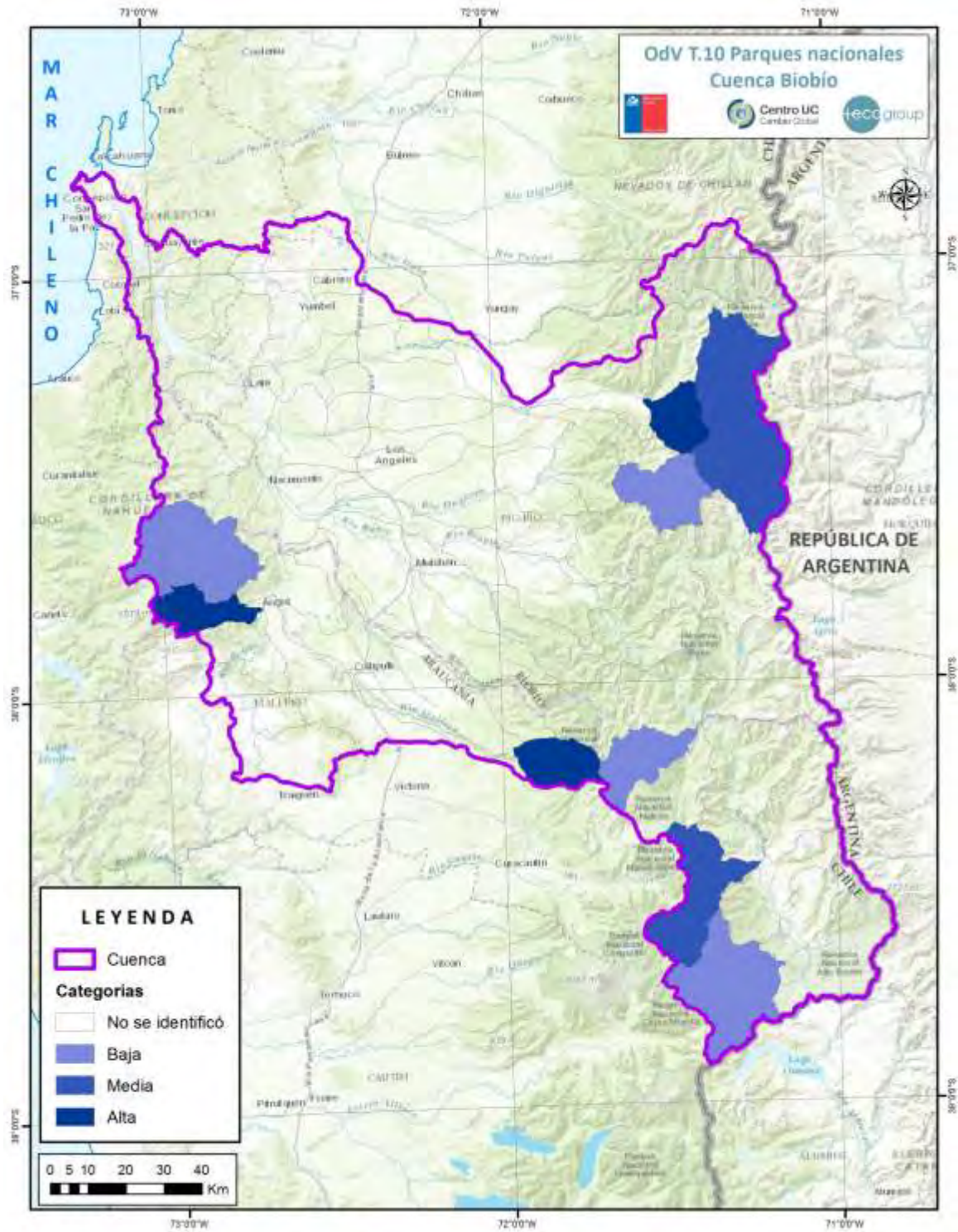
Análisis:

Los resultados de las áreas de protección según los distintos escenarios, dan cuenta de la baja representatividad que presenta la zona central de Chile. A partir de los resultados del primer escenario que solo incluye Parques Nacionales, se puede observar en la cuenca del Maule, la baja presencia de áreas de protección en su máxima categoría (Parque Nacional) identificándose solo una sub-subcuenca con superficie. Esta situación varía en el Biobío y Toltén, donde se observan más áreas, pero concentradas en zonas específicas (zonas precordilleranas y andinas). Al analizar la situación del resto de las áreas oficiales de protección, la situación es similar, aumentando la cobertura en las tres cuencas, pero en las mismas zonas geográficas. Finalmente, al comparar los resultados de la protección oficial versus otros instrumentos de protección que no se han oficializado, como lo son las iniciativas de conservación privada y los sitios prioritarios de protección, sí se observa una diferencia en la cobertura de protección, incorporándose áreas como las zonas interiores y costeras de las cuencas, que no son incorporadas en la protección oficial. Esto último da cuenta de la relevancia que podría tener a corto plazo la incorporación de las áreas privadas para aumentar la representatividad del sistema nacional de áreas de protección.

a)



b)



c)

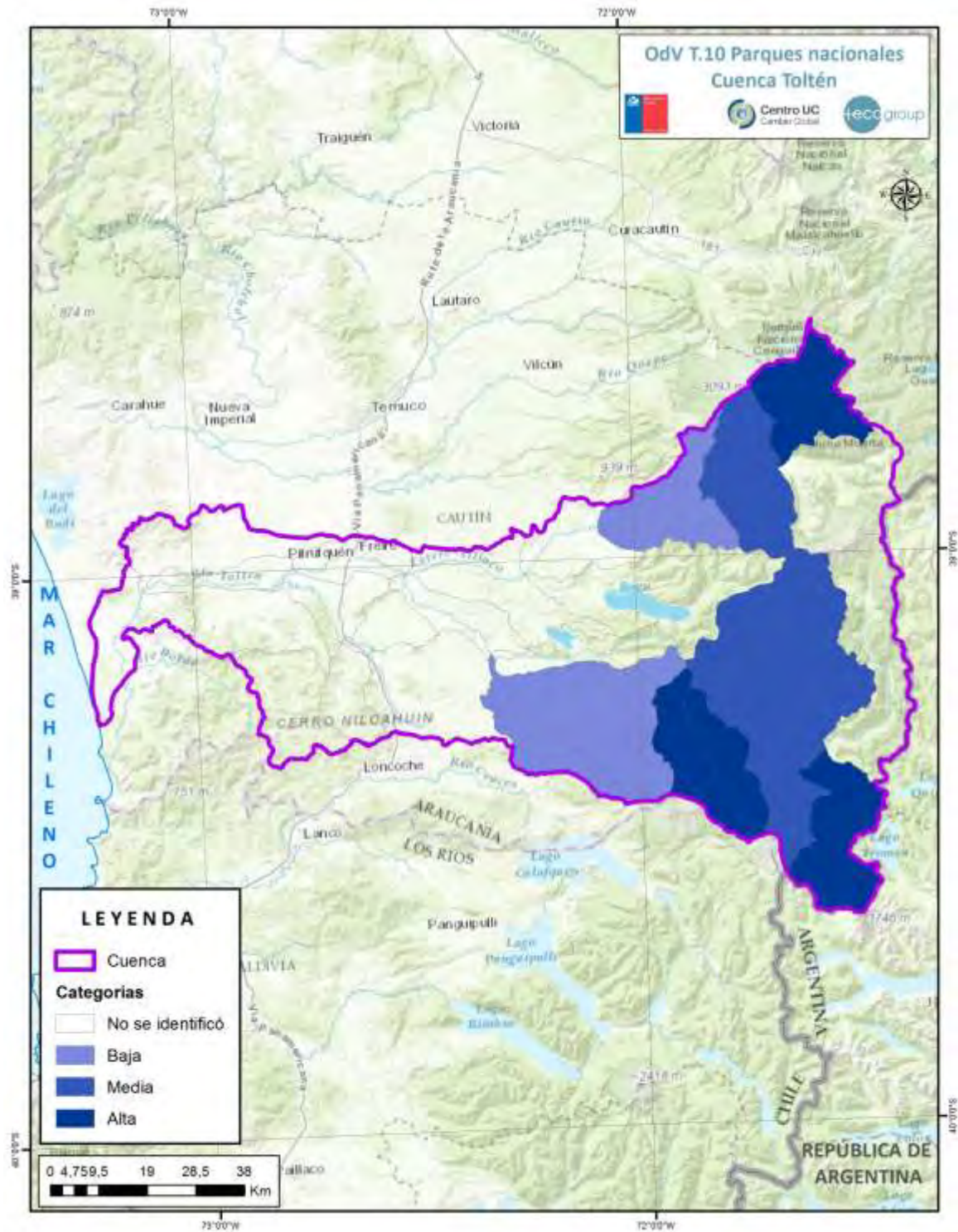
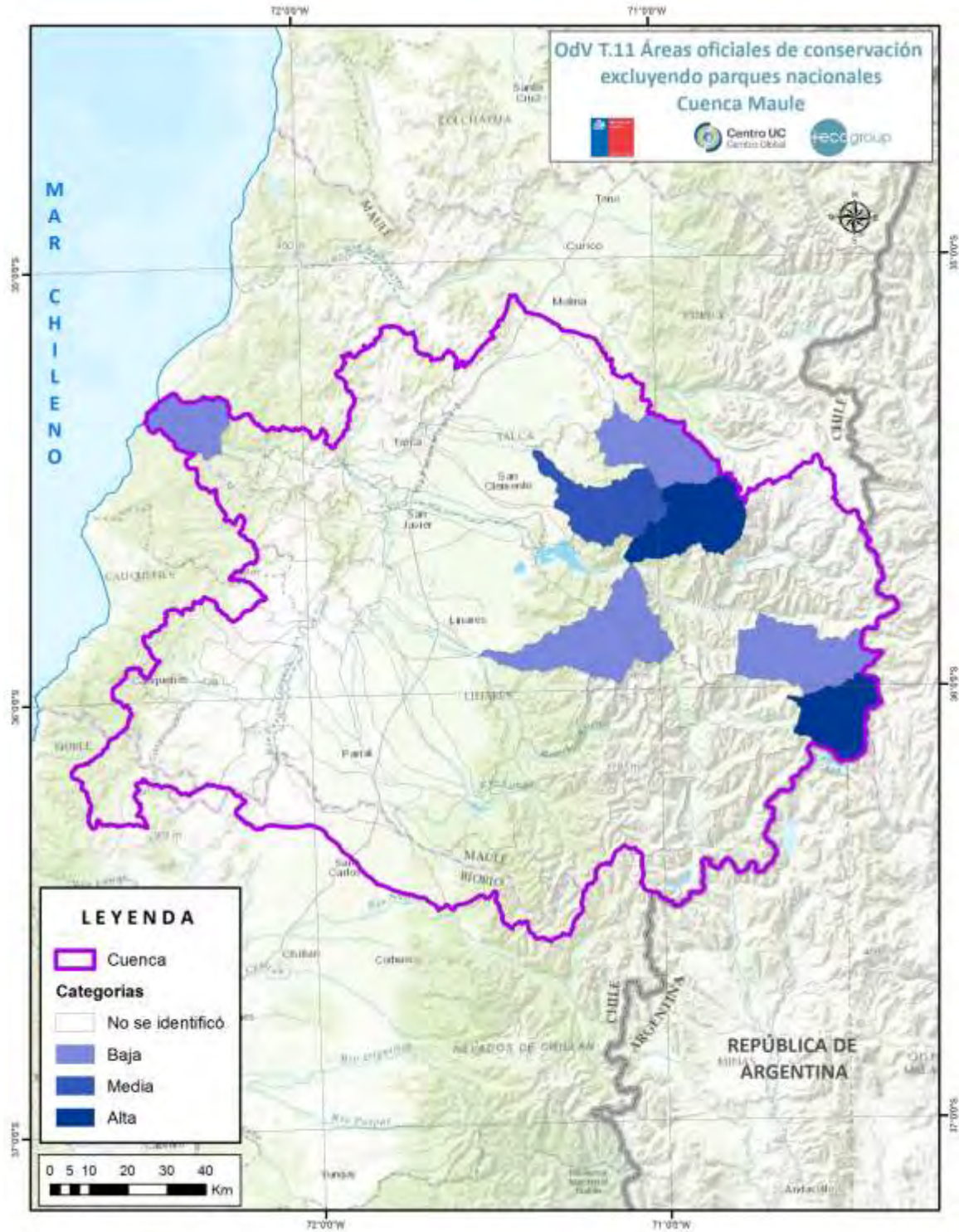


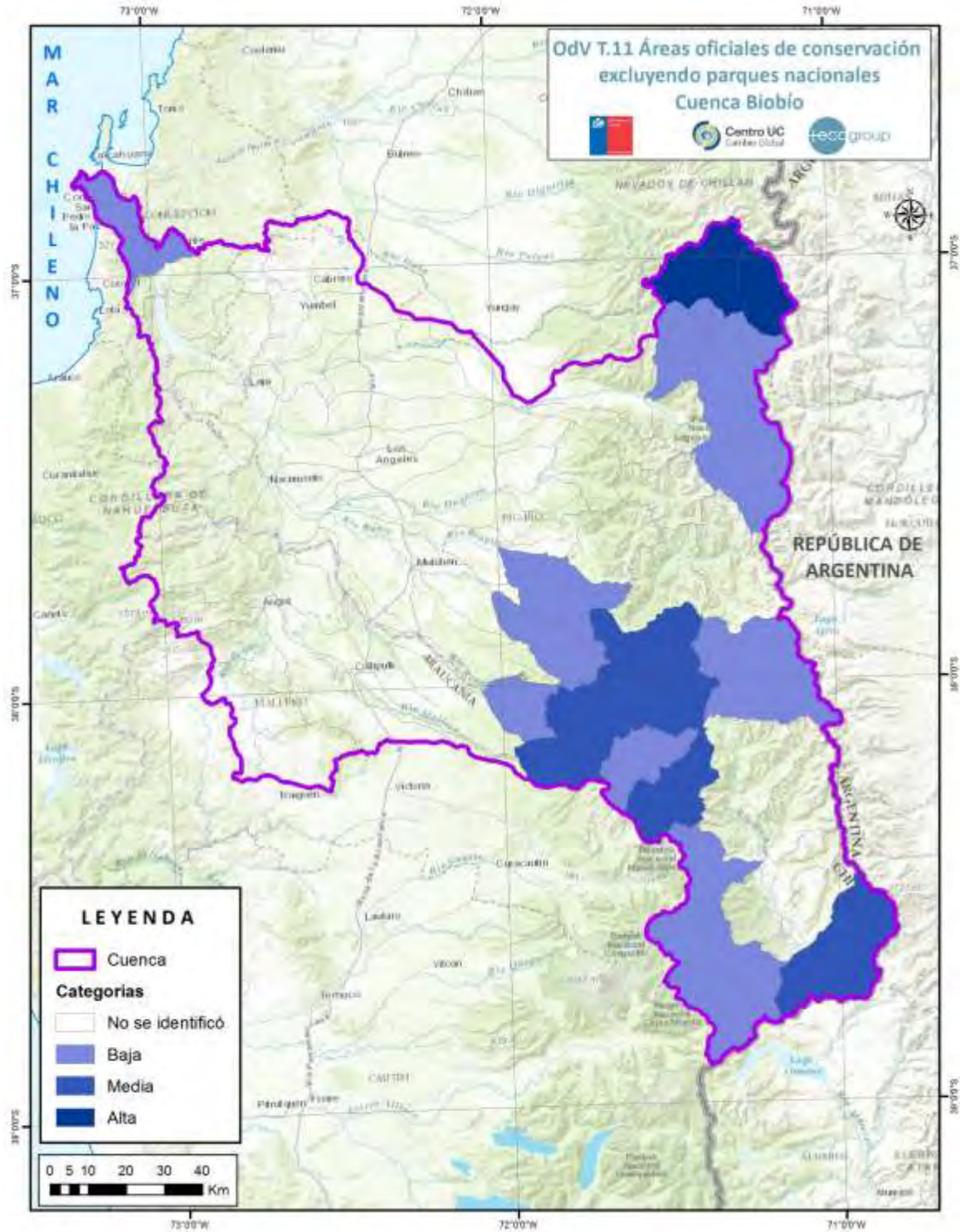
Figura 135. OdV T.10: Áreas oficiales de conservación (Parques Nacionales) : a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Toltén.

Fuente: elaboración propia.

a)



b)



c)

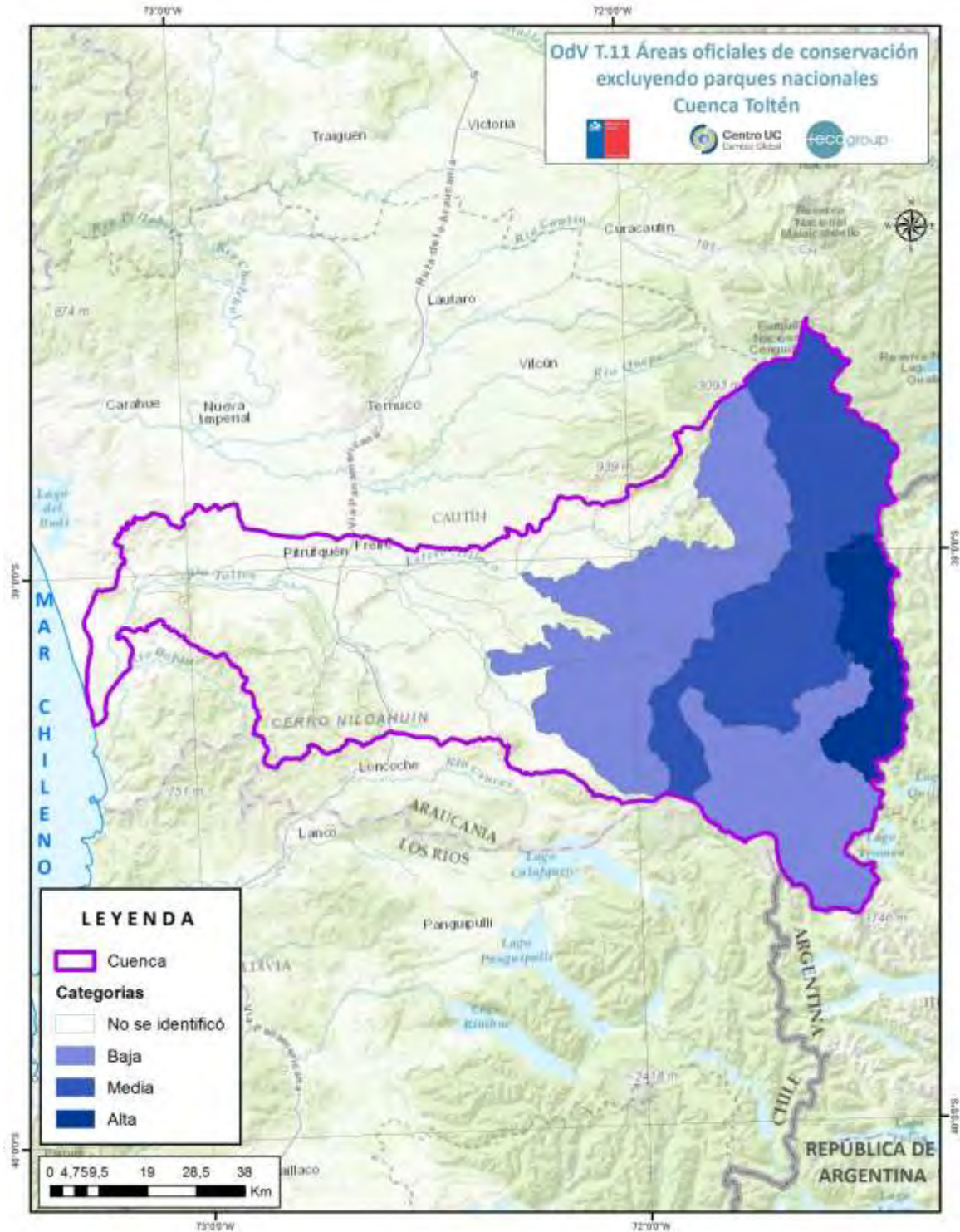


Figura 136. OdV T.11: Áreas oficiales de conservación excluyendo Parques Nacionales: a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Toltén.

Fuente: elaboración propia.

c)

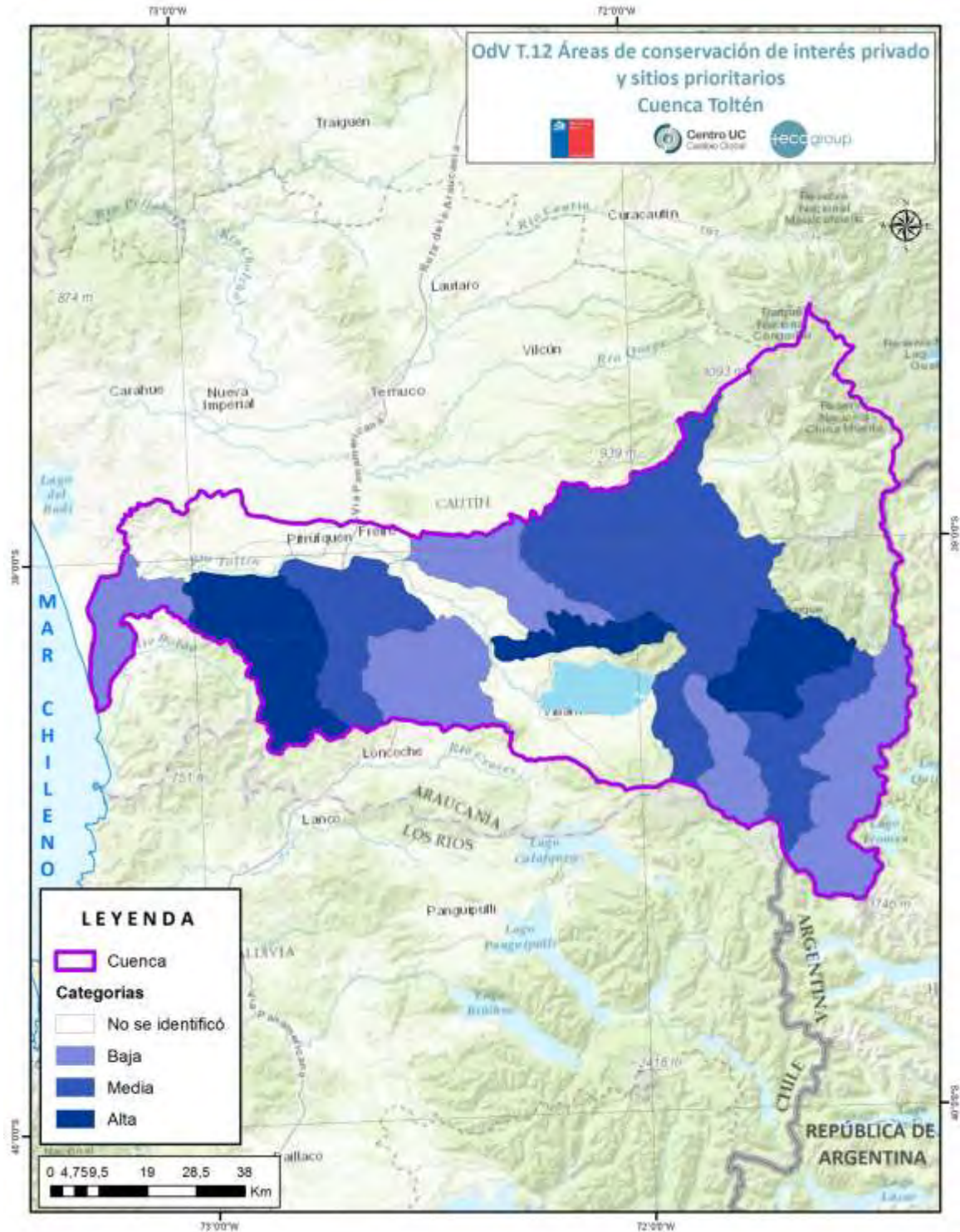


Figura 137. OdV T.12: Áreas de conservación de interés privados y sitios prioritarios : a) cuenca del Maule, b) cuenca del Biobío y c) cuenca del Toltén.

Fuente: elaboración propia.

5.4 Objetos de Valoración Sociales

5.4.1 Explicación metodológica general para los OdV Sociales

Los OdV sociales son aquellos elementos que ayudan a satisfacer las necesidades básicas de las comunidades locales o pueblos indígenas. En su proceso de desarrollo, Chile se ha planteado como objetivo la reducción de la pobreza y vulnerabilidad de sus habitantes. En este sentido, este OdV busca identificar los lugares donde hay comunidades que podrían verse afectadas por actividades de generación hidroeléctrica, afectando el acceso al agua potable y a la producción agrícola de subsistencia. Se debe tener en cuenta que, si bien es posible que actividades de generación eléctrica generen algún efecto en la disponibilidad de agua subterránea, el efecto más claro sería sobre las aguas superficiales.

Tabla 118. OdV Sociales

OdV	Nombre
S.1	Necesidades sociales de subsistencia: sanidad y agua potable
S.2	Necesidades sociales de subsistencia alimentaria

Fuente: elaboración propia.

5.4.2 OdV S.1: Necesidades sociales de subsistencia: sanidad y agua potable

Introducción:

Una necesidad básica de las comunidades es la provisión de agua potable. Esto es especialmente crítico para las comunidades con hogares más vulnerables. Este ámbito puede ser afectado por el desarrollo de proyectos hidroeléctricos. Estos efectos en el suministro de agua potable pueden ser determinantes para el desarrollo de los habitantes de áreas rurales. El sistema de recolección, almacenamiento y distribución de agua potable en sectores rurales entra en directo conflicto debido al uso de vertientes y ríos para su extracción y tratamiento. Es por esto que este OdV plantea estudiar el nivel de relevancia que tiene el suministro de agua potable rural en cada sub-subcuenca. Este OdV se cuantifica midiendo el número de beneficiados por el servicio de agua potable rural.

Tabla resumen:

Tabla 119. Resumen OdV S.1

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
S.1	Necesidades de subsistencia: sanidad y agua potable	Número de beneficiados en programas de suministro de agua potable rural (APR) del estado.	Registro de agua potable rural, APR (MOP, 2014)	Variable Directa

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Los datos utilizados para la construcción de este OdV vienen directamente del registro de inscritos en el servicio de agua potable rural proporcionado por el Ministerio de Obras Públicas. Este registro entrega puntos geográficos con los centros de distribución del agua y los beneficiarios en cada centro. Sin embargo, este registro no provee información respecto de las fuentes de agua o bocatomas utilizadas.

La metodología consiste en asignar los APR y sus beneficiados a cada sub-subcuenca. De esta forma se obtiene una capa que indica el número de beneficiarios totales del servicio de APR por sub-subcuenca. Luego, este valor se divide por la superficie total de la sub-subcuenca para así obtener, como resultado final el OdV, que es: el número de beneficiarios del servicio de agua potable rural por km² para cada sub-subcuenca.

Posterior al cálculo de los beneficiarios se procede a catalogar cada sub-subcuenca acorde a su presencia relativa en la cuenca. Para este cálculo se dejan fuera aquellas sub-subcuencas donde el OdV no está identificado (beneficiarios igual a cero). Utilizando la distribución de los datos se procede a dividirlos en terciles. De esta forma, se generan umbrales que definen las categorías de baja, media y alta presencia del OdV.

Resultados:

Tabla 120. Resumen de los valores y observaciones por categoría - OdV S.1

Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral categorías - número de beneficiarios del servicio de agua potable rural por km ² (Número de SSC)				
				No se identifica	Baja	Media	Alta	
Maule	0	82,107	9,313	0 (29)	0,318 (12)	4,307 (12)	20,97 (11)	
Biobío	0	23,387	3,171	0 (27)	0,35 (15)	0,957 (15)	5,147 (14)	
Toltén	0	21,913	5,666	0 (10)	0,57 (7)	4,869 (7)	12,47 (6)	

Fuente: elaboración propia.

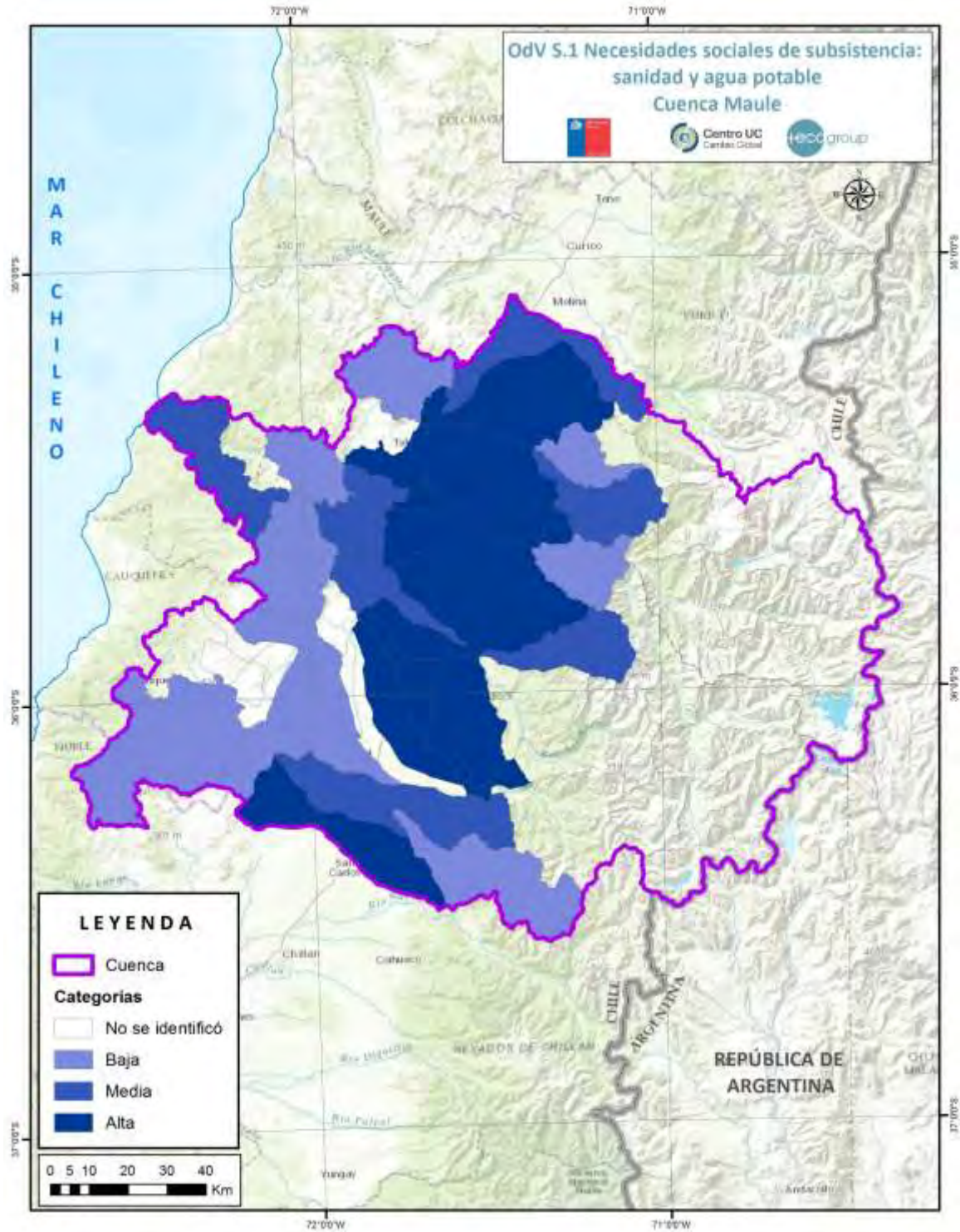


Figura 138. S.1: Necesidades sociales de subsistencia: sanidad y agua potable, cuenca del Maule
Fuente: elaboración propia.

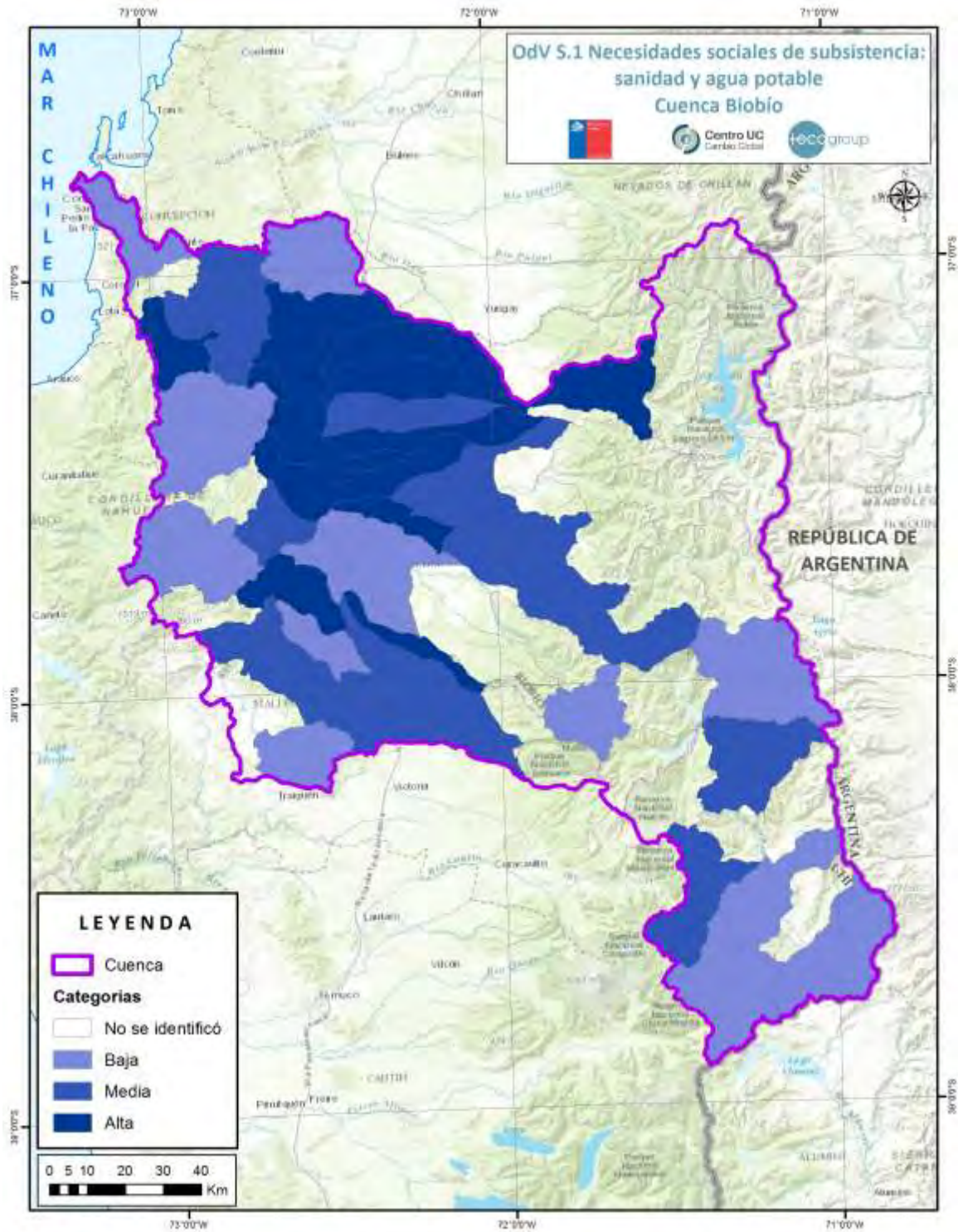


Figura 139. S.1: Necesidades sociales de subsistencia: sanidad y agua potable, cuenca del Biobío
Fuente: elaboración propia.

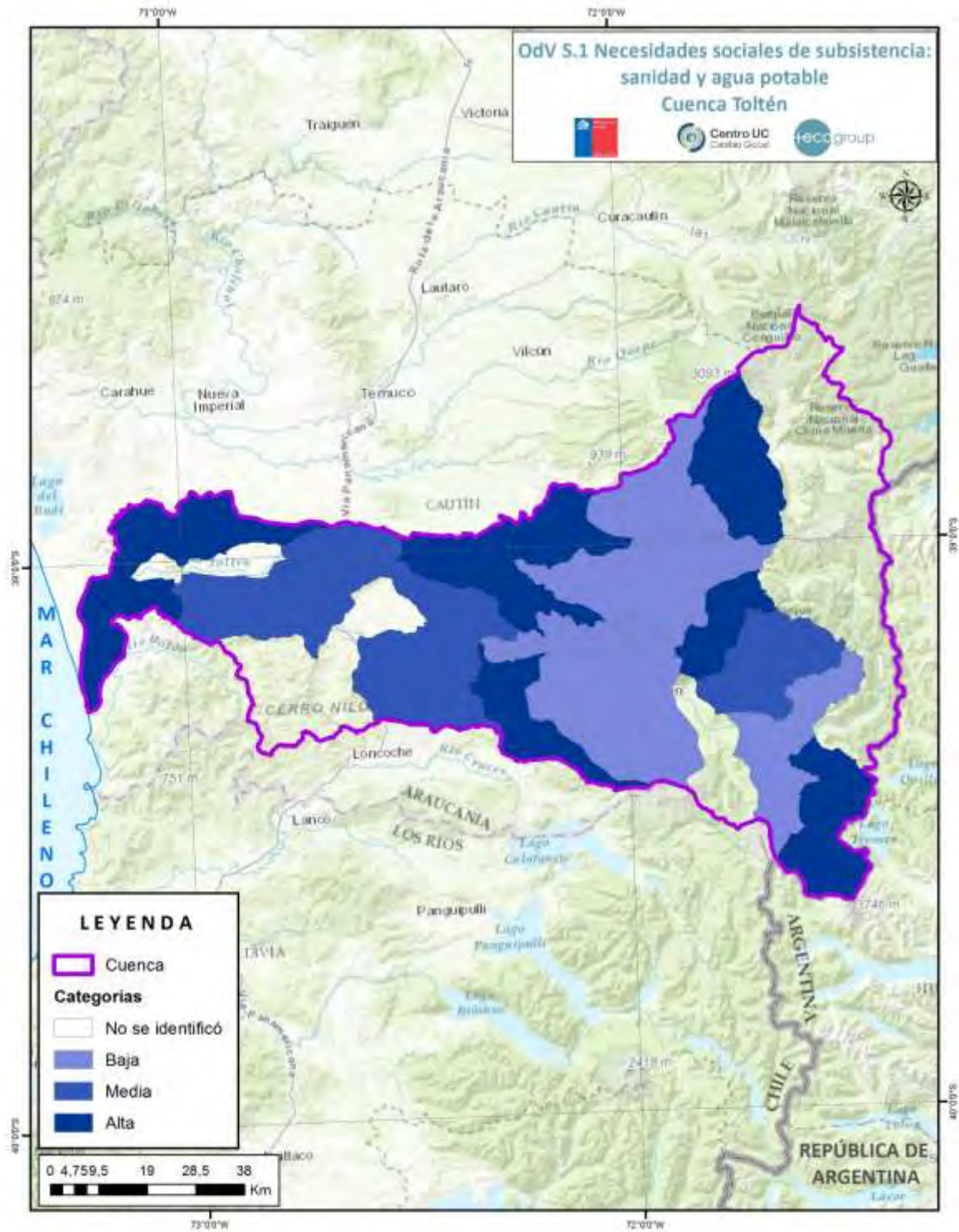


Figura 140. S.1: Necesidades sociales de subsistencia: sanidad y agua potable, cuenca del Toltén
Fuente: elaboración propia.

Análisis y recomendaciones:

Si bien existen asentamientos que no están adscritos al servicio de Agua Potable Rural (APR) y realizan los suministros de agua potable por sus propios medios, el OdV nos muestra un patrón en cuanto a las concentraciones y el tamaño relativo que tiene el suministro rural de agua potable en cada sub-subcuenca. Precisamente los mapas muestran varias sub-subcuencas sin presencia del OdV. Esto no quiere decir que no exista abastecimiento de agua potable para las comunidades, sino que no es posible cuantificar su presencia con las bases de datos disponibles. No obstante, de acuerdo al MOP este programa cubre el 99% de la población de zonas rurales concentradas. De esta forma, el número de beneficiarios de servicios de APR por km² entrega una clara imagen de las zonas donde hay una mayor concentración de población dependiente de estos sistemas por lo que hay una mayor sensibilidad a posibles efectos en sus fuentes hídricas.

En el futuro se puede intentar mejorar la asignación de los beneficiarios no por su ubicación geográfica sino por la ubicación de sus fuentes de agua. Esto podría, por ejemplo, implementarse en la medida que se conozcan las bocatomas de donde extraen el recurso. Hasta que no se generen esos datos la mejor aproximación para el estudio del impacto de necesidades sociales de subsistencia en agua potable y sanidad es lo indicado por este OdV.

5.4.3 OdV S.2: Necesidades sociales de subsistencia alimentaria

Introducción:

La agricultura no solo ocupa un lugar relevante en la producción económica de un país. En ciertos lugares, principalmente rurales, ésta juega un rol fundamental en la subsistencia alimenticia de las familias, ya sea a través de pequeños cultivos comerciales o como método de propio suministro alimenticio. Por esto, no se puede dejar fuera del análisis de impacto de la generación hidroeléctrica las necesidades de subsistencia alimenticia. Dado el uso de terreno y riego, el impacto puede ser directo por lo que investigar el nivel de presencia de este tipo de agricultura es de gran utilidad a la hora de desarrollar un análisis detallado de la situación en cada sub-subcuenca. Este OdV mide la presencia de pequeña agricultura a través de los beneficiarios de programas estatales. Estos beneficiarios pueden ser familias, individuos o grupos comunitarios, por lo que el valor encontrado entrega el número de cultivos más que el número de personas involucradas.

Tabla resumen:

Tabla 121. Resumen OdV S.2

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
S.2	Necesidades sociales de subsistencia alimentaria	Número de beneficiados en programas estatales de apoyo a la agricultura de subsistencia.	Registro beneficiarios programa desarrollo territorial indígena, PDTI (INDAP, 2015). Registro beneficiarios servicio asesoría técnica, SAT (INDAP, 2015) Registro beneficiarios programa de desarrollo local, PRODESAL (INDAP, 2015)	Variable Directa

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Los datos necesarios para calcular este OdV provienen de INDAP y sus registros de beneficiarios a programas de apoyo a la agricultura familiar campesina. Se utilizaron los tres principales programas PDTI, PRODESAL y SAT, donde cada uno entrega la ubicación geográfica de los beneficiarios.

Para construir el OdV se unifican las tres bases de datos de INDAP en una sola gran base, de la cual se eliminan los beneficiarios duplicados. Teniendo ya esta base general de beneficiarios se procede a hacer la homologación para las sub-subcuencas. Para este proceso se sobreponen ambas capas y se agregan o suman los beneficiarios para cada sub-subcuenca. De esta forma, la capa final muestra el número de beneficiarios a programas de apoyo a la subsistencia para cada sub-subcuenca. Finalmente, se divide el número de beneficiarios total por el total de superficie de la sub-subcuenca y se obtiene como resultado final el número de beneficiarios por km².

Terminado el proceso del cálculo de los beneficiarios se procede a aplicar la misma categorización utilizada en el OdV de agua potable y sanidad donde se clasifica cada sub-subcuenca según la presencia relativa del OdV en la cuenca, sin contabilizar aquellas sub-subcuencas donde no se identifica el OdV, se clasifica cada sub-subcuenca según tenga baja, media o alta presencia de éste.

Resultados:

Tabla 122. resumen de los valores y observaciones por categoría - OdV S.2

Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral categorías: número de beneficiarios por km ² (Número de SSC)			
				No se identifica	Baja	Media	Alta
Maule	0	0,981	0,107	0 (24)	1,477x10 ⁻³ (14)	0,035 (13)	0,158 (13)
Biobío	0	2,842	0,412	0 (5)	2,043x10 ⁻³ (22)	0,206 (23)	0,53 (21)
Toltén	0	3,225	0,891	0 (1)	0,046 (10)	0,501 (10)	1,126 (9)

Fuente: elaboración propia.

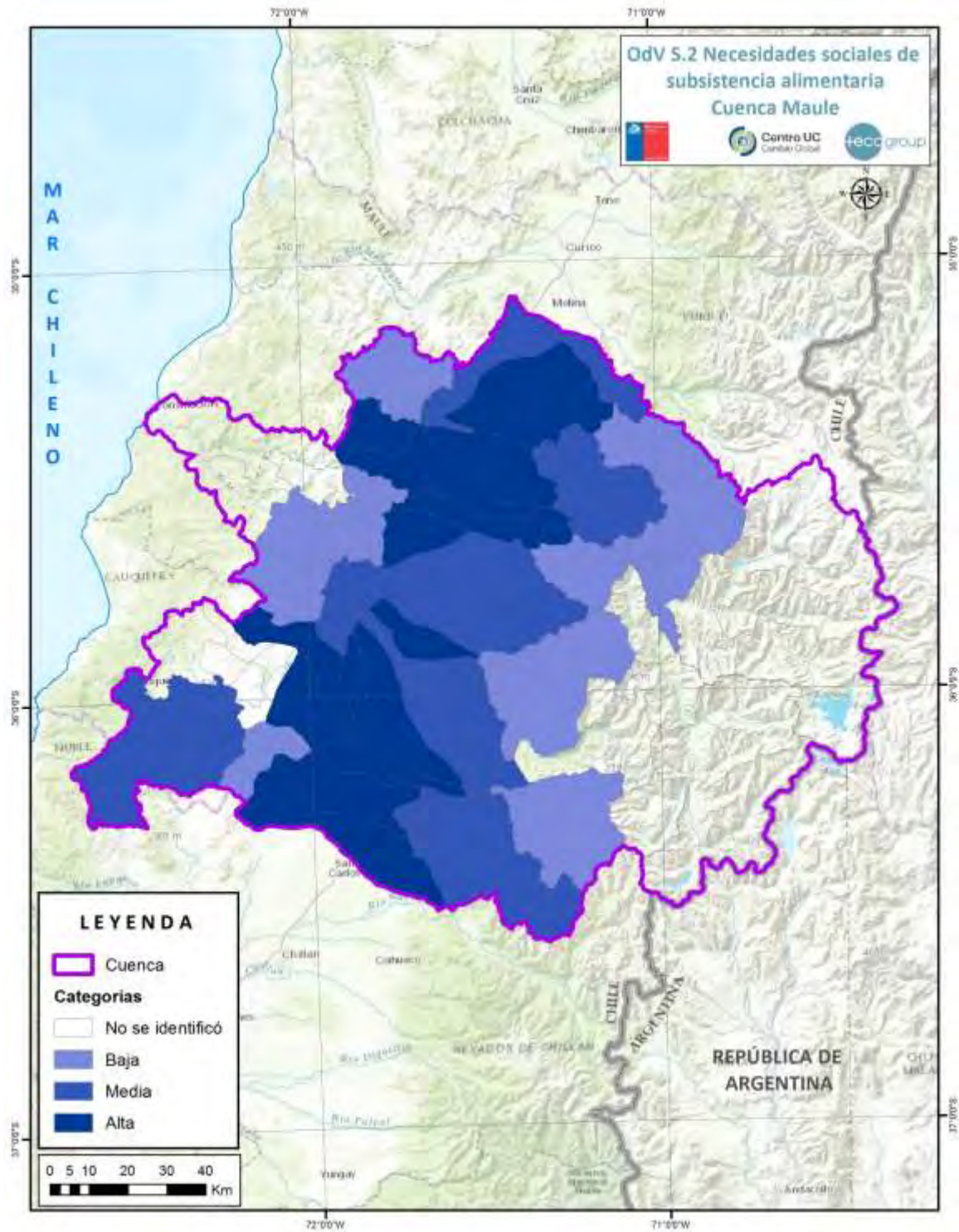


Figura 141. S.2: Necesidades sociales de subsistencia alimentaria, cuenca del Maule
Fuente: elaboración propia.

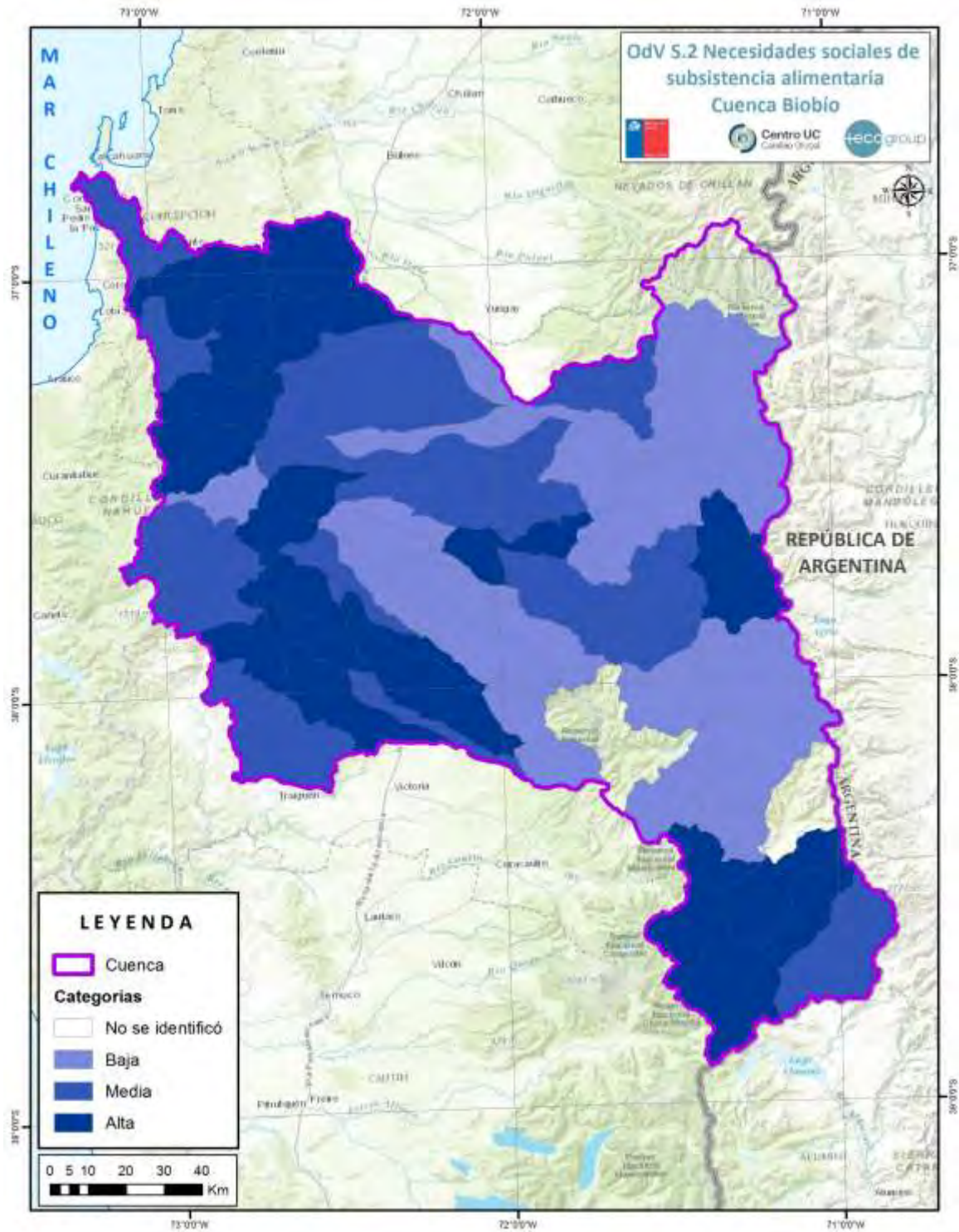


Figura 142. S.2: Necesidades sociales de subsistencia alimentaria, cuenca del Biobío.

Fuente: elaboración propia.

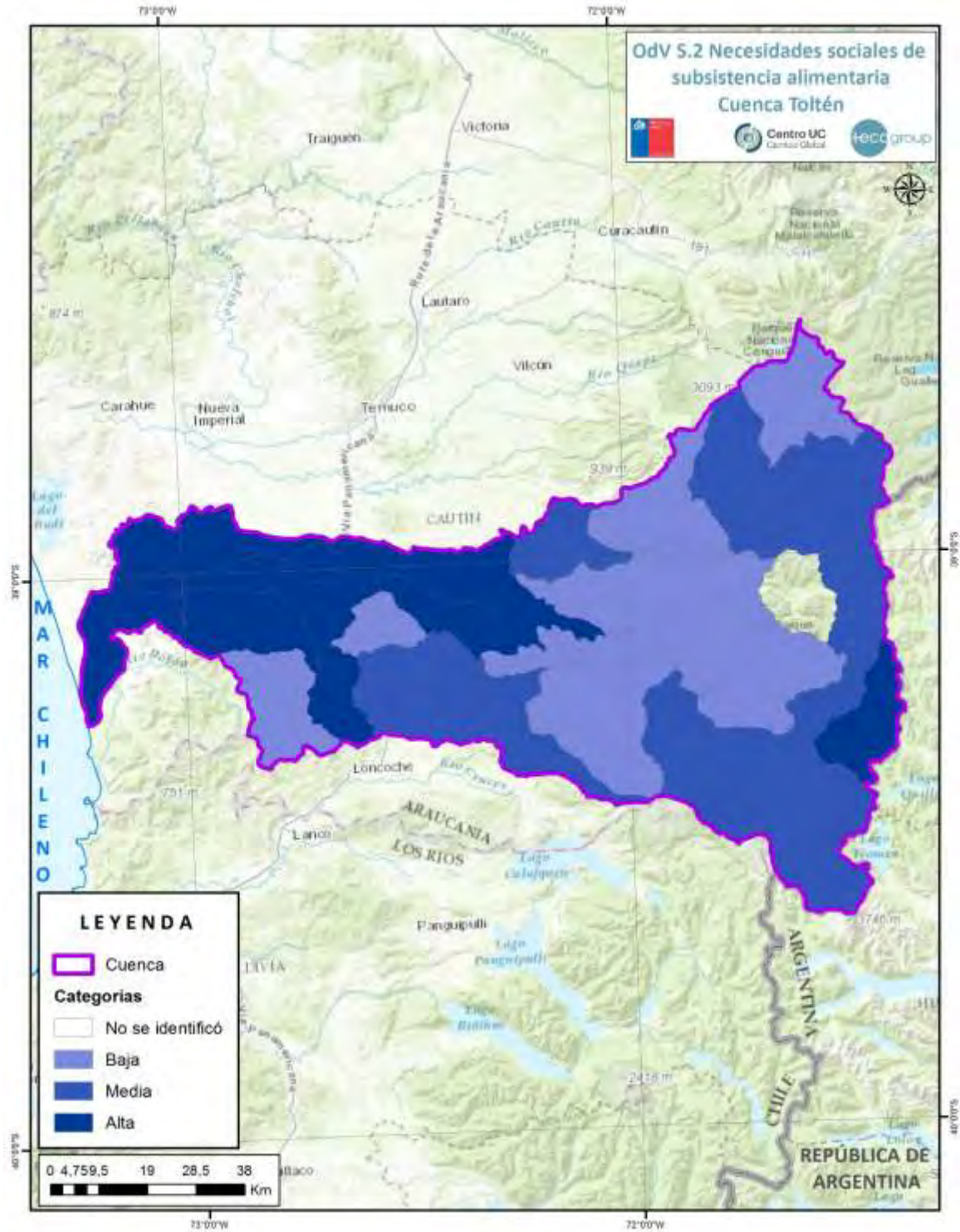


Figura 143. S.2: Necesidades sociales de subsistencia alimentaria, cuenca del Toltén.
Fuente: elaboración propia.

Análisis y recomendaciones:

Los mapas de resultado de este OdV no permiten distinguir un patrón claro de distribución. Comparando entre cuencas es posible concluir que la subsistencia alimenticia tiende a ser mayor hacia al sur, con un alza en los promedios, el máximo y los umbrales de cada categoría. Esto podría interpretarse como que hay mayor proporción de población con necesidades mayores de subsistencia alimentaria, dentro de las cuencas en estudio.

Las capas utilizadas están en forma de puntos geográficos y contienen también información sobre la superficie asociada a cada beneficiario. En una futura investigación, estos datos pueden ser utilizados para mejorar el nivel de detalle de estos mapas previa validación de esta información. De acuerdo a la revisión realizada en este estudio estos datos presentan problemas de consistencia (por ejemplo, no todos proveen información de la fuente de agua) que posiblemente en levantamientos futuros sean mejorados, permitiendo el análisis más detallado.

5.5 Objetos de Valoración Culturales

De acuerdo a los Altos Valores de Conservación (AVC), las variables culturales que representan valores o elementos para conservar se definen como “sitios, recursos, hábitats y paisajes significativos a escala global o nacional por razones culturales, arqueológicas o históricas, o de importancia cultural, ecológica, económica, o religiosa o sagrada crítica para la cultura tradicional de las comunidades locales o pueblos indígenas, e identificados mediante el diálogo con dichas comunidades locales o pueblos indígenas”.

Cabe señalar que los Objetos de Valoración que se desarrollan a continuación están referidos a los valores culturales que tienen una importancia significativa para la comunidad, esta última entendida como cualquier grupo humano que posee características propias que contribuyen a distinguirse de otros. La identidad es un conjunto de tradiciones, símbolos y creencias que generan sentido de pertenencia y sentimientos de arraigo que permiten comprender cómo se construye la especificidad cultural, así como la dinámica comunitaria de un territorio. Por lo tanto, para identificar la identidad de una comunidad y su expresión en un territorio, es fundamental abordar no sólo los valores étnicos sino también otras heterogeneidades culturales existentes.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 1972) señala que el patrimonio cultural comprende el conjunto de obras materiales (tangibles) e inmateriales (intangibles) a las cuales la sociedad otorga valor histórico, estético, científico o simbólico. “El patrimonio cultural no se limita a monumentos y colecciones de objetos, sino que comprende también tradiciones o expresiones vivas heredadas de nuestros antepasados y transmitidas a nuestros descendientes, como tradiciones orales, artes del espectáculo, usos sociales, rituales, actos festivos, conocimientos y prácticas relativos a la naturaleza y el universo, y saberes y técnicas vinculados a la artesanía tradicional” (UNESCO, 1972; 1982). Por lo tanto, es

la herencia de un grupo humano, se transmite de una generación a otra y se constituye en parte de la identidad de un pueblo.

En atención a lo anterior, y tal como se explica al principio del capítulo, se ha adaptado la metodología de los AVC, con el objetivo de incluir otros elementos del territorio que la sociedad considere valiosos.

En esta segunda fase es relevante incluir en la discusión la expresión espacial de los OdV o escala territorial de referencia. Es decir, existen valores culturales cuya importancia significativa se expresa a nivel de país (escala nacional) -incluso sobrepasando sus fronteras (escala mundial)- así como también se puede remitir a sitios, lugares, regiones o zonas cuya expresión apunta a un ámbito más bien local. Esto se profundizará al abordar cada una de las subcategorías que componen los OdV, ya que para determinar el tipo de acercamiento requerido es necesario identificar cuál es su escala de expresión territorial.

A continuación, se presentan los OdV definitivos para esta segunda etapa, sus definiciones operacionales en base a subcategorías (reformuladas) y propuestas para su identificación.

Tabla 123. OdV Culturales actualizados.

OdV	Nombre
C.1.1	Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales indígenas
C.1.2	Relevancia de tierra indígena
C.1.3	Relevancia de Áreas de Desarrollo Indígena
C.1.4	Relevancia de demandas de tierra indígena
C.1.5	Presencia de comunidades indígenas
C.2.1	Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales
C.2.2	Sitios arqueológicos
C.2.3	Sitios de alto valor paisajístico

Fuente: elaboración propia en conjunto con la Universidad de Chile.

Respecto de la información necesaria para construir los OdV culturales, se pueden distinguir dos situaciones:

Existe información suficiente para construir el OdV, a partir de bases de datos públicas. En esta situación, no se requiere esfuerzo adicional para complementar esta información.

La información existente es incompleta (o insuficiente), situación que puede ser subsanada solo mediante trabajo de largo plazo con fuentes primarias.

5.5.1 Breve acercamiento a la cosmovisión mapuche

Esta sección se realizó gracias a la participación de la autoridad tradicional mapuche machi Víctor Caniullán y a la participación de don Mauricio Huenchulaf, mediante la realización de entrevistas personales y su participación en el taller de expertos en temas culturales realizado

en enero de 2016. (Ver Anexo VIII: Minuta Técnica 1° Taller de Expertos OdV). En materia de bibliografía, se consultó el informe de la Comisión Verdad Histórica y Nuevo Trato 2001 - 2003; recomendado por la autoridad tradicional machi Víctor Caniullán, el cual a su vez participó de esta Comisión como investigador y facilitador, recopilando información referente a la cultura mapuche y su territorio, abarcando parte del territorio nacional como parte del territorio argentino.

Para comprender la cosmovisión mapuche es necesario referirse a dos conceptos esenciales. El primero es Mapuche, que remite a la idea del tipo de **Che** (entidad), que piensa, dice y hace, de acuerdo a principios culturales propios (cultura y lengua). El segundo concepto es **Gijañmawün**, se asume como principio de orden universal, que regula la relación del **Che** con los demás **Newen** (fuerzas o energías) del **Wall Mapu** (Universo). Llevado al ámbito de la religión, se manifiesta en los distintos tipos de ceremoniales que el **Che** realiza durante su existencia. Este es el principio más integral que atraviesa la práctica y vivencia religiosa mapuche, la idea de **Pu Mapuche ñi Gijañmawün**, se interpretaría como la forma mapuche de pensar y vivir la religión.

Para el pueblo mapuche el **Che** (entidad, persona) se encuentra relacionado con todo el universo y, a su vez, el universo con el **Che**, por lo que el mapuche forma parte de esta totalidad.

A saber, **Mapu** se denomina a los espacios que son próximos y funcionales a la construcción social - cotidiana mapuche, como a las categorías más abarcadoras de espacio, de orden universal. La existencia y conocimiento de esta última categoría constituye un aspecto medular del **Mapuche kimün** (conocimiento mapuche), que en definitiva le confiere la trascendencia a la vida social mapuche. El concepto **Mapu** literalmente significa tierra, pero filosóficamente significa el todo, el universo, los sueños, la comida, etc. Es un concepto tangible y visible pero que a su vez también es intangible e invisible. Cuando se habla de este concepto se está diciendo que, dentro de este universo, que es el **Waj Mapu, Wall Mapu o Wajontun Mapu**, existen varios espacios y que ninguno es superior al otro; éste es el pensamiento circular.

“El Waj Mapu es el espacio que se ubica en todas direcciones, para todos los lados y Wajontun Mapu esparcido, pero dicen que es el todo el Mapu o sea la vuelta de la tierra, dicen que da vuelta”. José Colihuinca, Longko Gehpin Lof Rümeko Budi, Puerto Saavedra.2002.

*“Waj Mapu sería entonces el mundo entero, más allá de la tierra. Este universo tendría una forma circular, por eso que la palabra Waj que nos da la idea de que es circular y por Waj el concepto de Waj...todo este Waj Mapu está conformado por distintos tipos de **newen**”. José Quidel, Logko, San José de la Mariquina, 2002.*

De acuerdo a este pensamiento es que hay diferentes fuerzas espirituales o fundadoras de todo el espacio universal, por ejemplo, la fuerza que ha creado la diversidad de la naturaleza, cada elemento natural tiene su ente creador que se denomina **ÉI**; por ejemplo, **ÉI Mapun**, es relativo a todo el espacio universal, como al espacio del planeta. **ÉI** es el que deja o establece estos

diversos elementos naturales, a su vez cada *Él* se constituye de dos fuerzas opuestas; masculinas y femeninas, *Kuse* (anciana) y *Fücha* (anciano) e *Üllcha* (joven mujer) y *Weche* (joven hombre).



Figura 144. Ilustración del Waj Mapu.

Fuente: Presentación Machi Víctor Caniullán. Taller de expertos temas culturales.



Figura 145. Espacios del Waj Mapu.

Fuente: Presentación Machi Víctor Caniullán. Taller de expertos temas culturales.

En estos espacios (Figura 144) se tiene al **Wenu Mapu**; que es lo conocido como el cielo, sobre el cielo, la parte azul y blanca. Después está el **Ragíñ Wenu**, que es el lugar entre el suelo y el cielo, el **Naüq Mapu**, que es suelo, donde las personas habitan y el **Minche Mapu** es todo lo que está bajo el suelo.

Según el conocimiento cultural mapuche, en todas estas dimensiones espaciales existen infinidad de elementos que poseen vida, los árboles, plantas, las piedras, el agua, etc., cada uno de los cuales cumple funciones específicas, en el contexto del espacio universal y cada uno contiene energías, **Newen**, aportando al equilibrio armónico integral del universo. Así mismo todos estos elementos tienen sus respectivos **Geh** (dueños), que a su vez los **Geh** poseen sus respectivos **Püllü** o **Püjü** (espíritu), los cuales pueden estar relacionados con los del micro espacio o elementos que existen en la *Naüq Map*, tales como los sitios de significación cultural; por ejemplo, *wigkul*, *bafkeh*, *bewfu*, *menoko*, *mawiza*, *zeqüñ*, etc. Estos espacios a su vez contienen las diversas especies de vida, entre ellas, al *Che*.

En el conocimiento mapuche, cada elemento material existente en este espacio universal es una dimensión o estado de la vida, y éste posee su otra dimensión de vida que es la del estado espiritual. Este estado de dimensión de vida, es la vida de los **Püjü** que se encuentran en diversos espacios del universo. Sin embargo, se entiende que ambos estados, el material y el espiritual, en sus respectivos espacios son complementarios y que forman parte de un ciclo de vida, es decir, que la vida material no es posible sin antes pasar por el espacio espiritual y viceversa. Esta concepción de vida cíclica cruza a todos los elementos que existentes en el universo; desde lo más grande a lo más pequeño. Se concibe que el espacio del *Naüq Mapues* una creación tangible de lo que existe en la dimensión de los espacios abstractos que conforman el *Wenu Mapu* y viceversa.

En esta lógica se entiende que la vida cíclica de los **Püjü** se da en el marco de estos dos estados dimensionales. Por ello es que cuando la persona se muere, el **Püjü** pasará a una dimensión de vida espiritual existente en los espacios ubicados en una de las dimensiones descritas anteriormente, volverá al elemento de la naturaleza al que pertenece:

“Cuando la persona muere dicen que se junta con su antepasado, aunque la persona vaya a morir lejos, se encuentran, eso dicen los que a través de sueños le han dado a conocer, el espíritu es como el viento, por eso puede volver a juntarse con su familia, aunque esté lejos, pero no le está permitido dejarse ver, si no lo veríamos nosotros también”. José Colihuenca, Lof Rümeko Budi-Puerto Saavedra, 2002.

*“El espíritu hace que seamos Che y eso hace que tengamos una forma distinta de ser entre una persona y otra. El espíritu puede venir de cualquier elemento de la naturaleza, de cualquier espacio (de arriba, abajo, de la tierra, del agua, etc.... en la relación de las personas con los espacios del universo mapuche tenemos el concepto de **tuwün**, que significa origen territorial de los antepasados, esto quiere decir que cuando hablamos que cada uno de nosotros tenemos nuestro propio espíritu y está en distinto espacio, como che, como persona, también tenemos nuestro espacio físico. Dependiendo de lo que existe en ese espacio físico, de la geografía, podemos desarrollar ciertos tipos de cualidades, de habilidades y de formas.” Víctor Caniullán, Machi, Carahue, 2016.*

*“Otro concepto es el **ulpa**, que significa heredar los rasgos físicos, de decir, siguiendo la misma idea del espacio territorial, incluyendo al concepto de **Che**, quiere decir el tronco familiar. Después tenemos **kuplame**, que significa heredar el espíritu de algún antepasado, es decir, que para la visión nuestra no existe vida eterna ni infierno, sino cada uno de nosotros como **Che** tenemos que cumplir un rol mientras estamos de paso por la Tierra. Desde el momento cuando morimos nuestro espíritu vuelve al lugar de origen; volverá a ser piedra, agua, estrella, sol, animales, árboles, etc... Por ejemplo, cuando uno se muere hay todo un ceremonial donde no se dice “era bueno el muerto”, que es común en la gente no mapuche, sino que cuando se hace un relato de quien es la persona que está muerta se hace todo un comentario de las cosas positivas y cosas negativas para encomendar de esta forma al espíritu a su lugar de origen, para que sea recibido”. Víctor Caniullán, Machi Carahue, 2016.*

Es necesario explicar el concepto de **Mapunche Wajontu Mapu**, el cual quiere decir que el pueblo mapuche tiene distintas identidades territoriales, distintos tipos de geografías; pero hay un conocimiento común, transversal en distintos temas, ello no quita que la práctica puede realizarse de distintas maneras, pero no se pierde la esencia. Esta técnica para profundizar el *kimün* está en todo el territorio mapuche. Cada uno de los territorios tiene su forma de ser, su forma de actuar, de pensar y su forma inclusive de interpretar, y relacionarse con las distintas fuerzas que existen en la naturaleza.

“La existencia de vida en nuestro mundo está basada en el principio de la reciprocidad, nada es gratis en la vida, por lo tanto, para tener hay que dar, para reestablecer la salud en caso de enfermedad hay que retribuir al que te devuelve la buena salud.” Víctor Caniullán, Machi, Carahue, 2016.

Para el pueblo mapuche, en cada ecosistema o espacio del entorno los *Che* deben aprender a relacionarse con ellos, para ellos esa es la forma de cuidar el medio ambiente, porque respetan concibiendo que cada cosa existente está viva y tiene fuerza propia.

Dentro del principio de reciprocidad, en cada ecosistema existen muchos *newen* (fuerzas o energías) de diferentes *Geh* (dueños), los cuales toman un carácter especial en la manera de relacionarse y el respeto entre ellos. Los ecosistemas húmedos fluviales no están ajenos a este punto de vista, en ellos crecen plantas (*lawen*) específicas en diversidad, distintos tipos agua, barro, piedras, etc. Sus propiedades (fisiológicas y curativas) son fruto de los *Newen* y los *Geh*, que, estando en armonía, dan paso al *kümeſelen* o bienestar.



Figura 146. Cosmovisión en torno al recurso agua

Fuente: Presentación Machi Víctor Caniullán. Taller de expertos temas culturales.

A lo largo del tiempo, el pueblo Mapuche ha ido reconociendo, en las distintas identidades territoriales Mapuche, ciertos ecosistemas que tienen relación con el recurso agua, dándole un carácter especial, reconociendo la existencia de fuerzas (*Newen*) y *Geh* (dueños).

Es por esta forma de relacionarse, por ejemplo, que cada vez que un *Machi* desea extraer algo de estos espacios, ellos(as) realizan un ***Gejipun*** o ***Jejepun*** a los *Newen* y *Geh* de ese espacio, para dar a conocer las razones fundamentadas para poder hacer alguna extracción de plantas, aguas, piedras, etc., ofreciendo algo a cambio, -en relación a la reciprocidad y al respeto-.

A continuación, se mencionan algunas terminologías en relación al agua.

- *Jufü*: espacio de un río, lago o mar que no tiene fondo.
- *Gibawe*: vado.
- *Ko*: agua.
- *Mewbenko*: remolino de agua.
- *Meliko*: cuatro aguas, que pueden ser cuatro ríos, esteros o arroyos.

- *Sumpaj*: manifestación de una forma espiritual con forma de sirena que vive en el agua, es el dueño del agua (*Geh*).
- *Xülke*: manifestación de una forma espiritual con forma de cuero que vive en el agua, es el dueño del agua (*Geh*).

A continuación, se detallan algunos sitios de significación cultural indígena relacionados con el recurso hídrico (Pichinao *et al.*, 2003).

Menoko:

Son espacios muy húmedos por contener *wüfko* (vertientes) en su interior, comúnmente estos espacios son conocidos como lagunas o *lawna* y *jozko*. Se caracterizan, generalmente, por ser fangosos y estar rodeados de diversos tipos de hierbas, arbustos y matorrales, por lo general, las plantas son de tipo medicinal. Existen diversas especies de animales y aves acuáticas que son visibles (tangibles). Además, están los animales que no son visibles, pero son perceptibles espiritual, psicológicamente y a través de los sueños, son los que al momento de representarse reciben el nombre de *Kulme*.

Wixunko:

Caudal de agua que corre en un tramo relativamente extenso. El origen de los *wixunko* puede ser los *xayenko*, los *wüfko*, o los *menoko*. En él existen determinados *Geh*, dependiendo de los elementos que conforman el entorno entre un tramo y otro, tales como plantas, piedras, entre otros.

Los *wixunko* poseen funciones curativas, sobre todo cuando se celebra el *WeXipantu*, debido, especialmente, a la pureza de las aguas.

Xayenko:

Se caracteriza por ser un lugar donde existe agua que en su interior contiene abundantes piedras (*kura*). Generalmente, se localizan en zonas donde existen rocas. El *xayenko* puede estar dentro de un *wixunko* o *wüfko*. Es un espacio donde se realizan ceremonias para pedir agua, lo que es posible cuando, en el ceremonial, se logra una comunicación fluida con el *Geh* de ese espacio, produciéndose un *pürako* (aumento del caudal de las aguas).

Majiñ:

Son espacios que en invierno contienen agua y que en verano permanecen con su superficie húmeda. En ellos existen abundante vegetación, plantas acuáticas y hierbas medicinales, así como aves acuáticas y camarones. Son espacios que se utilizan para el cultivo de hortalizas.

Ge Bafkeh:

Estos espacios son “ojos de mar”, son espacios que se encuentran, generalmente, en medio de *mawiza*, en cumbre de cerros y en valles, se caracterizan por ser como lagunillas muy profundas que no tienen fondo, se asumen que subterráneamente tienen vínculo directo con el mar, otra característica es que estas lagunillas tienen agua salada. Poseen diversidad de *Newen* entre ellos, el más común es el *Sumpaj*.

Bafkeh:

Es un gran espacio de concentración de agua, algunas veces para referirse al *bafkeh* se dice *Bafkeh Mapu*, este concepto no solo hace referencia al mar, en tanto elemento y espacio, sino además involucra la idea de que el mar se ubica en el espacio del *Püjü Mapu*. La principal función que se concibe a este espacio es intervenir en el equilibrio de la naturaleza, manteniendo el ecosistema. El *Bafkeh* contiene diversos subespacios tanto en el *Inaltu Bafkeh* (orillas del mar), como en el *Ponwi Bafkeh* (al interior del mar).

Bafkeh o Küxügko:

Formaciones de aguas acumuladas o juntas como lagos o lagunas. Tiene distintos orígenes *pire* (nieve), *wüfko*, *xayenko*, entre otros; este hecho le da una dimensión especial de concentración de *Newen*, energías que traen las distintas aguas, así como la concentración de una variedad de *Geh*, por tanto, protectora de muchas vidas. Existen *bafkeh* con agua dulce y con agua salada.

Bewfü:

Nombre que reciben los ríos, en estos espacios existen una diversidad de subespacios con funciones específicas. Los *bewfü* tienen una importancia espiritual, principalmente, para las personas o *Lof* que habitan en zonas ribereñas, estos son los espacios de purificación espiritual, comúnmente se acude a los ríos para descargarse de algún objeto contaminado y/o de alguna enfermedad. Los *bewfü* contienen diversos *Geh* y *Newen* distribuidos en los tramos que recorre el río, existen el *jufú*, *gibawe* o *mewbenko*.

Xawüenko:

Son puntos donde las aguas provenientes de distintas direcciones se unen, estas aguas pueden ser de ríos o esteros. Estas aguas cumplen la función de ser medicinales, el efecto curativo depende de la cantidad de uniones de agua, es decir, un *külako* (tres) no cumple la misma función curativa del *meliko* (cuatro), por ello la utilización medicinal de los *xawüenko* dependerá de la enfermedad que se esté tratando, además son lugares claves para unificar o sellar compromisos, principalmente son espacios donde se realizan rituales que propician la unión de personas y parejas.

A su vez, se estima relevante nombrar y describir algunos sitios de significación cultural relacionados con otros recursos naturales, más allá del agua:

Gijatuwe, Jejipuwe, Kamarikuwe, Lelfün, Kawintuwe:

Corresponden a espacios establecidos por los *xokinche*, por *Lof Che* por *kiñel* Mapuche. Son espacios ocupados para la realización de los *Gijatun, Kamarikun, Jejipun y Kawin*.

El establecimiento de estos espacios y ubicación son indicados mediante *pewma* (sueños), los cuales pueden darse en tiempos muy puntuales y en personas que poseen el don de recibir *pewmaque*. No se le concede al común de las personas, en algunos casos quienes sueñan son *Machi, Logko, Pijan Kushe* u otros. Los *Newen* y *Geh* de los espacios involucrados interfieren en el *pewma* y determinan la ubicación de estos espacios.

Paliwe:

Son espacios de orden recreativo, espiritual y sociopolítico. En estos espacios se realiza el juego del *palín*, ello le confiere el carácter de ser principalmente espacios recreativos. El *palín* puede tener diversos objetivos, que van de ser solo una forma colectiva de recreación y de afianzamiento de la unidad y hermandad entre un *Lof* y otro, hasta objetivos tendientes a la resolución de situaciones conflictivas. En la mayoría de los casos los *paliwe* se encuentran en el mismo lugar que los *gijatuwe, jejipuwe* o *xawüwe*.

Xawüwe:

Son espacios o lugares de encuentro, de reunión, en la mayoría de las situaciones ocupan los mismos lugares que los *paliwe* o *gijatuwe*. Cuando la reunión tiene lugar en estos espacios, tiene un sentido de formalidad y de respeto.

Wigkul:

Nombre que reciben los cerros en territorio *Inapireche, Wenteché* y *Bafkehche*, existen diversos tipos de *wigkuly* se diferencian por su tamaño.

Xeg-Xeg Wigkul:

Son espacios transversales pues existen en todos los territorios. Estos espacios son los denominados cerros. La función de un *Xeg-Xeg* está asociada a la protección de las especies entre ellas el *Che*. Actúa cumpliendo la función de dar aviso y protección frente a catástrofes naturales, tales como diluvios, maremotos y cuando las aguas alcanzan magnitudes excesivas provocadas por la intensidad de la lluvia (este fenómeno es asociado con la presencia de *Kay Kay*).

KayKay Wigkul:

Se considera una fuerza opuesta y/o complementaria a *Xeg-Xeg*, es concebida como la fuerza mayor que cumple la función protectora de las aguas.

Mawiza:

Son bosques con abundante vegetación natural, generalmente se les conoce como montañas, estos pueden estar en lugares de valles y también son *wigkul* cerros cubiertos con vegetación.

Kura:

Grandes pedazos de roca, en algunos casos sobrepuestas en un espacio plano o de llanura, en otros se presentan en forma de cerro, son pedazos de rocas que son de distintos colores formas y tamaño. Existen las *fatiakura*, piedras con forma de batea; *kajfüküra*, piedra azul; *che kura*, piedras con forma de gente; *wakakura*, piedras con forma de vaca; *tokikura*, piedra con forma de hacha; *pimutuwekura*, piedras asperjentes, entre muchas otras. Todas las piedras se consideran con vida e igualmente se sabe que poseen un *Geh*, que cumple funciones específicas:

- Ser ente protector de los *Geh* del agua.
- Ser protectores de energías que proporcionan la producción de animales.
- Ser protectores del *Che*, familias y *Lof Map*

Eltun:

Es el lugar donde se deja al *alwe*, energía vital que permanece un breve tiempo después que el *Che* fallece, también se puede concebir como la transformación del *Püjü*, para que inicie el proceso de regreso hacia el lugar de su origen. Se sabe que el paso transitorio de las personas que viven en esta dimensión llamada *naüq mapu püjü mapu*, es una parte de la vida que se debe vivir después de la muerte en otra dimensión espacial.

Zeqüñ:

Son los volcanes, están presentes tanto en el territorio *Pwelche* como *Guluche*. En *Pwel Mapu*, la relación que se tienen con el *Newen* del volcán es estrecha, se le reconoce como un *Newen* muy poderoso y que manifiesta en todo el *Mapu* a través de los *Pijañmawiza*, en el momento de *Jejipun* se representan a través de los distintos elementos presentes en la ceremonia. En *Gulu Mapu* existen en territorio *inapireche*, donde nieva. Al igual que en el caso de los *mawiza*, entregan a los *che* presagios sobre acontecimientos futuros.

Es importante aclarar que cada sitio de significación cultural requiere ser tratado con un enfoque especial orientado a la diferenciación de los territorios, esto debido principalmente

pewuenches, huilliches, lafquenches y habitantes de otros territorios, no siempre otorgan la misma significación a estos elementos recién descritos, lo que va a depender de lo que llaman *Mapunche Wajontu Mapu* (identidad territorial)

5.5.2 Descripción OdV culturales

En las siguientes páginas se expone la descripción de cada uno de los OdV culturales. La primera sección muestra los cinco OdV Indígenas y la última, los tres OdV No Indígenas.

OdV Indígenas

A continuación, se presentan en detalle cada uno de los OdV para el ámbito cultural indígena.

5.5.3 OdV C.1.1: Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales indígenas

Introducción:

Los principales sitios de significación, manifestaciones y actividades culturales indígenas que se analizaron en el presente OdV, son principalmente en relación a la cultura mapuche. Su cosmovisión tan nutrida (universo, fuerzas, dueños, protectores, etc.) ha hecho que el desarrollo de este OdV haya sido un trabajo complejo, pues requiere de una comprensión de conceptos muy diferentes a los tradicionales; por tal razón, en etapas previas de este apartado, se realizó un breve acercamiento a la cosmovisión mapuche.

Las principales razones del análisis de este OdV, obedecen al resguardo, protección y conservación de estos espacios, tanto por un marco normativo nacional e internacional, sino también por el respeto a la multiculturalidad que tenemos en el país, fuertemente marcada en las cuencas del presente estudio.

Tabla resumen:

Tabla 124. Resumen OdV C.1.1

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
C.1.1	Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales indígenas	Existencia de espacios sagrados o de significación cultural donde se desarrollan y recrean ámbitos de la cultura, los cuales tienen un valor histórico y/o sagrado, ya que están ligados a aspectos de carácter social, espiritual, económico y político.	Registro público de CONADI, MINEDUC y CNM.	Indirecta

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Se define como la existencia de espacios sagrados o de significación cultural donde se desarrollan y recrean ámbitos de la cultura, los cuales tienen un valor histórico y/o sagrado, ya que están ligados a aspectos de carácter social, espiritual, económico y político; lo conforman elementos que forman parte de la cosmovisión, constituyendo parte del patrimonio arquitectónico, cultural e histórico de los pueblos indígenas, por lo que su mantenimiento y resguardo tiene directa relación con la sobrevivencia de la cultura; y existencia de sitios donde se realizan manifestaciones o actividades culturales propias o identitarias de una comunidad indígena, y que responden a sus intereses, tienen un carácter tradicional y generan en ésta sentimientos de arraigo.

Las manifestaciones o actividades culturales indígenas corresponden a espacios o lugares donde se desarrollan manifestaciones tradicionales con arraigo cultural sobre la base de los intereses comunitarios de sus miembros. Ello se expresa en prácticas tradicionales que son parte integrante de la cultura, ya que se sustentan en la identidad, las cuales se llevan a cabo en torno a espacios o lugares de manera colectiva o individual, tales como la realización de veranadas y/o invernadas, recolección de frutos silvestres, o bien rutas de trashumancia y movilidad a través de corredores, entre otros.

Mención especial merece la recolección del fruto de la Araucaria –el piñón- entre las comunidades mapuche-pehuenche de la alta cordillera entre los meses de febrero a mayo y que representa para estas comunidades no sólo una actividad económica complementaria, sino una práctica cultural fundamental en la medida en que va ligada al uso tradicional de los espacios ecológicos de veranadas para pastoreo de animales. Así mismo, corresponde mencionar la caza de conejos o liebres mediante el sistema de trampas con focos en las noches oscuras de invierno, y la pesca de truchas o carpas para alimentación en los ríos que cruzan o pasan

cercanos a las comunidades indígenas, actividades muy importantes para comunidades de sectores cordilleranos y pre cordilleranos.

Lo anterior se encuentra mencionado en el artículo 23.1 del Convenio Internacional 169 de la OIT, que establece que “las actividades tradicionales y relacionadas con la economía de subsistencia de los pueblos interesados, como la caza, la pesca, la caza con trampas y la recolección, deberán reconocerse como factores importantes del mantenimiento de su cultura y de su autosuficiencia y desarrollo económico”. Por esta razón, el acceso necesario para realizar estas actividades de subsistencia se encuentra protegido por el Convenio 169 en su artículo 14.1, al señalar que “deberán tomarse medidas para salvaguardar el derecho de los pueblos interesados a utilizar tierras que no estén exclusivamente ocupadas por ellos, pero a las que hayan tenido tradicionalmente acceso para sus actividades tradicionales y de subsistencia...”.

Respecto de este último, no existe un catastro oficial de áreas de manifestaciones o actividades culturales, por lo que el trabajo de identificación de sitios de manifestaciones o actividades culturales indígenas, así como sus rutas de acceso, requieren de levantamiento, descripción y análisis de información tanto primaria como secundaria, la que se puede obtener de diversas fuentes tales como estudios antropológicos, investigaciones académicas, publicaciones, estudios etnohistóricos y etnográficos, entre otras fuentes bibliográficas relevantes, a fin de incorporar antecedentes pertinentes y actualizados. Este esfuerzo es de largo plazo, y requiere contar con una base de confianza de parte de la comunidad que comparte la ubicación y características de estos sitios. En el contexto de este estudio, dado los escenarios de conflictos en algunos de los territorios, no fue posible tomar contacto local.

El método desarrollo para este OdV, consistió en la recopilación de información para la confección de una base de datos desde distintas fuentes. Hasta el momento se cuenta con información proveniente de organismos públicos como CONADI, sin embargo, dada a la escasa información de esta base de datos, se ha consultado información de otras instituciones, tales como el Ministerio de Educación (MINEDUC, 2007) y el Consejo de Monumentos Nacionales (CNM, 2007), con la finalidad de reflejar los territorios indígenas.

A lo limitado de la información con que se cuenta hasta el momento, se suman problemas de geolocalización, lo que presenta dificultades para hacerla confiable y utilizable. Ejemplo de ello son puntos repetidos o geolocalizados en lugares que no corresponden, por ejemplo, dentro de cursos de agua, ver Figura 147.



Figura 147. Inconsistencia bases datos de fuentes oficiales

Fuente: elaboración propia.

Se observa la conformación de territorio indígena (donde se mezcla información de tierras indígenas y presencia de comunidades indígenas) y los sitios de significación cultural. El análisis sólo se realizó en las cuencas del Biobío y Toltén, ya que en la cuenca del Maule no hay registros espaciales de comunidades indígenas de acuerdo a la información entregada por CONADI.

Finalmente, se construyó este OdV a partir de tres fuentes de información disponibles:

- a) Sitios de significación cultural (292 registros totales entre CONADI (2014), MINEDUC (2007), CMN (2007));
- b) Tierras indígenas (Títulos de merced, Compras CONADI art. 20 a y 20 b, Bienes nacionales traspasados a comunidades fuentes de información CONADI, Ministerio de Bienes Nacionales del 2014);
- c) Comunidades indígenas con personalidad jurídica (CONADI, 2016)

Dado esto, para la construcción de este OdV se utilizó la siguiente metodología:

1) Construcción de una base de datos de sitios de significación cultural, con datos oficiales de CONADI (2014), y la incorporación de bases de datos oficial de otras instituciones como CMN (2007), MINEDUC (2007).

2) Se utilizó la información del OdV C.1.2 Relevancia de tierras indígenas y OdV C.1.5 Presencia de comunidades para la conformación de los territorios indígenas dentro de las sub-subcuencas. Así se está usando información de sitios efectivamente catastrados con la probabilidad de que, al existir territorio indígena (tierras o comunidades), existan también otros sitios de significación en dichos espacios no reportados en las bases de datos.

3) Confección del índice, y clasificación en cuatro categorías (No se identificó, Baja, Media y Alta) presencia del OdV en la sub-subcuenca.

Dado que los sitios de significación cultural y la presencia de comunidades indígenas corresponden a ubicaciones referenciales (puntos), y las tierras indígenas representan superficies (polígonos), se procedió a normalizar los datos con el objetivo de hacerlos complementarios. La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$P = \left[\left(N^{\circ} \frac{SSC}{Km^2} \right) + \left(N^{\circ} \frac{CI}{Km^2} \right) + \left(\frac{TI}{Km^2} \right) \right]$$

Donde:

P = Presencia relativa del OdV;

N° SSC = Número de sitios de significación cultural en km²;

N° CI = Número de comunidades indígenas en km²; y

TI = Tierras indígenas en km².

Resultados:

Se procedió a una clasificación en cuatro categorías para el OdV mediante la utilización del método de clasificación según umbrales naturales (Jenks, 1967), el cual es utilizado para generar intervalos (rangos) dentro de series numéricas (CEPAL, 2016)⁹⁶.

Cada clasificación de las categorías de los OdV fue realizada en forma individual para cada cuenca estudiada, debido a que presentan valores mínimos y máximos distintos, haciendo variar los límites de corte de las categorías.

⁹⁶ <http://dds.cepal.org/infancia/guia-para-estimar-la-pobreza-infantil/guia-contenido-441-d1.php>

Tabla 125. Rangos por categorías OdV C.1.1

OdV	Categoría	Rango			Índice
		Maule	Biobío	Toltén	
C.1.1	Baja	--	0,01 - 0,19	0,01 - 0,16	Presencia relativa de territorio indígena, por km ²
	Media	--	0,20 - 0,63	0,17 - 0,45	
	Alta	--	0,64 - 1,28	0,46 - 1,37	
	No se identificó	0	0	0	

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presentan gráficos de frecuencia por categoría para cada cuenca estudiada, de los cual se desprende la necesidad de destinar esfuerzo en la Región del Maule, para recopilar información suficiente para un mejor análisis (Figura 148). Un resultado interesante es que, de acuerdo a la metodología empleada, en el 40 % de las sub-subcuencas de la cuenca del Biobío (Figura 149) se hace presente en algún grado este OdV de significación cultural indígena, siendo a su vez la cuenca con mayor potencial hidroeléctrico dentro de las siete⁹⁷ que conforman este estudio. En relación a la cuenca del Toltén (Figura 150), el OdV se encuentra en el 100 % de las sub-subcuencas en algún grado, lo cual no implica que exista mayor cantidad de territorio indígena, sino que éste se encuentra mayormente distribuido en pequeñas concentraciones, a diferencia del Biobío, donde se aprecian clúster en sectores como Alto Biobío, Lonquimay, Ercilla, Collipulli, Mulchén, Los Sauces y Angol (Figura 152).

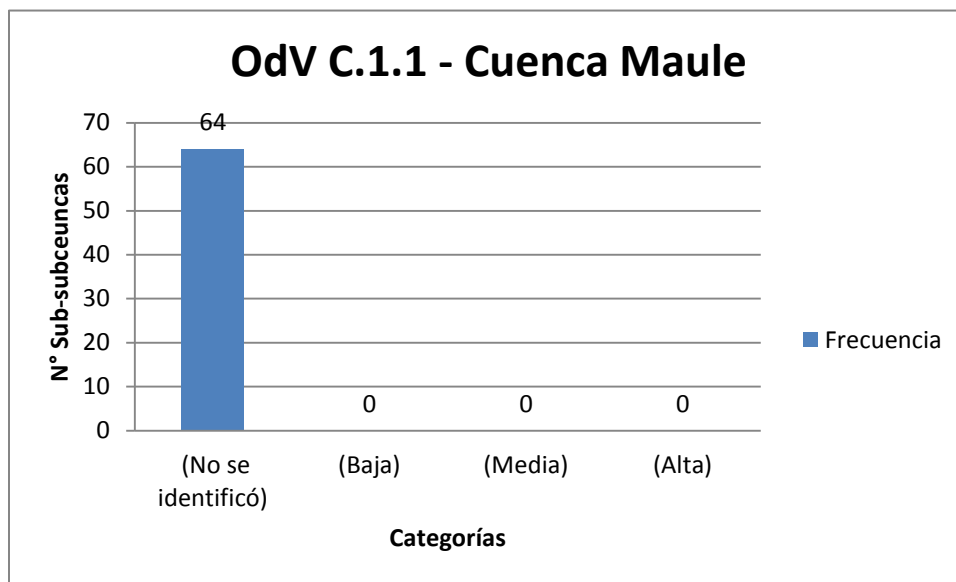


Figura 148. Frecuencia del OdV C.1.1 por categorías, cuenca del Maule

Fuente: elaboración propia.

⁹⁷ Considerando las tres cuencas abordadas por este equipo y las cuatro que aborda el equipo de la Universidad de Chile.

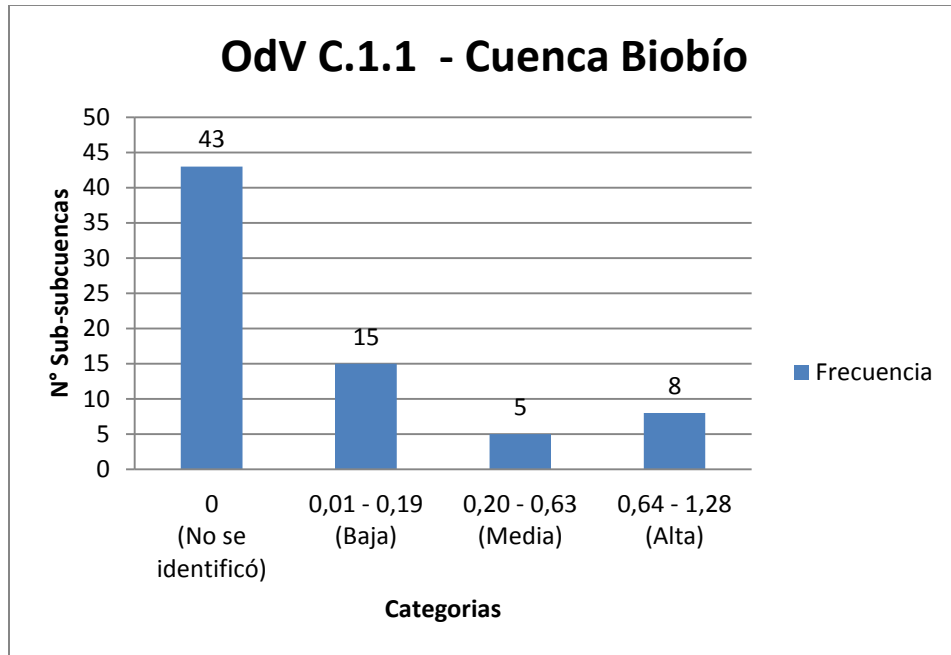


Figura 149. Frecuencia del OdV C.1.1 por categorías, cuenca del Biobío
 Fuente: elaboración propia.

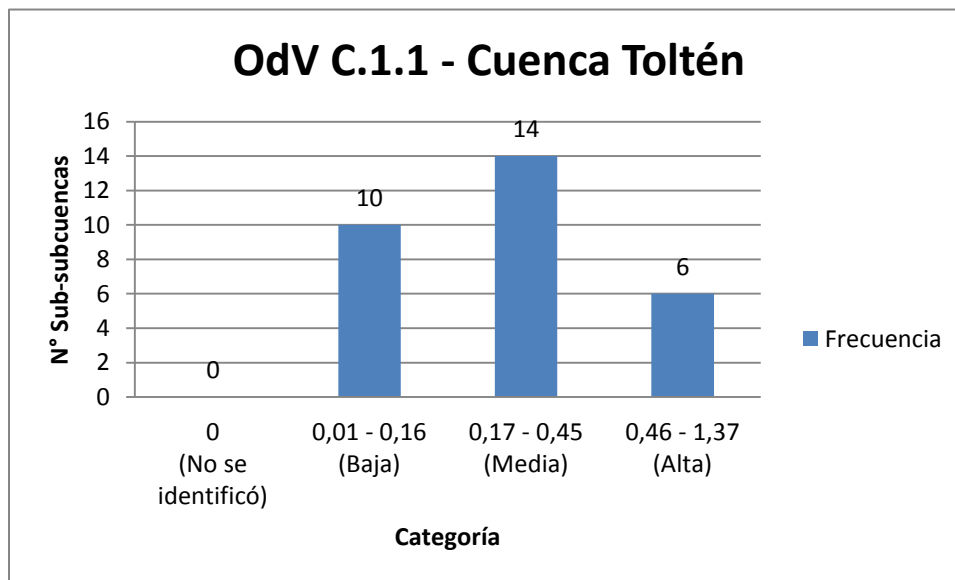


Figura 150. Frecuencia del OdV C.1.1 por categorías, cuenca del Toltén
 Fuente: elaboración propia.

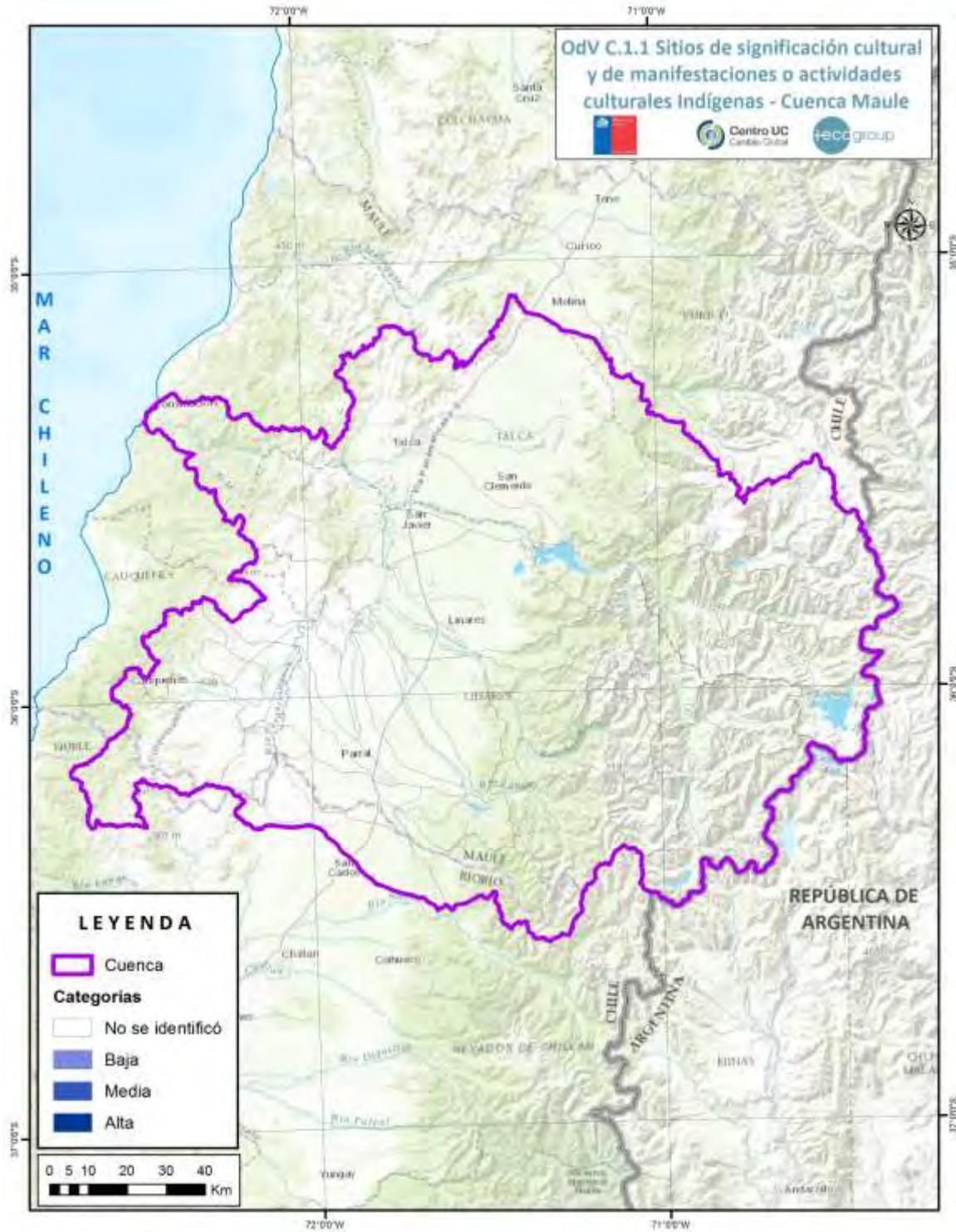


Figura 151 OdV C.1.1 Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales indígenas, cuenca del Maule

Fuente: elaboración propia en base a datos CONADI (2014/2016), MINEDUC (2007), CMN (2007).

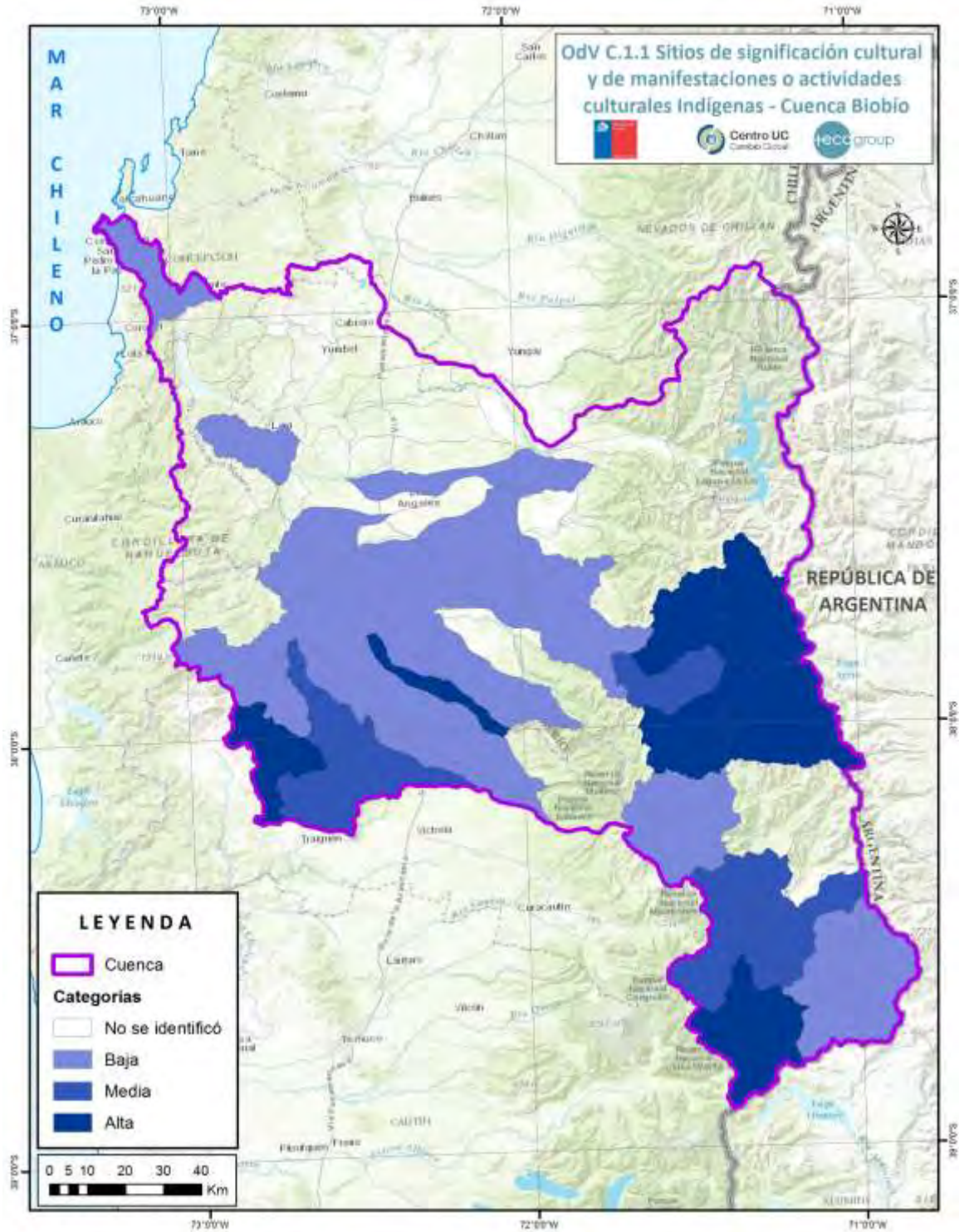


Figura 152 OdV C.1.1 Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales indígenas, cuenca del Biobío

Fuente: elaboración propia en base a datos CONADI (2014/2016), MINEDUC (2007), CMN (2007).

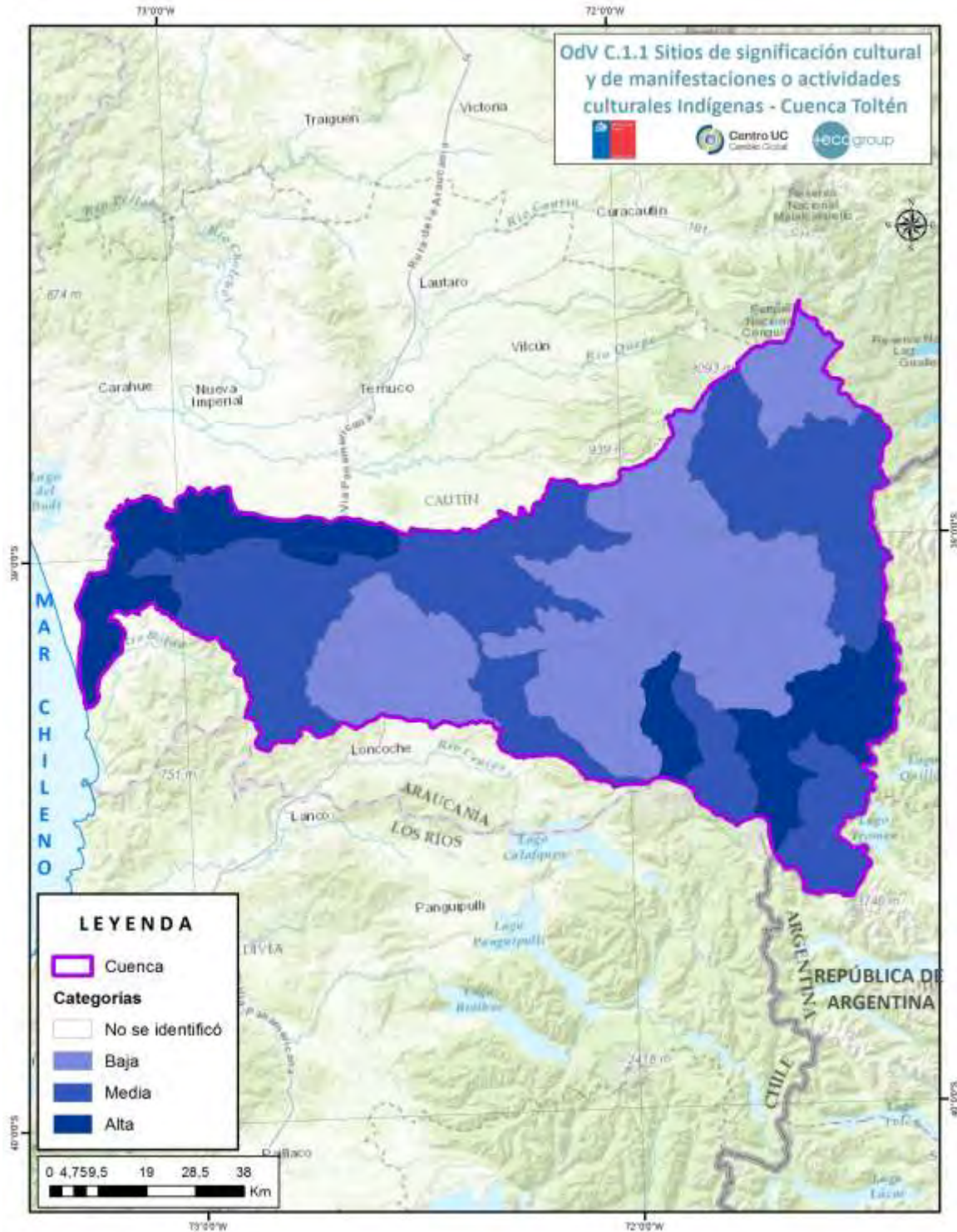


Figura 153. OdV C.1.1 Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales indígenas, cuenca del Toltén.

Fuente: elaboración propia en base a datos CONADI (2014/2016), MINEDUC (2007), CMN (2007).

Análisis:

Los sitios de significación cultural indígena son reflejo intrínseco de la identidad territorial de los pueblos originarios. Los procesos de demanda y restitución de tierras imprimirán cambios en el número de ellos, pues estas nuevas tierras no sólo son herramientas útiles para el desarrollo socioeconómico, sino también impulsan procesos culturales, contribuyendo a la resignificación de estos espacios, ayudando a procesos de identidad territorial. Es por ello, que este OdV en trabajos futuros, debe seguir incorporando la componente tierras indígenas, pues imprimen el dinamismo necesario para la dimensión de este OdV.

5.5.4 OdV C.1.2: Relevancia de tierra indígena

1) Introducción:

Las principales razones del estudio de este tema tienen relación con la protección que la Ley Indígena otorga a tierras indígenas, así como también el Convenio Internacional N° 169 de la OIT.

Este OdV está definido por la existencia de tierras que cumplan con algunas de las características establecidas en el artículo 12 de la Ley Indígena N° 19.253. Éstas son:

- tierras ocupadas actualmente por indígenas, originadas de los títulos históricos que el Estado ha utilizado desde 1823 hasta ahora para reconocer la propiedad indígena y asignar tierras a personas indígenas;
- tierras que, no teniendo título, siempre han ocupado los indígenas, debiendo inscribir sus derechos en el Registro de Tierras de la CONADI;
- tierras que, viniendo de los títulos o modos que se mencionaron antes, son reconocidas como propiedad indígena por los jueces;
- tierras que los indígenas reciban gratis del Estado.

Tabla resumen:

Tabla 126. Resumen OdV C.1.2

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
C.1.2	Relevancia de tierra indígena	Existencia de tierras que cumplan con algunas de las características establecidas en el artículo 12 de la Ley Indígena.	Registro público de CONADI y Ministerio de Bienes Nacionales	Directa

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

En este OdV se analiza, principalmente, la tenencia de tierras del pueblo mapuche, por la ubicación de la zona de estudio. Para ello, se consultan tres tipos de fuentes de información: títulos históricos de propiedad, otorgados por el Estado de Chile a los mapuches a partir de la radicación hechas desde finales del siglo XIX; tierras compradas por CONADI conforme a los dispuestos al artículo 20 y a los literales a) y b) de la Ley Indígena; y bienes nacionales que han sido traspasados a comunidades mapuches por parte del Estado.

La CONADI mantiene bases de datos sobre tierras indígenas: catastro de compras de tierra bajo el artículo 20 a) y 20 b) del año 2014; catastro de predios transferidos a comunidades indígenas por el Ministerio de Bienes Nacionales (2014); y catastro de Títulos de Merced. En la actualidad, la CONADI se encuentran en un nuevo proceso de sistematización de información, para generar una nueva base de datos, más confiable y estandarizada, pero por los plazos de ejecución del presente estudio, no es posible esperar a que la base actualizada esté terminada.

Para la construcción de este OdV, se confeccionó una base de datos unificada con las fuentes de información antes descritas y posteriormente se procedió a al cálculo de índice de densidad, en torno a la superficie de tierras indígenas por km² existente en cada sub-subcuenca.

Resultados:

Dichos valores se ordenaron en las mismas cuatro categorías que el OdV C.1.1 (No se identificó, Baja, Media y Alta) con la ayuda del método de clasificación según umbrales naturales (Jenks, 1967). Cada clasificación de los OdV fue realizada en forma individual para cada cuenca estudiada, debido a que presentan valores mínimos y máximos distintos, haciendo variar los límites de corte de las categorías.

A continuación, se muestran los valores de los rangos y gráficos de frecuencias en cada una de las categorías por cuenca.

Tabla 127. Rangos por categorías OdV C.1.2

OdV	Categoría	Rango			Índice
		Maule	Biobío	Toltén	
C.1.2	Baja	--	0,01 - 0,13	0,02 - 0,09	Superficie de tierra indígena/km ² dentro de la sub-subcuenca
	Media	--	0,14 - 0,41	0,10 - 0,21	
	Alta	--	0,42 - 0,88	0,22 - 0,39	
	No se identificó	0	0	0	

Fuente: elaboración propia.

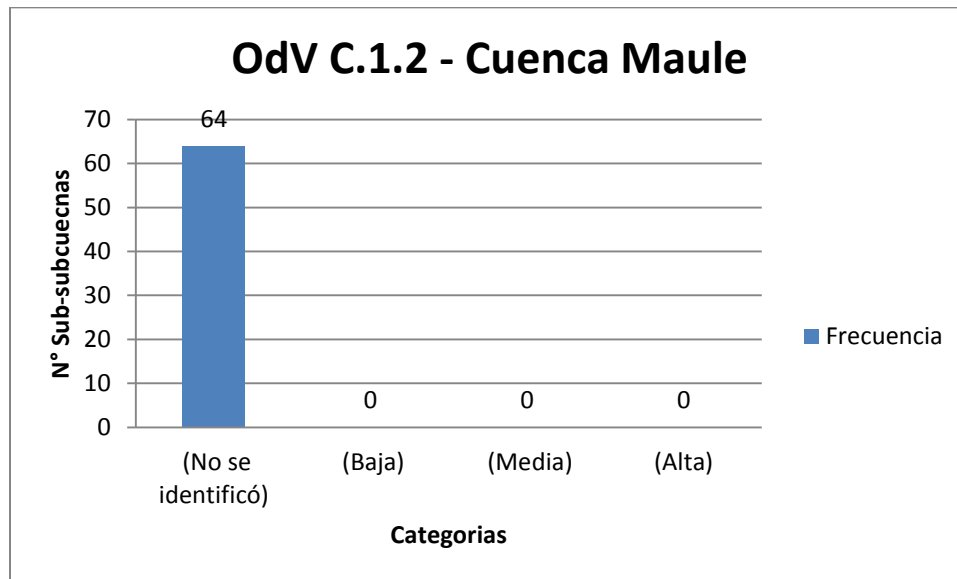


Figura 154. Frecuencia del OdV C.1.2 por categorías, cuenca del Maule

Fuente: elaboración propia.

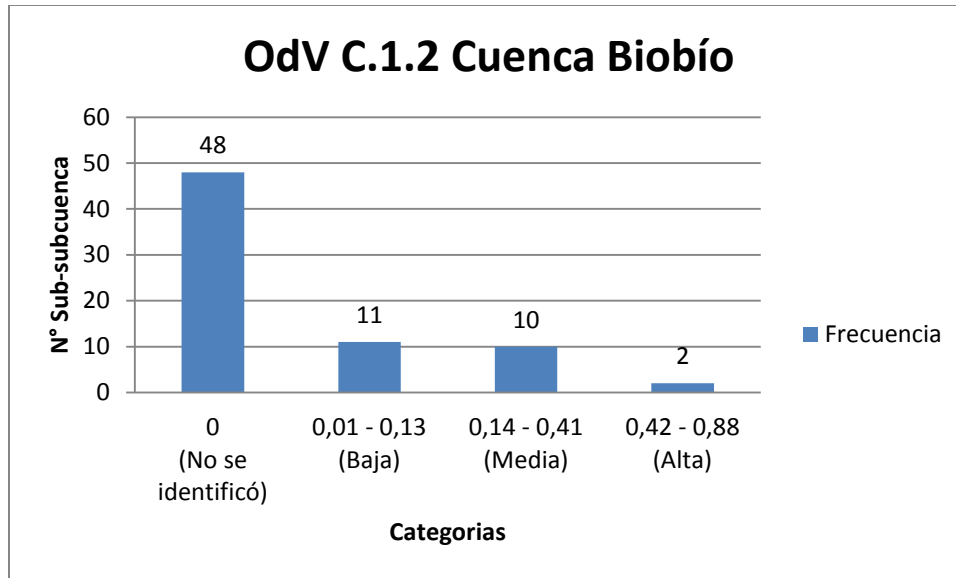


Figura 155. Frecuencia del OdV C.1.2 por categorías, cuenca del Biobío
Fuente: elaboración propia.

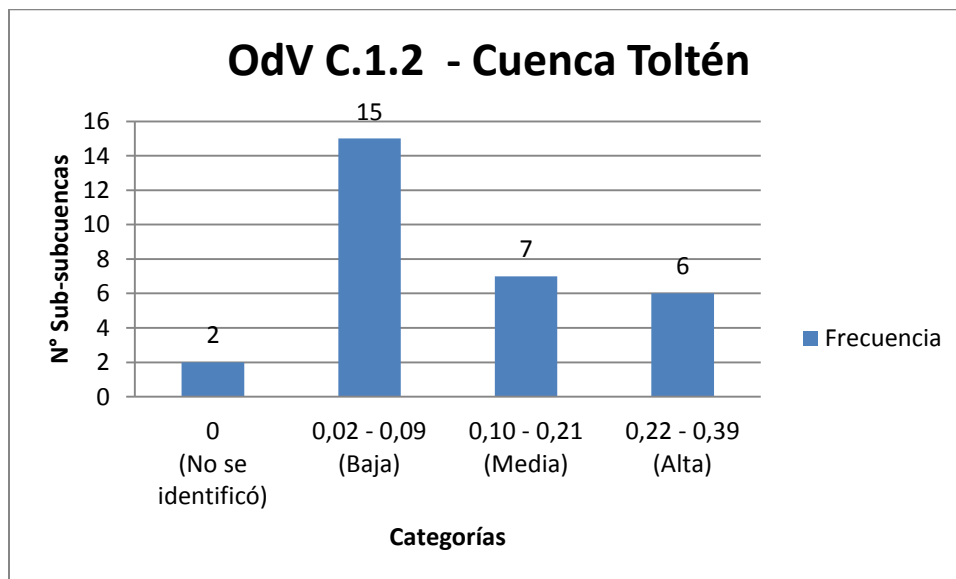


Figura 156. Frecuencia del OdV C.1.2 por categorías, cuenca del Toltén
Fuente: elaboración propia.

Para la cuenca del Maule se hace necesario destinar más esfuerzos en el levantamiento y recopilación de la información por parte del Estado, para poder identificar o descartar con propiedad la presencia de tierras indígenas en dicha zona, pues el Art. 20 letra a) de la Ley 19.253 permite que se adquieran tierras en otras regiones. En relación a la cuenca del Biobío, este OdV se hace presente en un 32 % de las sub-subcuencas de la cuenca, concentrada

principalmente en las localidades de Alto Biobío, Lonquimay, Ercilla, Collipulli, Mulchén, Los Sauces y Angol. En Toltén, este OdV está presente, en algún grado, en un 93 % de las sub-subcuencas que componen la cuenca principal.

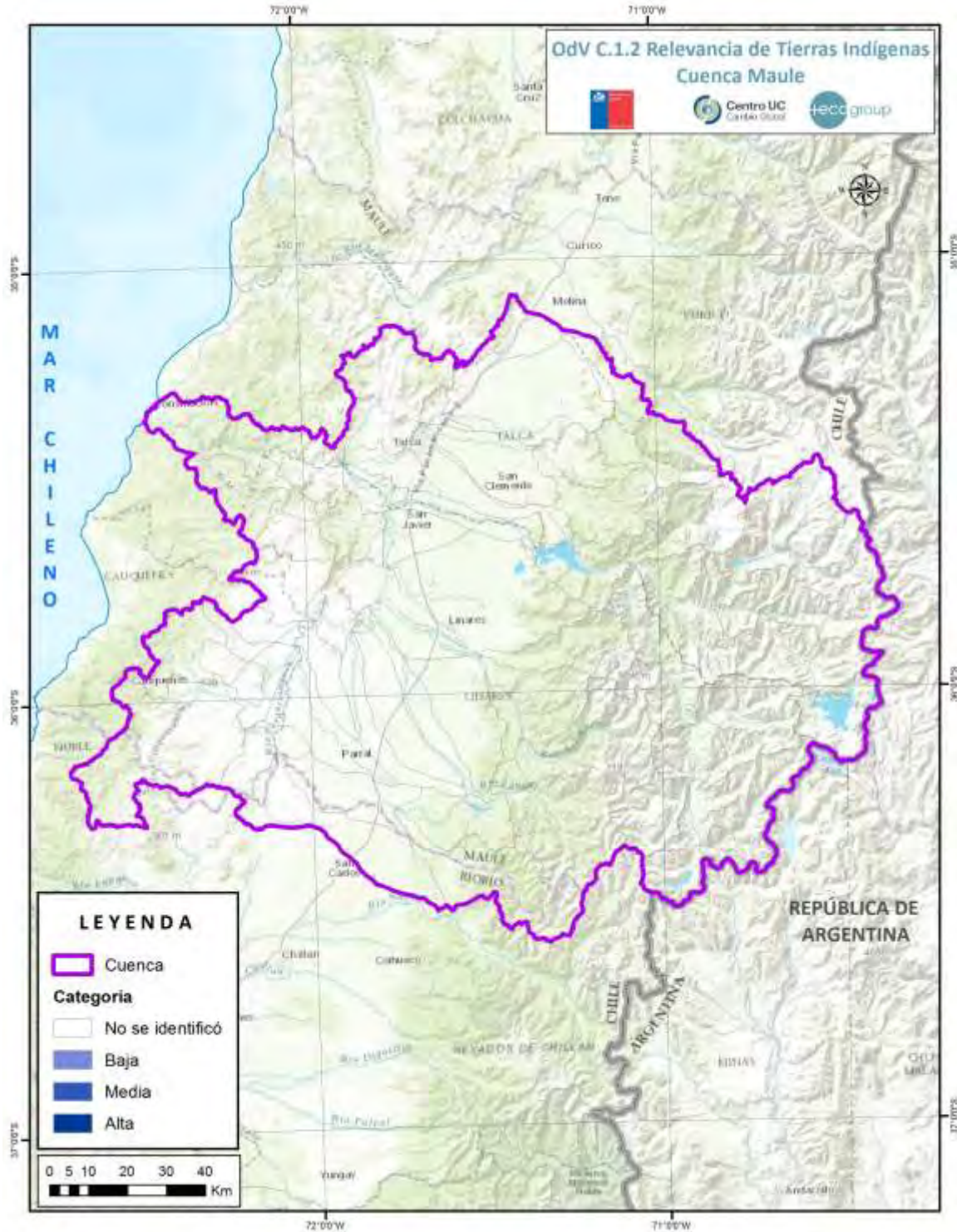


Figura 157. OdV C.1.2 Relevancia de tierras indígenas, cuenca del Maule

Fuente: elaboración propia en base a datos CONADI (2014) y Ministerio de Bienes Nacionales (2014).

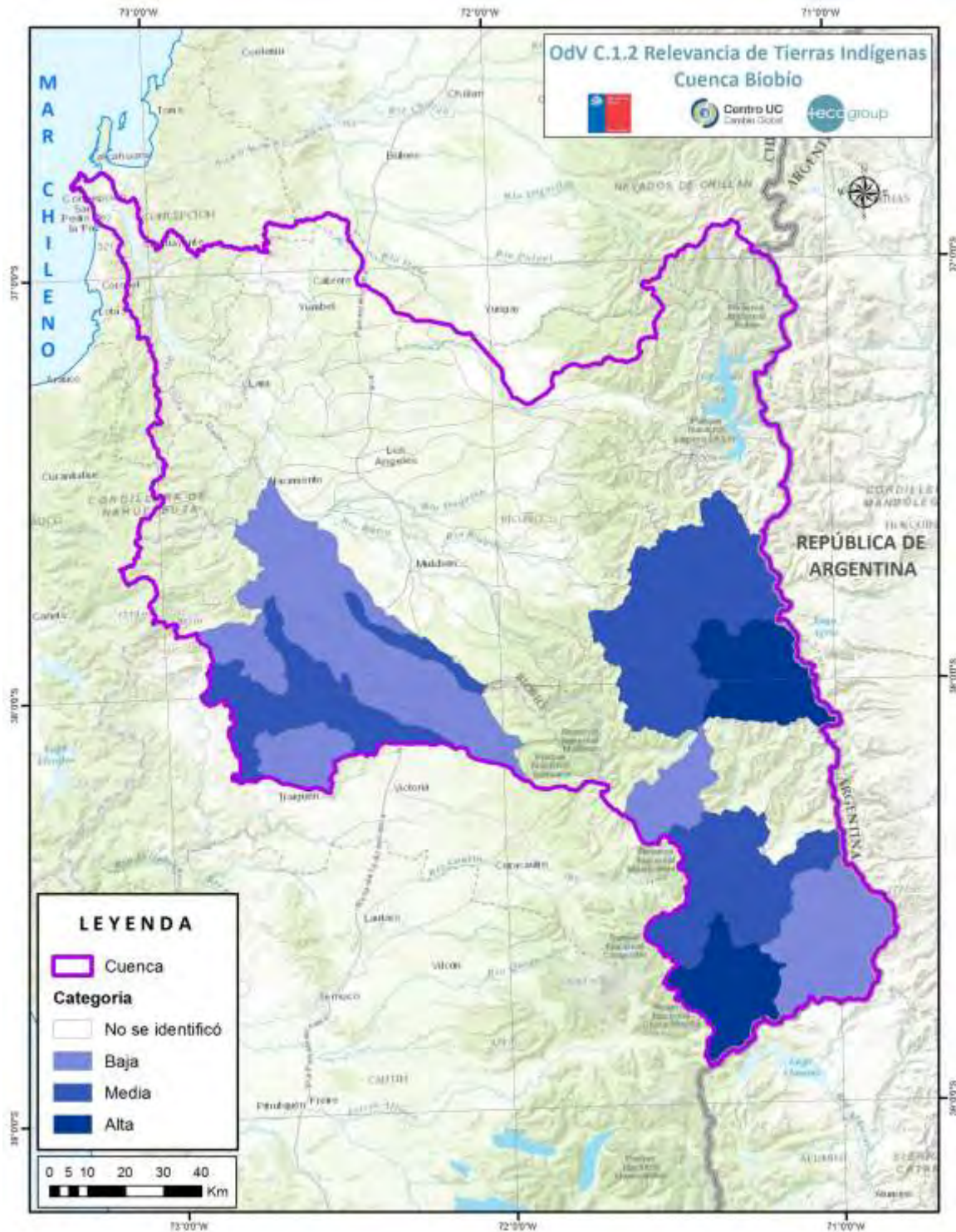


Figura 158. OdV C.1.2 Relevancia de tierras indígenas, cuenca del Biobío

Fuente: elaboración propia en base a datos CONADI (2014) y Ministerio de Bienes Nacionales (2014).

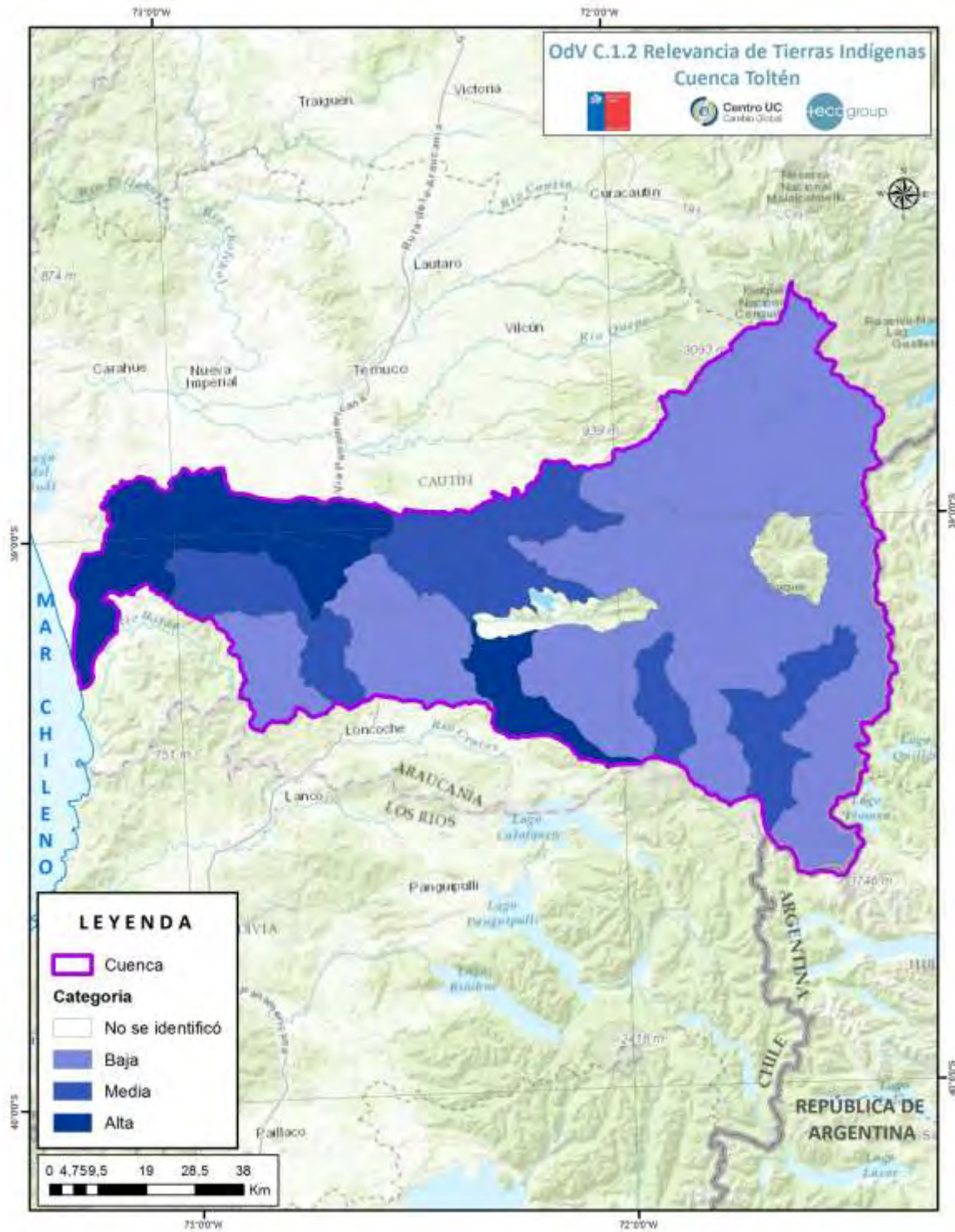


Figura 159. OdV C.1.2 Relevancia de tierras indígenas, cuenca del Toltén

Fuente: elaboración propia en base a datos CONADI (2014) y Ministerio de Bienes Nacionales (2014).

Análisis:

No se identificó presencia del OdV en la cuenca del Maule. Para la cuenca del Biobío se obtuvo que el 32% de las sub-subcuencas presentan el OdV, es decir, 23 de 71 sub-subcuencas, que corresponden principalmente a las sub-subcuencas de las localidades de Alto Biobío, Lonquimay, Collipulli, Ercilla, Angol y Los Sauces, tendiendo a la formación de clúster (Figura 155). En la cuenca del Toltén, el OdV se encuentra presente en el 93% de las sub-subcuencas. De esta cifra, el 50% de ellas presentan un índice en categoría baja, un 23% en categoría media y un 20% en categoría alta (Figura 156).

Si bien las diferencias de la presencia del OdV entre ambas cuencas podrían imprimir diferentes aproximaciones para el desarrollo hidroeléctrico, es necesario considerar la densidad de esta presencia, que es más homogénea en la cuenca del Toltén que en la del Biobío

Por otra parte, es probable que los procesos de recuperación de tierras indígenas por parte de las comunidades signifiquen un aumento de estas densidades en el futuro, por lo que ese OdV requiere de una actualización permanente.

A modo de recomendación para abordar este OdV en el futuro, se sugiere complementar las bases de información con otras bases que permitan identificar los predios con calidad indígena presentes en el área de trabajo, por ejemplo, con la información de propiedad (Roles) disponible en el Servicio de Impuestos Internos. De aceptar esta propuesta, se sugieren los siguientes pasos para futuras actualizaciones del OdV:

- a) Solicitar información a la CONADI, semestralmente, del catastro de compras de tierras bajo el artículo 20 a) y 20 b); de Títulos de Merced y del registro público de tierras indígenas.
- b) Completar la información de roles de propiedad proveniente del registro público de tierras indígenas de la CONADI, con los índices de los Conservador de Bienes Raíces respectivos, mediante la inscripción del predio (fojas, N°, año y conservador).
- c) Posteriormente, la información actualizada del registro de tierras de la CONADI, se debe cruzar con la información espacial de las propiedades del Servicio de Impuestos Internos (SII) que contienen el Rol de la Propiedad, permitiendo la espacialización del registro público de tierras indígenas y la identificación espacial de los predios bajo condición de calidad indígena.

La metodología propuesta no fue posible de aplicar en el presente estudio porque no se pudo contar con la información de roles de propiedad (en formato shape), que es propiedad conjunta de CIREN y el SII. A continuación, se presenta un ejemplo –con información ficticia– de la estructura de la bases de datos del registro público de tierras indígenas de CONADI.

Tabla 128. Ejemplo de la estructura de registro público de tierras indígenas CONADI –comuna de Cañete.

Titular de dominio		Conservador de Bienes Raíces					Predio (Hj.)	ROL PROP.	N° TM
Nombres	Apellidos	Fojas		N°	Año	CBR			
Sofía	Manquel	471	vta.	410	1998	Cañete	78	212-047	2.939
Alfonso	Melin	679		578	1982		30		2.938
Gabriela	Llancañir	789		744	1997	Cañete	26	82-100	2.939
Rayen	Catrileo	320	vta.	278	1987	Cañete	24		2.939
Marta	Quidel	989	vta.	879	1986	Cañete	17		2.939

5.5.5 OdV C.1.3: Relevancia de Áreas de Desarrollo Indígena

Introducción:

La construcción de este OdV obedece a la existencia de área específicas de planificación y de trabajo armónico y mancomunado de los pueblos originarios y sus comunidades con el Estado, sobre todo en las dimensiones sociocultural, política y económica, permitiendo analizar interacciones con otros sistemas de planificación vigentes del Estado, en favor del desarrollo de los territorios. Las Áreas de Desarrollo Indígena (ADI) congregan un importante número de comunidades indígenas y tierras, que van describiendo una conformación del territorio de los pueblos originarios.

Estas áreas permiten una canalización de recursos a las comunidades indígenas, en favor del desarrollo de sus territorios y el mejoramiento de la calidad de vida de los pueblos originarios; es por ello que se hace interesante su análisis a través de un OdV.

Tabla resumen:

Tabla 129. Resumen OdV C.1.3

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
C.1.3	Relevancia de Áreas de Desarrollo Indígena	Existencia de territorios geográficos delimitados con alta densidad de población indígena surgidos a partir de la aplicación del Art. 26 de la Ley Indígena donde se busca la focalización de políticas coordinadas de los órganos del Estado para mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en dichos territorios.	Registro público de CONADI	Directa

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Corresponde a la presencia de territorios geográficos delimitados con alta densidad de población indígena, surgidos a partir de la aplicación del artículo 26 de la Ley Indígena, donde se busca la focalización de políticas coordinadas de los órganos del Estado para mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en dichos territorios.

El artículo mencionado refiere a “espacios territoriales en los cuales han vivido ancestralmente los pueblos indígenas y donde los organismos de la administración del Estado deben focalizar su acción de manera adecuada y mancomunada en beneficio del desarrollo armónico de los indígenas y sus comunidades, las que están determinados por Decreto Supremo del Ministerio de Desarrollo Social”.

Para su establecimiento deberán concurrir los siguientes criterios:

- espacios territoriales en que han vivido ancestralmente las etnias indígenas;
- alta densidad de población indígena;
- existencia de tierras de comunidades o individuos indígenas;
- homogeneidad ecológica, y
- dependencia de recursos naturales para el equilibrio de estos territorios, tales como manejo de cuencas, ríos, riberas, flora y fauna.

En estos espacios se busca generar condiciones político-administrativas para la gestión territorial en zonas geográficas en las que habitan grupos humanos indígenas, sobre la base de las formas particulares que tienen dichos pueblos y sus culturas, así como de su hábitat ecológico y social.

La CONADI mantiene un catastro de las Áreas de Desarrollo Indígenas (ADI), que contiene el 100% de estas áreas. En el área de estudio, se reportan la existencia de tres de estas áreas:

Tabla 130. Áreas de desarrollo indígena presentes en el área de estudio

ADI	N° de Decreto	Comunas
Alto Biobío	93, marzo de 1997	Santa Bárbara y Alto Biobío.
Puel Nahuelbuta	168, agosto del 2004	Galvarino, Chol-Chol, Lumaco, Purén, Traiguén, Nueva Imperial, Contulmo y Los Sauces.
Ercilla	35, octubre del 20012	Ercilla, Collipulli, Victoria y Angol.

Fuente: elaboración propia.

Para la construcción de este ODV se utilizó la información de ADI de CONADI al año 2014, procediendo a la estimación del índice de densidad en materia de superficie de ADI por km² dentro de las sub-subcuencas.

Resultados:

Se clasificaron los resultados en cuatro categorías (No se identificó, Baja, Media y Alta), utilizando del método de clasificación según umbrales naturales (Jenks, 1967). Cada clasificación de los OdV fue realizada en forma individual para cada cuenca estudiada, debido a que presentan valores mínimos y máximos distintos, haciendo variar los límites de corte de las categorías.

A continuación, se muestran los valores de los rangos y gráficos de frecuencias en cada una de las categorías por cuenca.

Tabla 131. Rangos por categorías OdV C.1.3

OdV	Categoría	Rango			Índice
		Maule	Biobío	Toltén	
C.1.3	Baja	--	0,01 - 0,07	0	Superficie de Área de Desarrollo Indígena por km ² dentro sub-subcuenca
	Media	--	0,08 - 0,67	0	
	Alta	--	0,68 - 0,99	0	
	No se identificó	0	0	0	

Fuente: elaboración propia.

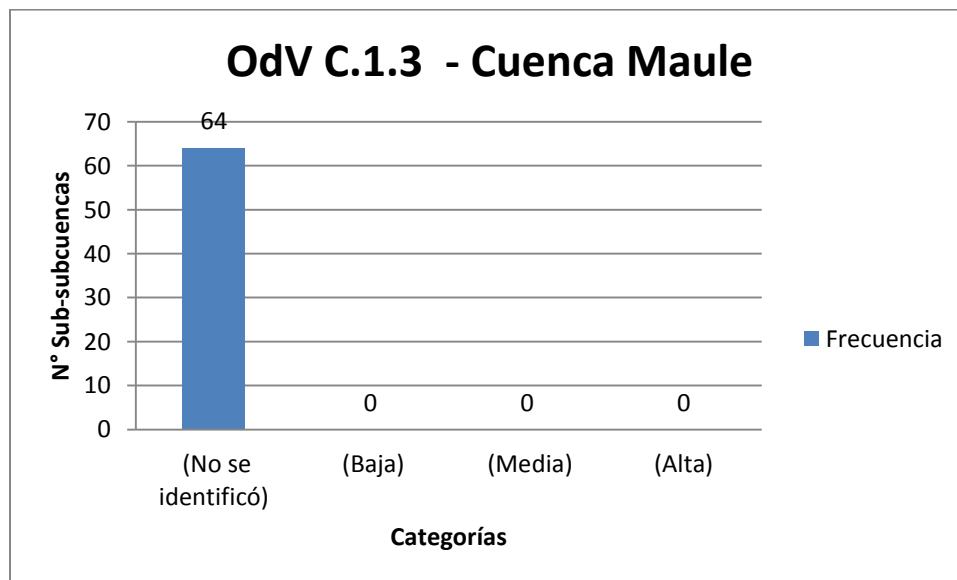


Figura 160. Frecuencia del OdV C.1.3 en las categorías cuenca Maule

Fuente: elaboración propia.

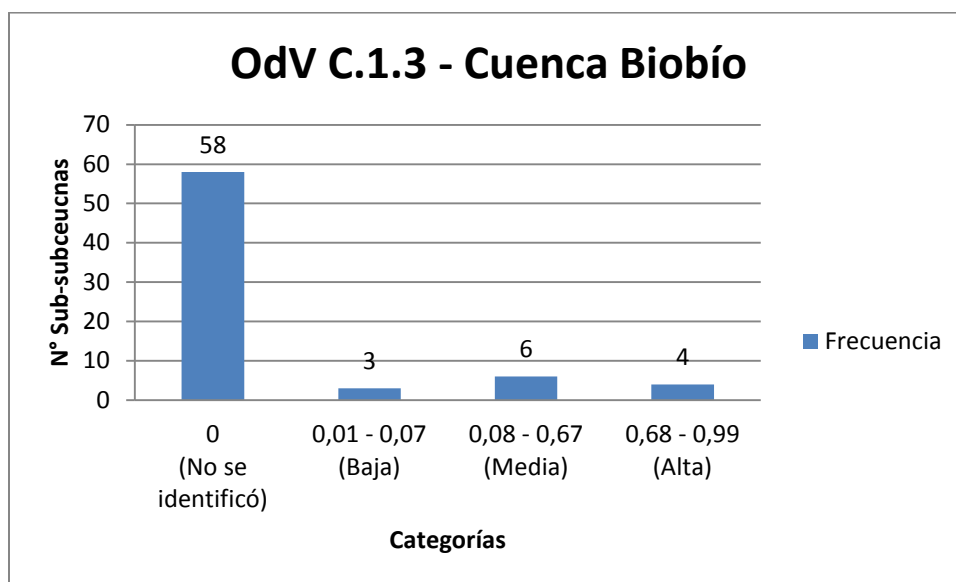


Figura 161. Frecuencia del OdV C.1.3 en las categorías cuenca Biobío
Fuente: elaboración propia.

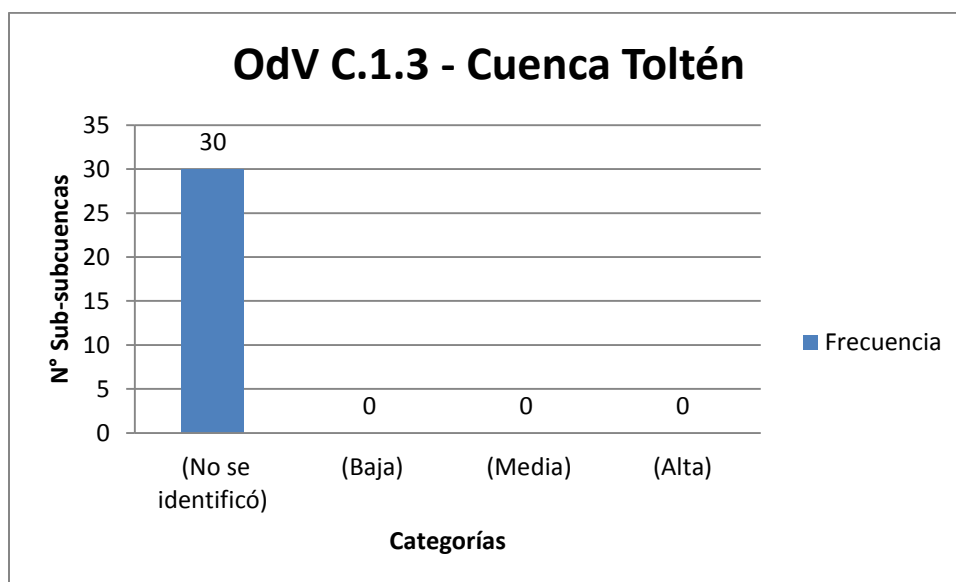


Figura 162. Frecuencia del OdV C.1.3 en las categorías cuenca Toltén
Fuente: elaboración propia.

De las tres cuencas en estudio, este OdV sólo se reporta en la cuenca del Biobío, con una presencia de un 4% de las sub-subcuencas, es decir, reportada en 13 sub-subcuencas de esta

cuenca (ver Figura 161), abarcando sub-subcuencas de las localidades como Alto Biobío, Ralco, Angol, Los Sauces, Collipulli y Ercilla y éstas corresponden a las intersecciones con las ADI de Alto Biobío, Puel Nahuelbuta y Ercilla, que la CONADI ha implementado hasta la fecha a través del Ministerio de Desarrollo Social. Las siguientes figuras muestran la representación del OdV en las cuencas en estudio:

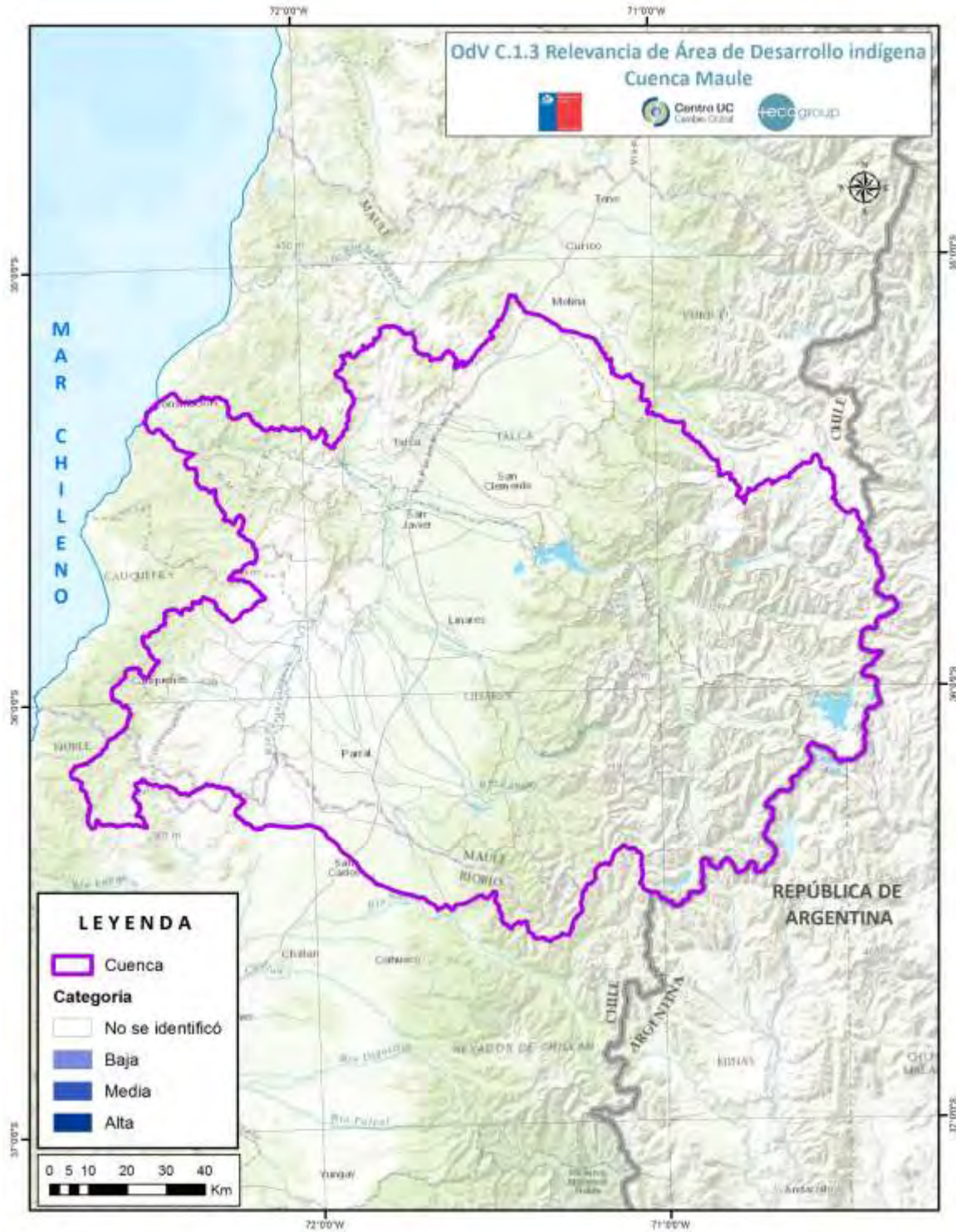


Figura 163. OdV C.1.3 Relevancia de Áreas de Desarrollo Indígena, cuenca del Maule
Fuente: elaboración propia en base a datos de CONADI (2014).

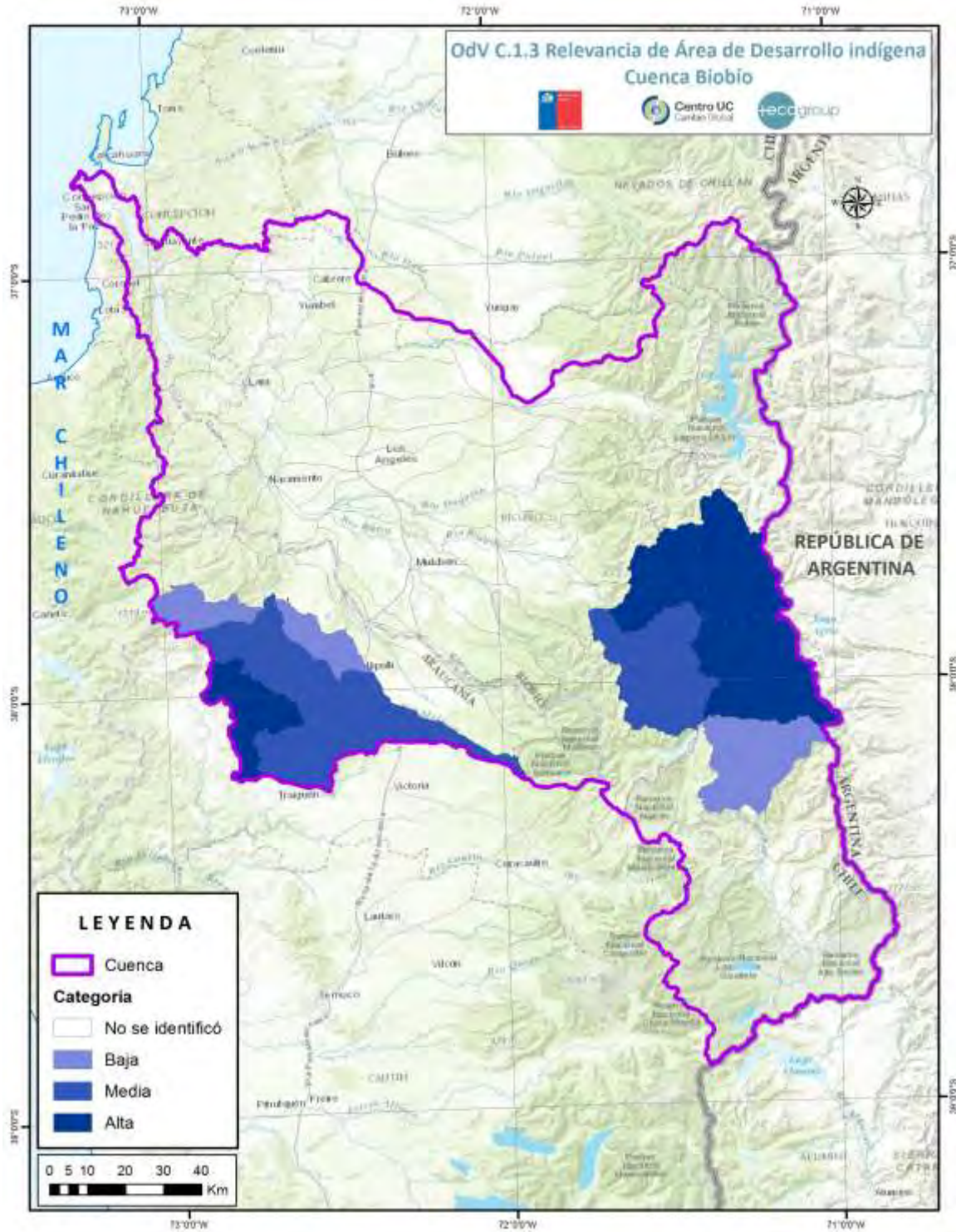


Figura 164. OdV C.1.3 Relevancia de Áreas de Desarrollo Indígena, cuenca del Biobío
Fuente: elaboración propia en base a datos de CONADI (2014).



Figura 165. OdV C.1.3 Relevancia de Áreas de Desarrollo Indígena, cuenca del Toltén
Fuente: elaboración propia en base a datos de CONADI (2014).

Análisis:

Como se mencionó anteriormente, sólo en la cuenca del Biobío se identificó el OdV, dentro de la proporción de esta cuenca, el 83% de las sub-subcuencas no se reporta equivalente a 58 sub-subcuencas de un total de 71, por otra parte, sólo en 13 sub-subcuencas se hace presente el OdV, es decir, en un 17%. Dentro de este 17%, la mayor densidad de ADI/km² se encuentra en las sub-subcuencas ubicadas en las localidades de Alto Biobío y Los Sauces. En las categorías de densidad media se encuentran las sub-subcuencas ubicadas en la localidad de Ralco, Collipulli y Ercilla, y en categoría de baja densidad, las sub-subcuencas ubicadas en las localidades de Lonquimay y Angol.

Las ADI, como se señaló en la metodología corresponde a la presencia de territorios geográficos delimitados con alta densidad de población indígena, donde se busca la focalización de políticas coordinadas de los órganos del Estado para mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en dichos territorios, como así su hábitat ecológico y social. Es por ello que sub-subcuencas como las de Alto Biobío, Ralco, Collipulli, Ercilla y Los Sauces (ver Figura 164), podrían requerir consideraciones particulares en caso de definirse un desarrollo del potencial hidroeléctrico en esas zonas, dado que, además, en estas sub-subcuencas se han identificado altos valores de potencial hidroeléctrico en la cuenca del Biobío.

Es necesario mencionar que producto del dinamismo de las demandas y necesidades de los pueblos originarios, este OdV requerirá de actualizaciones para trabajos futuros, dado a que puedan declararse nuevas ADI, en cuencas donde hoy no están presentes, como, por ejemplo, en la cuenca del Toltén.

5.5.6 OdV C.1.4: Relevancia de demandas de tierra indígena

Introducción:

La importancia del estudio de este OdV se debe a que la demanda de tierras imprime un dinamismo interesante a la dimensión espacial o geográfica de la presencia de comunidades indígenas en el territorio nacional, permitiendo procesos de resignificación socioculturales, políticos y económicos de estas nuevas tierras en manos de estas comunidades indígenas. En la actualidad, y bajo el artículo 20, letra b) de la Ley 19.253, las comunidades indígenas pueden recuperar los terrenos que les fueron entregados a sus familias a través de títulos de merced a principios de siglo XX, y que con el transcurso de los años salieron del dominio mapuche por diversas razones.

Es importante entender que los procesos de demandas de tierras del pueblo mapuche pueden tener diversas causas, entre las cuales se pueden señalar:

- Que la demanda la efectúe una comunidad indígena con el objeto de recuperar los terrenos que les fueron entregados a sus familias a través de Título de Merced a principios de siglo XX, y que con el transcurso de los años salieron del dominio mapuche, ya sea por compraventa, superposición de deslindes, división de hijuelas, ocupaciones de hecho, entre otras causas. En esta demanda se basó el conflicto mapuche durante el siglo XX.
- Que las demandas territoriales abarquen más allá de los predios otorgados por los Títulos de Merced hacia el territorio ancestral ocupado por el pueblo mapuche antes de la ocupación de La Araucanía a fines del siglo XIX. Esta es la demanda actual (del siglo XXI) de algunas comunidades indígenas que se han posicionado estratégicamente en un proceso de expansión y de recuperación de los territorios antiguos.

En este sentido, es importante aclarar que la única herramienta jurídica para resolver los problemas de tierras es el Fondo de Tierras y Aguas Indígenas establecido en el artículo 20 b) de la Ley Indígena, y que administra la CONADI.

Existen bases de datos de la CONADI sobre predios en situación de conflicto por catastro de reivindicaciones. Sin embargo, estas bases de datos se construyen con aquellos conflictos de mayor visibilidad o antigüedad, siendo la situación mapuche particularmente dinámica al respecto. Resulta habitual que nuevas y antiguas comunidades reivindiquen un espacio territorial como propio, por lo que se debe asumir que el tema de tierras en el mundo mapuche obedece no a un asunto geográfico o estrictamente económico, sino que hace alusión a un fenómeno político.

Tabla resumen:

Tabla 132. Resumen OdV C.1.4

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
C.1.4	Relevancia de demandas de tierra indígena	Existencia de tierras en situación de conflicto por su ocupación y posesión en el marco de un proceso de reivindicación territorial de pueblos indígenas que han sido desplazados, siendo estas tierras sujeto de demandas sobre la base de la recuperación de tierras que pertenecen ancestralmente a estos pueblos indígenas.	Registro público de CONADI	Directa

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Para la construcción de este OdV, como se señalado anteriormente, se utilizó como base la información disponible sobre demandas de tierras de CONADI, recopilada en la primera fase del estudio de cuencas del año 2015. Con esta información se construyó un índice de densidad en materia de superficie demandas de tierras (ha) por km² para cada sub-subcuenca, y los resultados se clasificaron en cuatro categorías (No se identificó, Baja, Media y Alta).

Resultados:

Los resultados se clasificaron en cuatro categorías (No se identificó, Baja, Media, Alta) según umbrales naturales (Jenks, 1967). Cada clasificación de este OdV fue realizada en forma individual para cada cuenca estudiada, debido a que presentan valores mínimos y máximos distintos, haciendo variar los límites de corte de las categorías.

A continuación, se muestran los umbrales de corte de cada categoría y la frecuencia de éstas en cada una de las cuencas. No se identificaron demandas de tierras en la cuenca del Maule.

Tabla 133. Rangos por categorías OdV C.1.4

OdV	Categoría	Rango			Índice
		Maule	Biobío	Toltén	
C.1.4	Baja	--	0,90 - 1,39	0,14 - 0,66	Superficie de demandas de tierras indígena(ha) por km ² dentro de la sub-cuenca
	Media	--	1,40 - 7,13	0,67 - 4,30	
	Alta	--	7,14 - 15,23	4,31 - 9,43	
	No se identificó	0	0	0	

Fuente: elaboración propia.

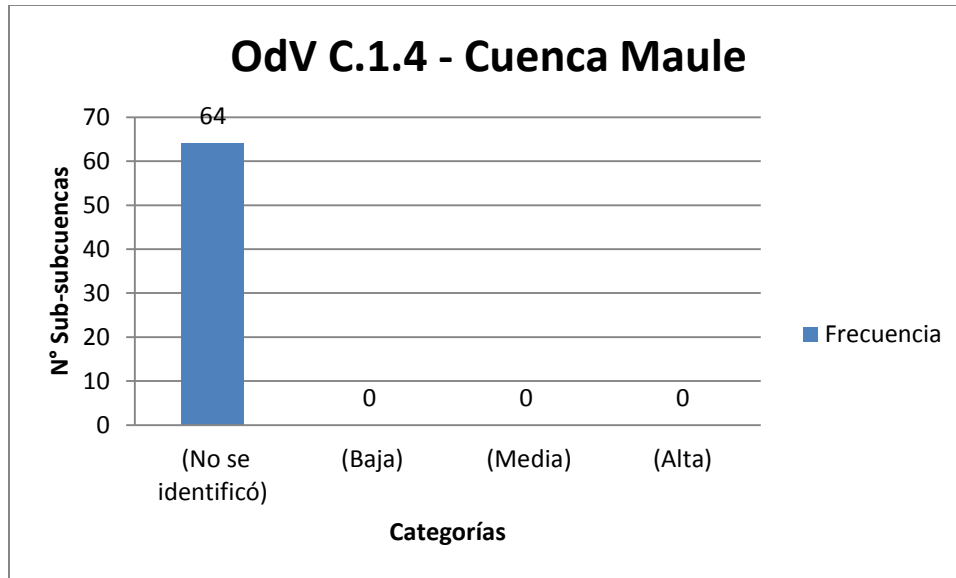


Figura 166. Frecuencia del OdV C.1.4 en las categorías cuenca Maule

Fuente: elaboración propia.

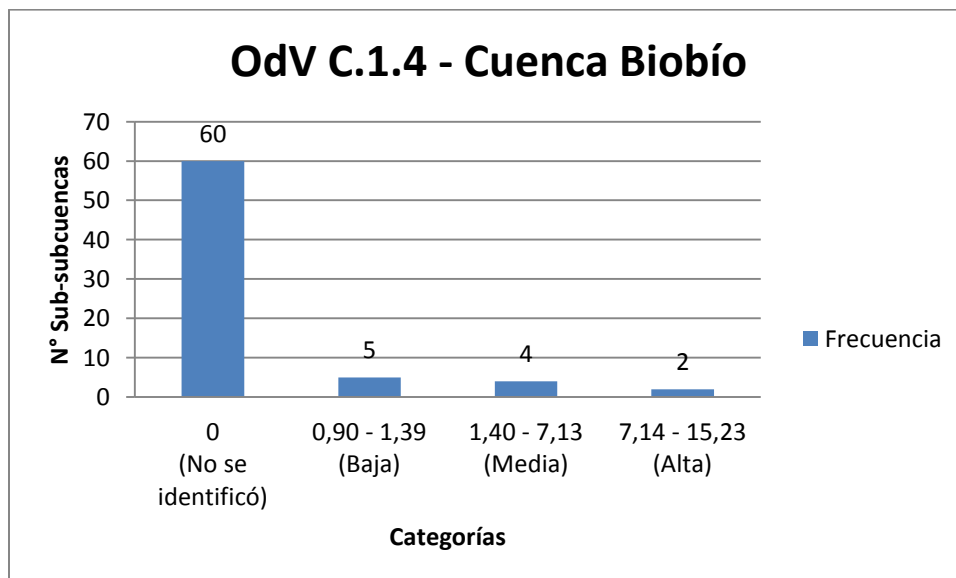


Figura 167. Frecuencia del OdV C.1.4 en las categorías cuenca Biobío

Fuente: elaboración propia.

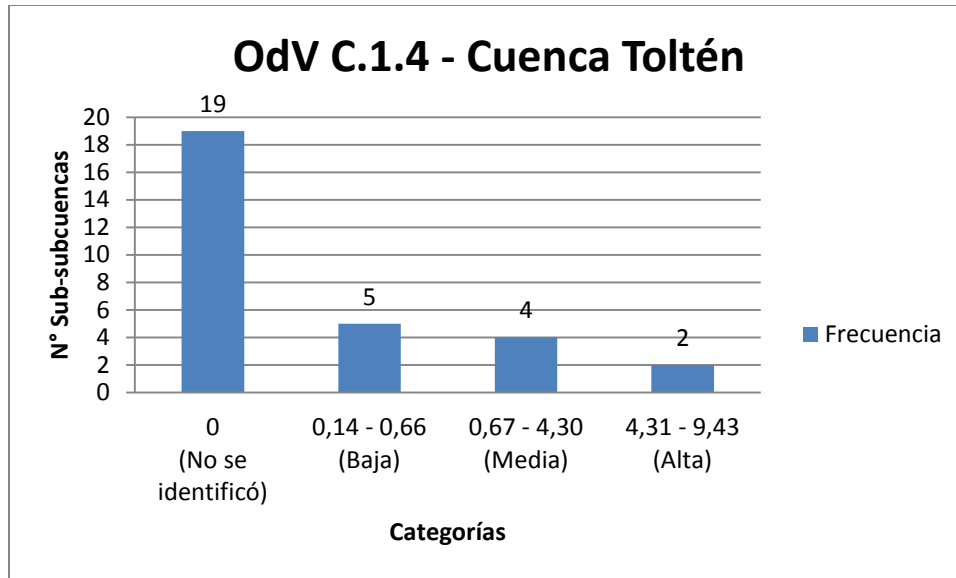


Figura 168. Frecuencia del OdV C.1.4 en las categorías cuenca Toltén

Fuente: elaboración propia.

Este OdV se hace presente de la cuenca del Biobío en un 15% de las sub-subcuencas, que comprenden las localidades de Mulchén, Renaico, Angol, Los Sauces, Collipulli y Ercilla (ver Figura 170). Por otro lado, en la cuenca del Toltén este OdV se hace presente en el 37% de las sub-subcuencas que la conforman, estando situadas sobre todo en las localidades de Cunco, Freire, Pitrufulquén, Gorbea, Lastarria, Teodoro Schmidt y Toltén (ver Figura 171). En la cuenca del Maule no se reporta información en relación de la demanda de tierras realizadas por comunidades indígenas a través del art. 20 b) a la CONADI.

Al comparar las cuencas que tienen presencia del OdV se observa una mayor proporción de su presencia en la cuenca del Toltén, traduciéndose en una mayor extensión geográfica que en el Biobío, pero es necesario revisar los umbrales o rangos de corte del índice construido para representarlos, con lo cual se verifica que los valores del índice en Toltén son menores que en Biobío. De esta forma, es posible indicar que el OdV tiene mayor presencia en Toltén, pero con una menor densidad (ver Figura 167 y Figura 168).

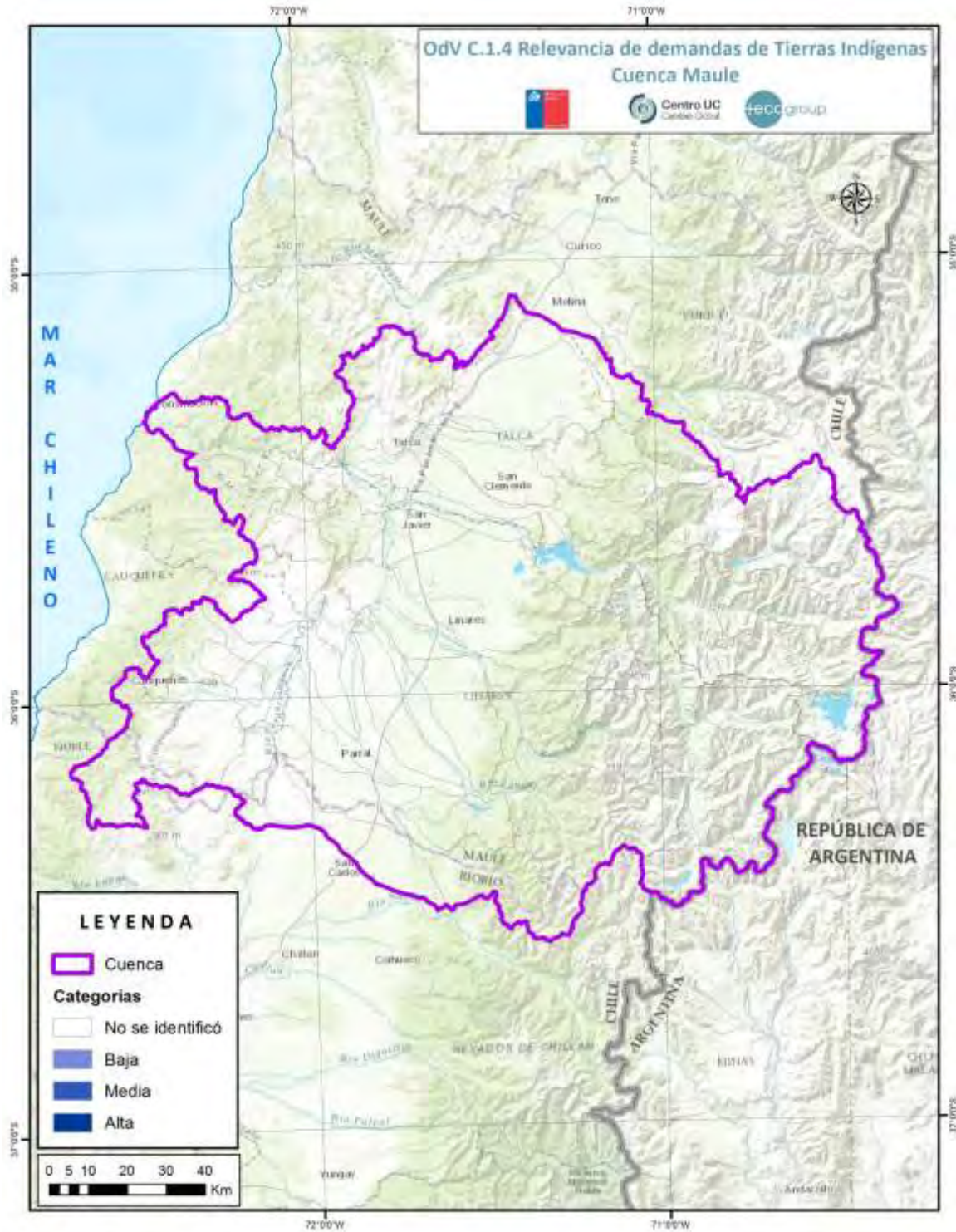


Figura 169. C.1.4 Relevancia de demandas de tierras indígenas, cuenca del Maule
Fuente: elaboración propia en base a datos de CONADI (2014).

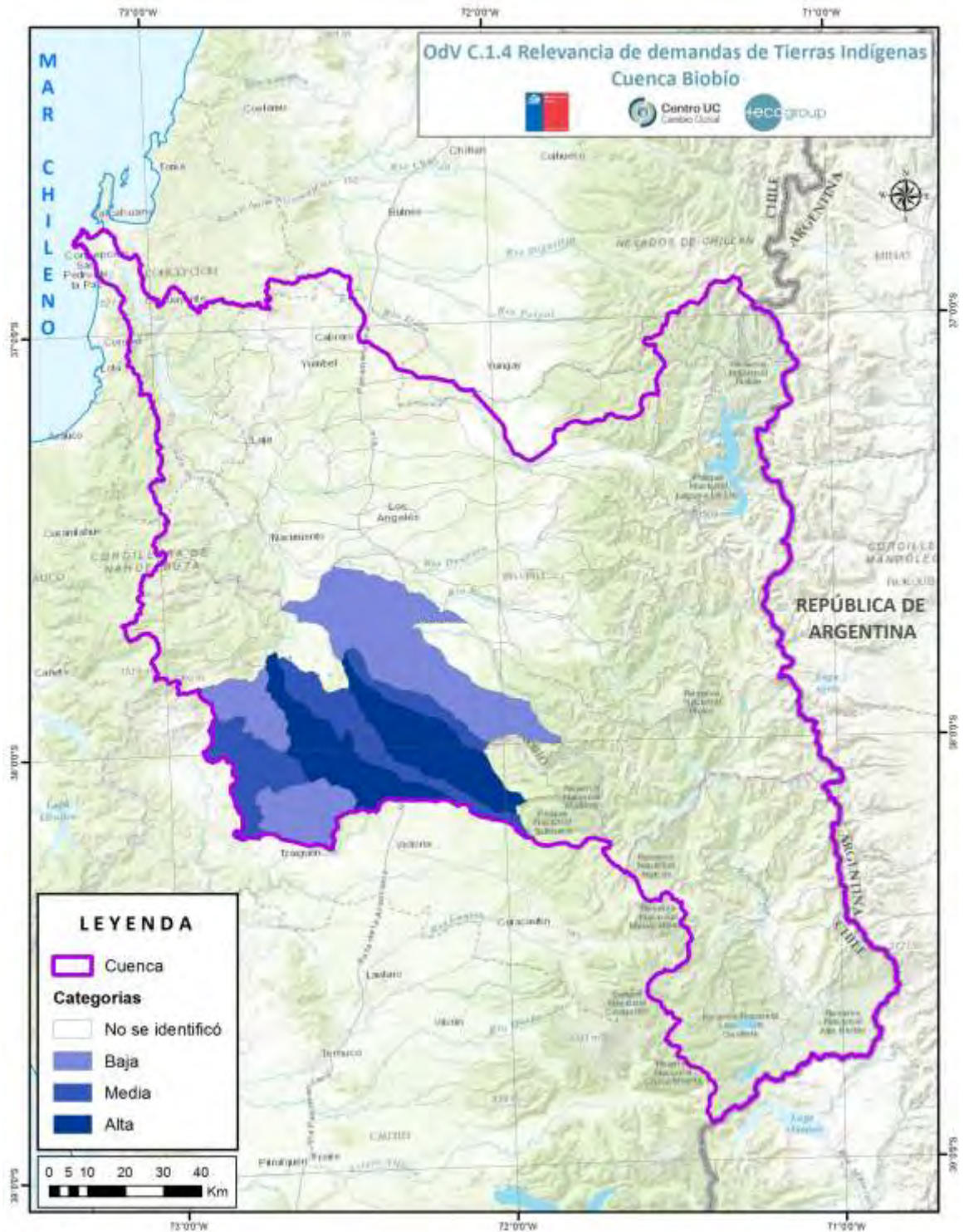


Figura 170. OdV C.1.4 Relevancia de demandas de tierras indígenas, cuenca del Biobío
Fuente: elaboración propia en base a datos de CONADI (2014).

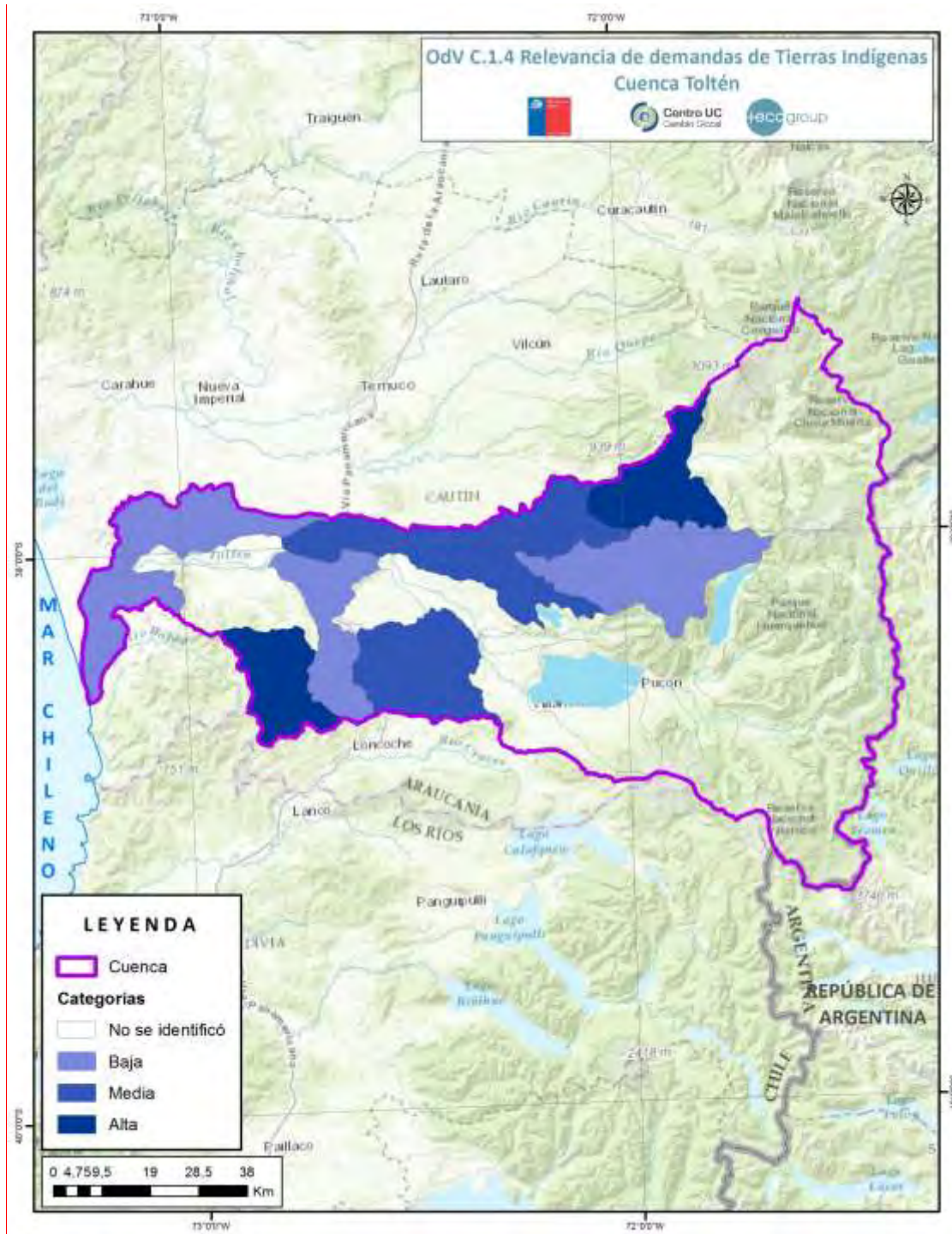


Figura 171. OdV C.1.4 Relevancia de demandas de tierras indígenas, cuenca del Toltén
 Fuente: elaboración propia en base a datos de CONADI (2014).

Análisis:

De acuerdo al índice construido, en la cuenca del Biobío hay una concentración de las demandas en la zona centro-occidental de la cuenca, abarcando 11 de las 71 sub-subcuencas (15%). Al comparar esta información con el mapa de potencial hidroeléctrico (ver Capítulo 3), estas zonas demandadas por los pueblos originarios se presentan en sub-subcuencas con bajo potencial hidroeléctrico, en zonas de la depresión intermedia en terrenos menos abruptos y con mayor potencial productivo agropecuario (respecto de la cuenca completa), caso similar se reporta en la cuenca del Toltén.

Por otra parte, en la cuenca del Toltén 11 de 30 sub-subcuencas (37%) presentan el OdV, pero en valores menores del índice (ha/km²) y distribuidas más extensamente en la cuenca. Este fenómeno puede deberse a la mayor distribución espacial (más atomizadas) de las comunidades indígenas en esta cuenca.

Es necesario mencionar que producto del dinamismo de las comunidades, sobre todo sus visiones de carácter socioculturales, económicas y políticas, la escasez de tierras en la comunidad de origen y las demandas aún no satisfechas, para el futuro podrían aumentar las demandas por espacios que actualmente no son parte de las comunidades, sobre todo de predios que se encuentran actualmente en manos de empresas forestales, especialmente dada la tendencia actual, siendo éste uno de los principales focos del llamado conflicto mapuche. Por ello, este OdV requiere de constante actualización, lo que, a su vez, depende de la información que actualice la CONADI. Se propone, como metodología para la actualización permanente de este OdV, el monitoreo semestral en materia de aplicabilidad de las comunidades en materia de demandas de tierras, de los listados que posee la CONADI, en relación a los fondos de tierras.

Cabe señalar que este OdV fue confeccionado a partir de información disponible de CONADI, mediante los listados de aplicabilidad existentes (art. 20 b de la Ley N° 19.253), pero es importante señalar que existe otro tipo de demanda de tierras que apunta a temas políticos y de la recuperación del territorio histórico o ancestral (wallmapu), por ejemplo la declaración pública de territorios Wallmapu (septiembre de 2016) se indica "*Intensificaremos nuestro accionar por la defensa de los territorios*"⁹⁸ por lo que esta información podría requerir de actualizaciones recurrentes.

⁹⁸ <http://piensachile.com/2016/09/declaracion-publica-territorios-wallmapu-intensificaremos-accionar-la-defensa-los-territorios/>

5.5.7 OdV C.1.5: Presencia de comunidades indígenas

Introducción:

De acuerdo a lo estipulado por el artículo 9° de la Ley Indígena, se entiende por comunidad indígena: “Toda agrupación de personas pertenecientes a una misma etnia indígena, y que se encuentren en una o más de las siguientes situaciones: provengan de un mismo tronco familiar; reconozcan una jefatura tradicional; posean o hayan poseído tierras indígenas en común; y que provengan de un mismo poblado antiguo”. Asimismo, es necesario que tramiten, en conformidad a lo dispuesto en los artículos 9° al 11° de la misma Ley, la obtención de personalidad jurídica otorgada por la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).

Este OdV corresponde a la cantidad de comunidades indígenas presentes en el área de estudio, no a la superficie de tierras indígenas (correspondiente al OdV C.1.2). Esta presencia está definida como el registro de propiedad en la CONADI, mediante la constitución de su respectiva personalidad jurídica.

Este OdV se analiza porque se considera importante reconocer las condiciones particulares de protección de los pueblos originarios en el país, basadas en leyes nacionales e internacionales, y también como reconocimiento de su presencia en las áreas donde se desarrolla el presente estudio.

Tabla resumen:

Tabla 134. Resumen OdV C.1.5

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
C.1.5	Presencia de comunidades indígenas	Existencia de “agrupaciones de personas pertenecientes a una misma etnia indígena y que se encuentren en una o más de las siguientes situaciones: provengan de un mismo tronco familiar; reconozcan una jefatura tradicional; y/o posean o hayan poseído tierras indígenas en común y provengan de un mismo poblado antiguo; y que tramiten la obtención de su personalidad jurídica en conformidad a la ley” (Ley indígena N° 19.253).	Registro público de CONADI	Directa

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

La CONADI posee la base de datos oficial de registro de comunidades indígenas del país, sin embargo, se debe tener presente que la totalidad de registros no corresponde a la misma base de datos con referencia espacial que se necesita para este estudio. La CONADI se encuentra en un proceso de sistematización de información que ha permitido acceder a versiones más actualizadas de la información, pero se debe tener presente que aún no están espacializadas la totalidad de registros. A modo de ejemplo, la Tabla 135 siguiente muestra la diferencia en cuanto al número de registros por comuna de las comunidades indígenas y la base de datos espacial que interceptan con el área de estudio.

Tabla 135. N° de registros oficiales de la CONADI con ubicación espacial

Regiones que interceptan las cuencas	Registros base de datos oficial de la CONADI	Registros base de datos de la CONADI con ubicación espacial
Región del Maule	1	0
Región del Biobío	268	261
Región de La Araucanía	2.181	2.265 ⁹⁹
Total de registros	2.450	2.526

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la CONADI (2016).

Para efecto de este estudio, se considerará como base de información los registros con ubicación espacial disponibles al primer trimestre del año 2016. Se hizo un cruce de información entre los datos con ubicación espacial y las cuencas del área de estudio, obteniéndose 613 registros, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 136. N° de registros oficiales de la CONADI con ubicación espacial.

Nombre de la cuenca	Registros base de datos de la CONADI con ubicación espacial
Maule	0
Biobío	233
Toltén	380
Total de registros	613

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la CONADI (2016).

⁹⁹ Se revisó la base de datos espacial y se pudo corroborar que la diferencia de los datos es debido a que existen registros de comunidades repetidos. Es posible inferir *a priori* dos razones: a) un error en la construcción de la base de datos; y b) comunidades indígenas que cuentan con más de un predio a su nombre, por tanto, los registros espaciales son duplicados.

Se construyó un índice de densidad de la cantidad de comunidades indígenas por km² en cada una de las sub-subcuencas del estudio, los cuales se clasificaron en las cuatro categorías (No se identificó, Baja, Media y Alta).

Resultados:

Basados en el método de clasificación según umbrales naturales (Jenks,1967), cada clasificación de los OdV fue realizada en forma individual para cada cuenca estudiada, debido a que presentan valores mínimos y máximos distintos, haciendo variar los límites de corte de las categorías.

A continuación, se muestran los umbrales de corte de cada categoría y la frecuencia de éstas en cada una de las cuencas.

Tabla 137. Rangos por categorías OdV C.1.5

OdV	Categoría	Rango			Índice
		Maule	Biobío	Toltén	
C.1.5	Baja	--	0,01 - 0,02	0,01 - 0,02	Número de comunidades indígenas por km ² dentro de la sub-subcuenca
	Media	--	0,03 - 0,10	0,03 - 0,07	
	Alta	--	0,11 - 0,20	0,08 - 0,13	
	No se identificó	0	0	0	

Fuente: elaboración propia.

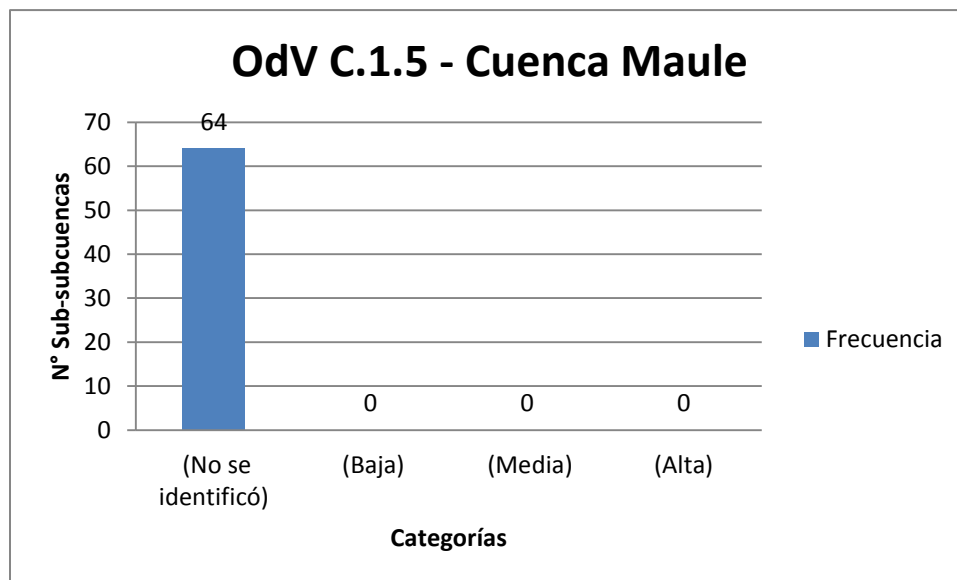


Figura 172. Frecuencia del OdV C.1.5 en las categorías, cuenca del Maule

Fuente: elaboración propia.

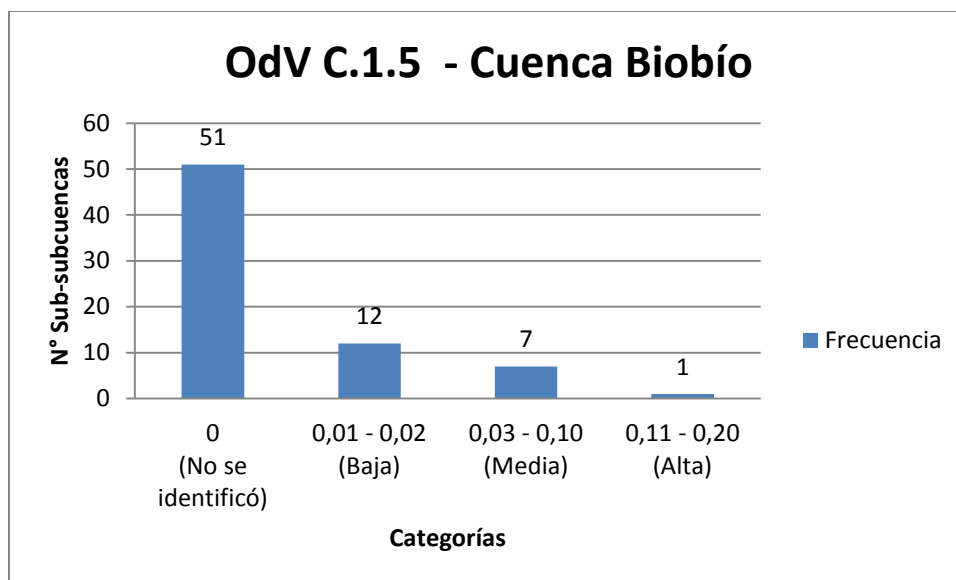


Figura 173. Frecuencia del OdV C.1.5 en las categorías, cuenca del Biobío
Fuente: elaboración propia.

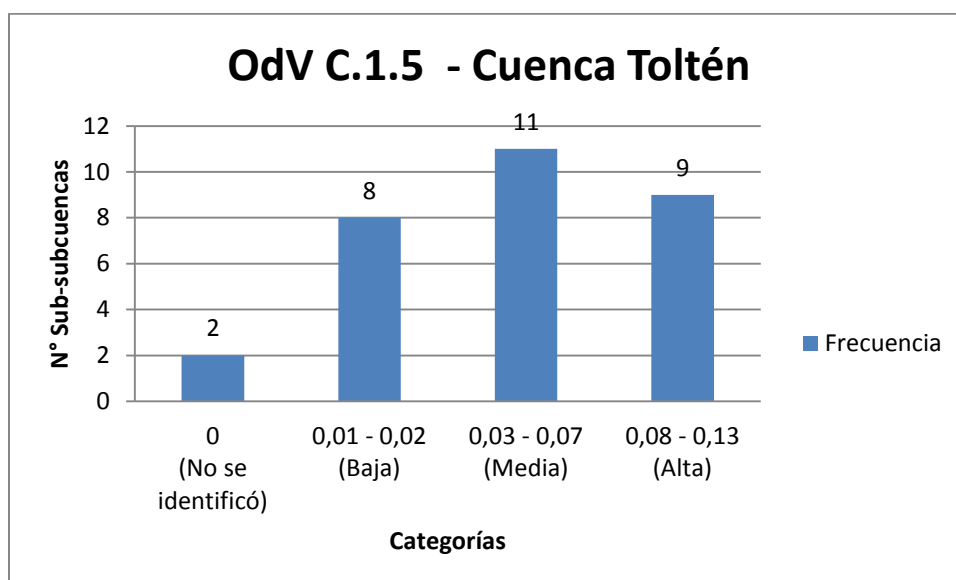


Figura 174. Frecuencia del OdV C.1.5 en las categorías, cuenca del Toltén
Fuente: elaboración propia.

En lo que respecta a la cuenca del Maule, es necesario destinar esfuerzos para recopilar información espacial de comunidades indígenas, si es que las hubiese, o dar la certeza de la no existencia de ellas en el área.

El presente OdV se identificó en la cuenca del Biobío en un 28% de las sub-subcuencas concentrándose en las localidades de Alto Biobío, Ralco, Mulchén, Angol, Collipulli, Ercilla y Los Sauces (ver Figura 173) y en un 93% de las sub-subcuencas de la cuenca del Toltén (ver Figura 174).

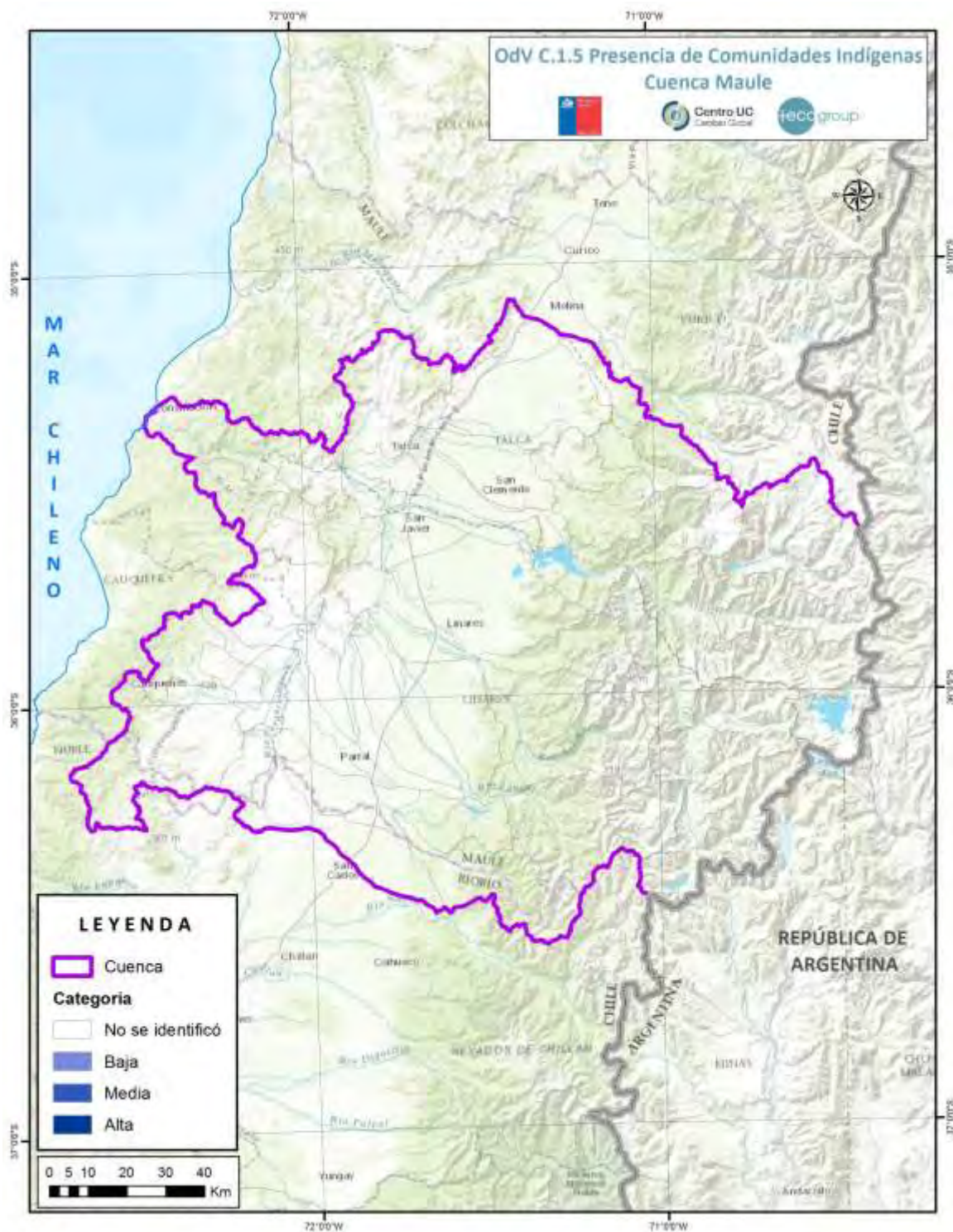


Figura 175. OdV C.1.5. Presencia de comunidades indígenas, cuenca del Maule
Fuente: elaboración propia en base a datos CONADI (2016).

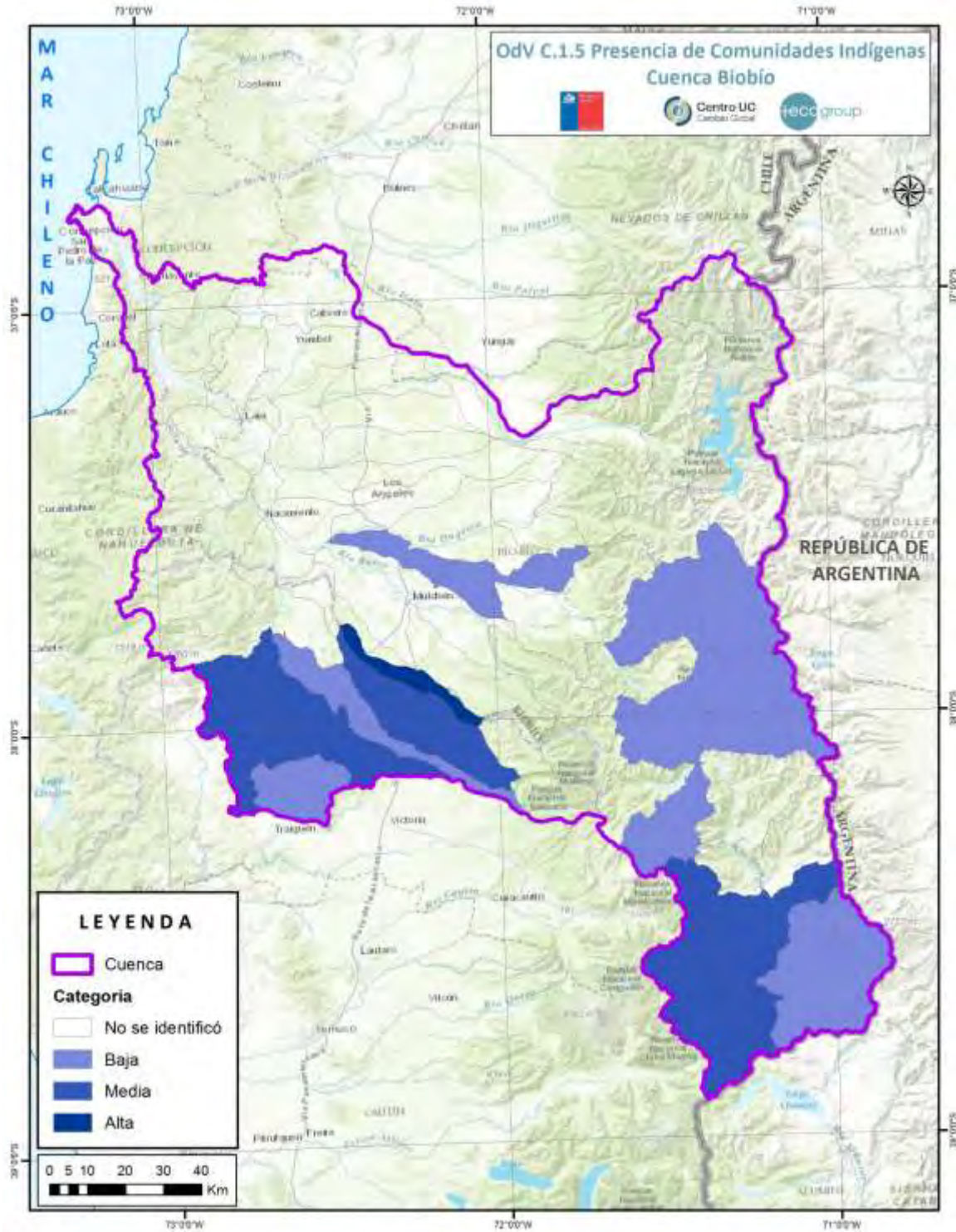


Figura 176. OdV C.1.5. Presencia de comunidades indígenas, cuenca del Biobío

Fuente: elaboración propia en base a datos CONADI (2016).

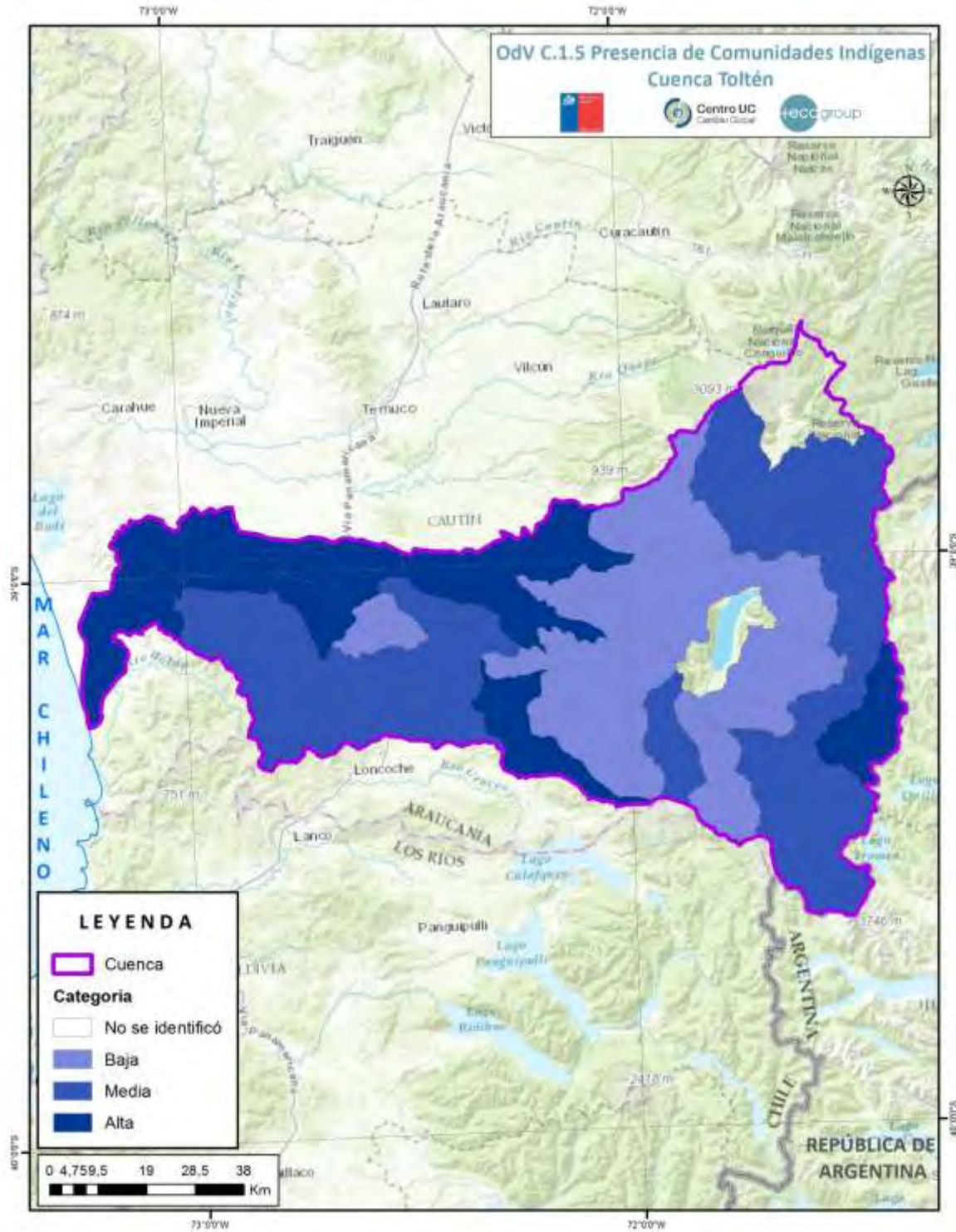


Figura 177. OdV C.1.5. Presencia de comunidades indígenas, cuenca del Tolten
 Fuente: elaboración propia en base a datos CONADI (2016).

Análisis:

Como se mencionó en la metodología, los datos utilizados provienen del proceso de actualización y sistematización del primer trimestre del año 2016 de CONADI, donde la determinación de la ubicación espacial de las comunidades se realiza asumiendo la localidad o sector declarado como domicilio de la comunidad en el acta de constitución de la personalidad jurídica, todo esto traducido a una topología de puntos espaciales. Este tipo de información permite tener una referencia de la ubicación, pero no de las dimensiones de superficies donde se emplazan las comunidades indígenas; indica la cantidad de comunidades indígenas existentes en las cuencas y no la superficie que ocupan las comunidades dentro de la cuenca (para ese caso, se confeccionó el OdV C.1.2 Relevancia de tierras indígenas). Se hace necesario aclarar este punto para no generar confusiones o interpretaciones incorrectas respecto de este OdV.

En lo que respecta a la cuenca del Biobío, este OdV se presenta en 20 de las 71 sub-subcuencas (28%) formando conglomerados en las localidades mencionadas con anterioridad, con umbrales que van desde los 0,01 a 0,20 comunidades indígenas/km². Para la cuenca del Toltén se encuentra presente en casi en la totalidad de la cuenca (28 de 30 sub-subcuencas, 93,3%, presentan en algún grado la presencia de comunidades indígenas), con umbrales que oscilan desde los 0,01 a 0,13 comunidades indígenas/km². Se observa que en la cuenca del Biobío la presencia de comunidades indígenas por Km² es mayor que en la cuenca del Toltén, pero encentrándose estas concentradas en ciertos lugares específicos de la cuenca, a diferencia del Toltén que presenta una distribución más homogénea.

Al cruzar este OdV con la información de potencial hidroeléctrico, en los sectores precordilleranos de la cuenca del Biobío es donde está la mayor proporción del potencial hidroeléctrico de dicha cuenca, y la presencia de comunidades indígenas se concentra en lugares específicos de la zona precordillerana de la cuenca. Por otra parte, la mayor proporción del potencial hidroeléctrico de la cuenca del Toltén se encuentra en las zonas cordillerana y precordillerana de la cuenca, pero en este territorio las comunidades indígenas se encuentran distribuidas de forma homogénea, abarcando casi la totalidad de esta área. Dadas estas particularidades de los territorios, es importante que, para el diseño de políticas en materias de desarrollo energético, se tengan en consideración estas particularidades y condiciones. Por parte de las empresas desarrolladoras, se requerirían planes de gestión en materia de relacionamiento comunitario más efectivos.

OdV No indígena

A continuación, se presentan en detalle cada uno de los OdV para el ámbito cultural, no indígena en las comunidades locales del área de estudio.

5.5.8 OdV C.2.1: Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales

Introducción:

Corresponde a la existencia de sitios de valor histórico o sagrado, que tienen una significación cultural asociada a rituales, ceremonias o celebraciones que forman parte de la cosmovisión y patrimonio de las comunidades que habitan el territorio; y existencia de sitios donde se realizan manifestaciones o actividades culturales propias o de identidad de una comunidad, y que responden a sus intereses. Tienen un carácter tradicional y generan sentimientos de arraigo en la comunidad.

Este tipo de expresiones culturales no siempre tienen el mismo nivel de resguardo normativo como administrativo, en comparación con expresiones culturales realizadas por los pueblos originarios del país. La necesidad de analizar este OdV nace de las reflexiones expresadas por la comunidad en talleres realizados en la fase anterior del estudio, y su relevancia se mantuvo en los talleres de inicio de esta fase, dada a la existencia de una buena cantidad de fiestas populares campesinas, urbanas, ceremonias de índole religiosas y actividades o manifestaciones culturales que se realizan en los territorios; que ameritan ser analizadas dentro de una planificación territorial.

Tabla resumen:

Tabla 138. Resumen OdV C.2.1

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
C.2.1	Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales	Existencia de sitios de valor histórico o sagrado, que tienen una significación cultural asociada a rituales, ceremonias o celebraciones que forman parte de la cosmovisión y patrimonio de las comunidades que habitan el territorio; y existencia de sitios donde se realizan manifestaciones o actividades culturales propias o de identidad de una comunidad, y que responden a sus intereses. Tienen un carácter tradicional y generan sentimientos de arraigo en la comunidad.	Registro público de CMN, MOP, CNCA	Directa

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Si bien el Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) y el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) mantiene registros de sitios de manifestaciones culturales, estos registros son puntuales y no cubren en su totalidad el área de estudio. Debido a esto, se debería generar nueva información que complemente estas bases de datos puntuales.

El trabajo de identificación de sitios de manifestaciones o actividades culturales requiere, como método ideal de estimación, de protocolos que apunten al levantamiento, descripción y análisis de información tanto primaria (en base al diseño del levantamiento de datos en terreno) como secundaria (la que se puede obtener de diversas fuentes tales como estudios antropológicos, investigaciones académicas, publicaciones, estudios etnohistóricos y etnográficos, entre otras fuentes bibliográficas relevantes), a fin de incorporar antecedentes pertinentes y actualizados.

Este esfuerzo es de largo plazo, y requiere contar con una base de confianza de parte de la comunidad para compartir la ubicación y características de estos sitios.

Por esto, en el marco de las capacidades de este estudio, este OdV se basa en la recopilación de información de fuentes secundarias como el CMN (para registro de monumentos nacionales), la Dirección de Arquitectura del MOP (para registro de infraestructura) y el Consejo Nacional de la

Cultura y las Artes, CNCA, (para registro de fiestas populares), unificando una base de datos de 82 registros reportados en el área de estudio del proyecto.

Para la construcción del OdV, se procedió a calcular un índice de densidad en materia de la cantidad de sitios de significación y manifestaciones o actividades culturales no indígenas por km² dentro de cada una de las sub-subcuencas del área de estudio.

4) Resultados:

Los valores obtenidos del índice de densidad se clasificaron en las cuatro categorías (No se identificó, Baja, Media y Alta) basados en el método de clasificación según umbrales naturales (Jenks, 1967).

Cada clasificación de los OdV fue realizada en forma individual para cada cuenca estudiada, debido a que presentan valores mínimos y máximos distintos, haciendo variar los límites de corte de las categorías.

A continuación, se muestran los umbrales de corte de cada categoría y la frecuencia de éstas en cada una de las cuencas.

Tabla 139. Rangos por categorías OdV C.2.1

OdV	Categoría	Rango			Índice
		Maule	Biobío	Toltén	
C.2.1	Baja	0,002 - 0,003	0,002 - 0,003	0,002 - 0,003	Número de sitios, manifestaciones o actividades culturales por km ² dentro de la sub-subcuenca
	Media	0,004 - 0,011	0,004 - 0,010	0,004 - 0,006	
	Alta	0,012 - 0,032	0,011 - 0,032	0,007 - 0,013	

Fuente: elaboración propia.

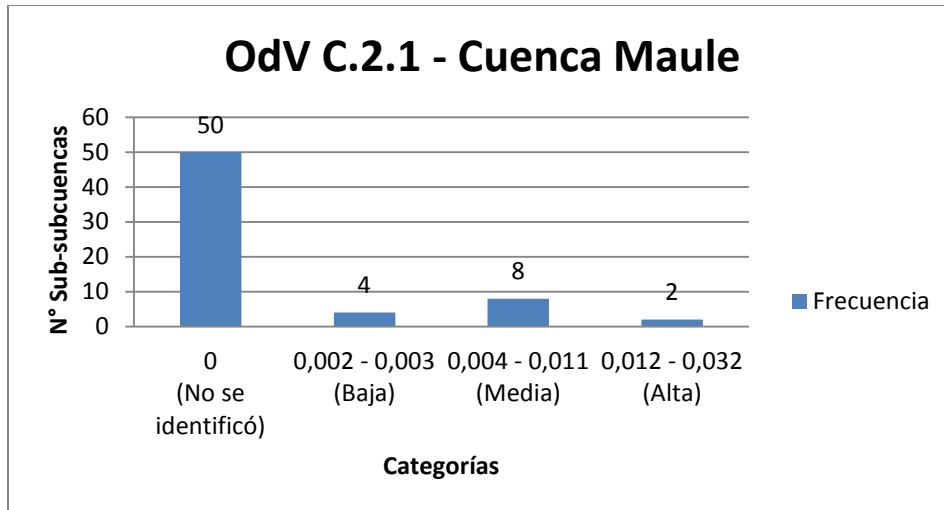


Figura 178. Frecuencia del OdV C.2.1 en las categorías, cuenca del Maule
Fuente: elaboración propia.

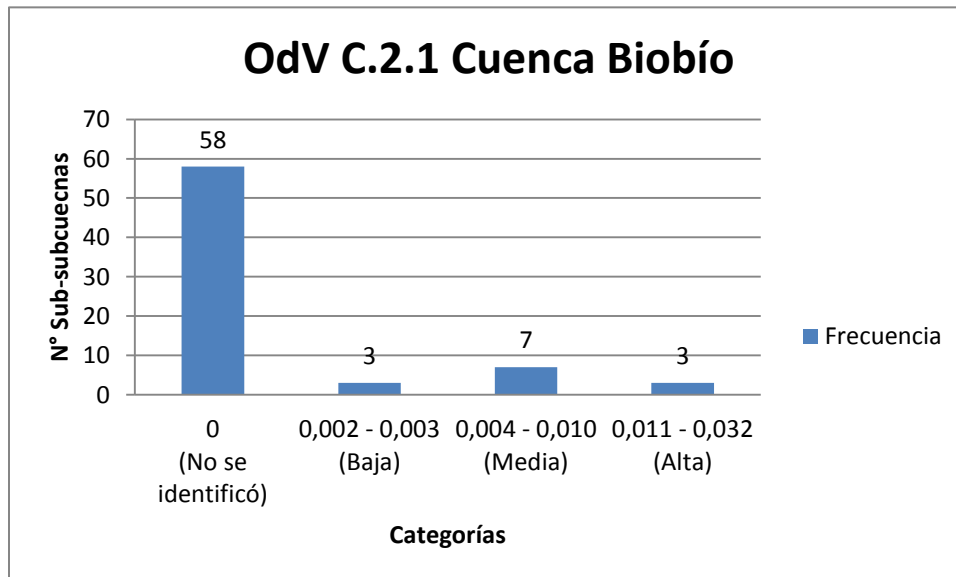


Figura 179. Frecuencia del OdV C.2.1 en las categorías, cuenca del Biobío
Fuente: elaboración propia.

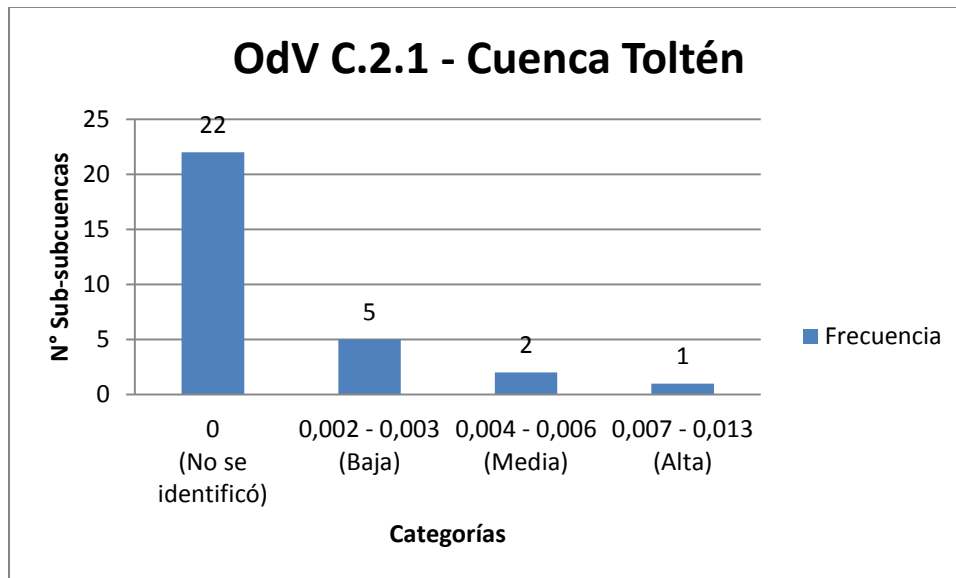


Figura 180. Frecuencia del OdV C.2.1 en las categorías, cuenca del Toltén

Fuente: elaboración propia.

El presente OdV se presente en el 22% de las sub-subcuencas de la cuenca del Maule, en un 18% de las sub-subcuencas del Biobío y en el 27% de las sub-subcuencas de la cuenca del Toltén.

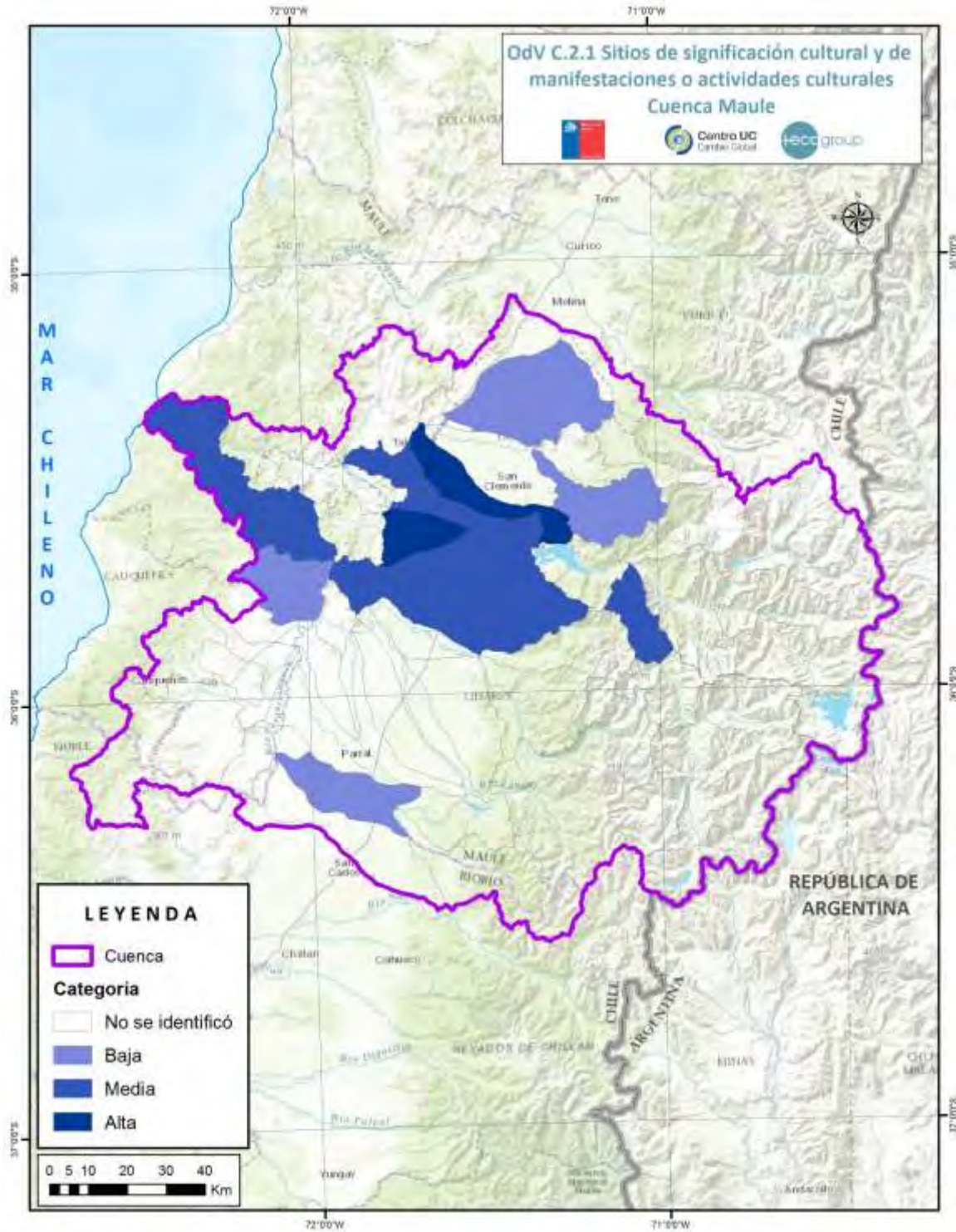


Figura 181. OdV C.2.1 Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales, cuenca del Maule

Fuente: elaboración propia en base a datos CMN (2016), MOP (2014) y CNCA (2016).

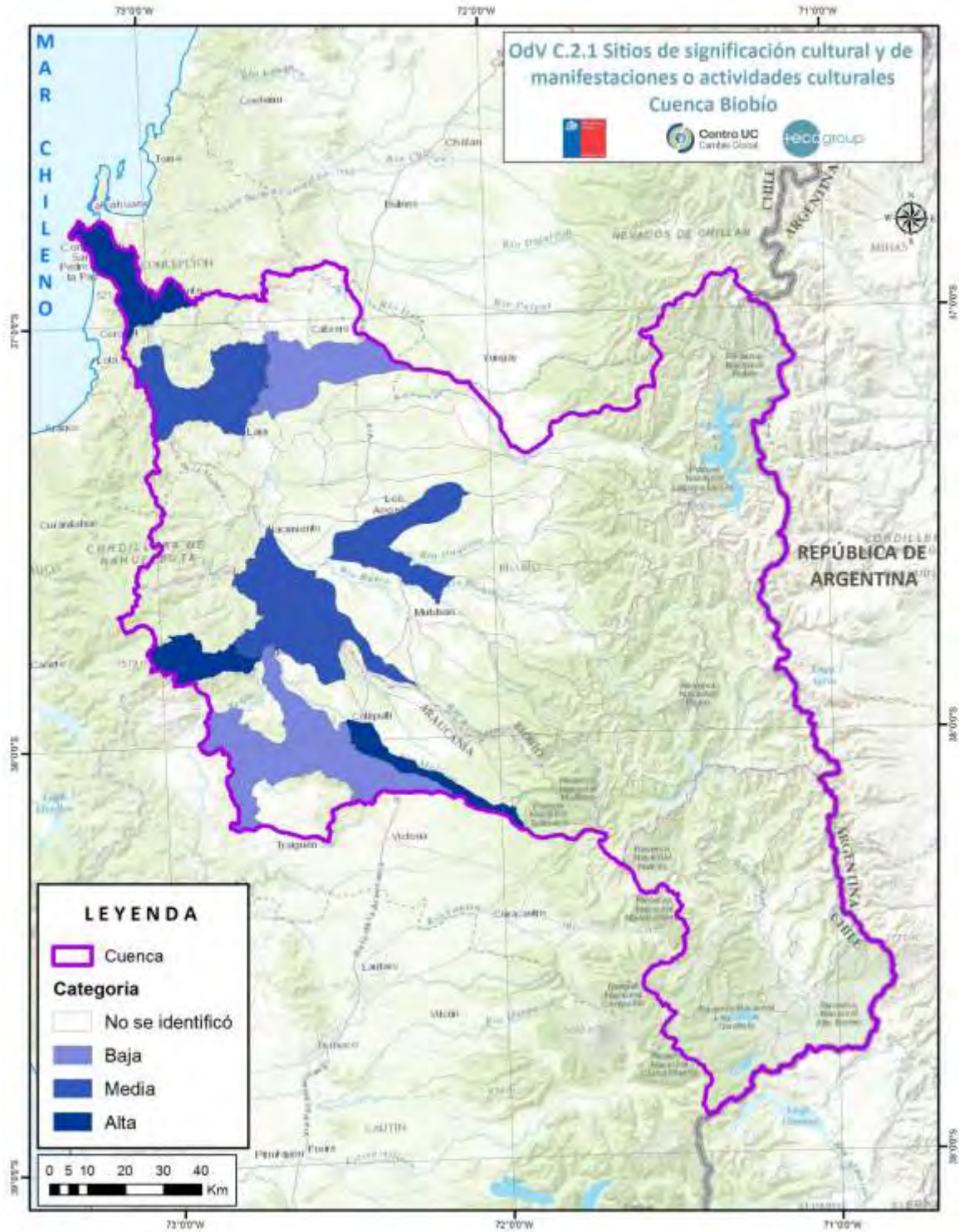


Figura 182. OdV C.2.1 Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales, cuenca del Biobío

Fuente: elaboración propia en base a datos CMN (2016), MOP (2014) y CNCA (2016).

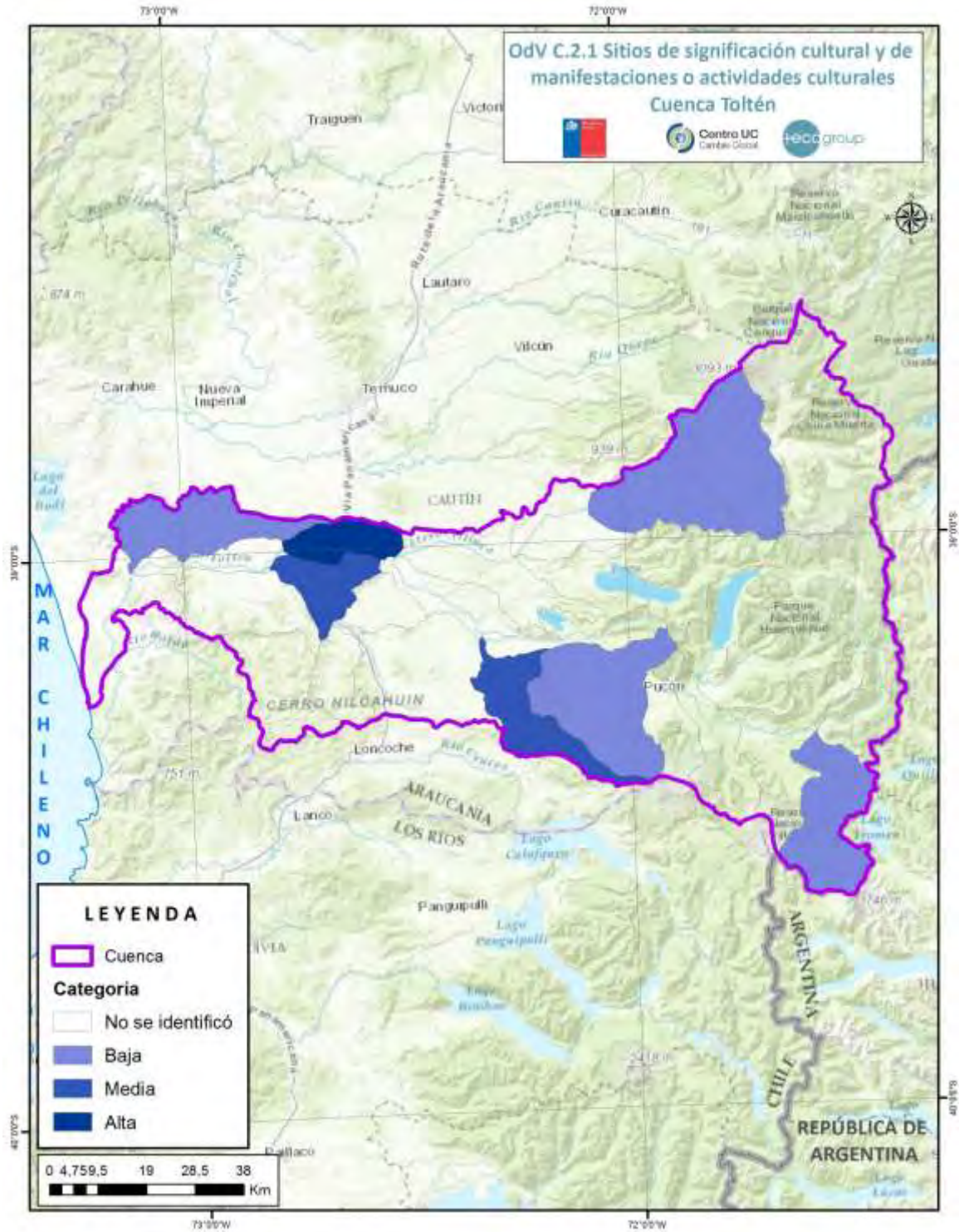


Figura 183. OdV C.2.1 Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales, cuenca del Tolten

Fuente: elaboración propia en base a datos CMN (2016), MOP (2014) y CNCA (2016).

Análisis:

El presente OdV, como se mencionó en la metodología, fue materializado con información disponible de bases de datos de algunos servicios públicos, quedando pendiente un trabajo de complementar dicha información con datos levantados en terreno y validados por las comunidades, sin dejar de lado la información oficial

Cabe mencionar que, en las zonas de mayor potencial hidroeléctrico de las tres cuencas del estudio, hay una minoritaria presencia de este OdV, evidenciándose una mayor presencia del OdV en centros urbanos o en sus proximidades. Lo anterior contrasta con el OdV C.1.1. (Sitios de significación cultural indígena), ya que presenta una mayor presencia en zonas rurales y más alejadas de los centros urbanos, y con una mayor expansión geográfica dentro de las cuencas.

5.5.9 OdV C.2.2: Sitios arqueológicos

Introducción:

Este OdV se refiere a la presencia de bienes patrimoniales de importancia para la comunidad, que dan cuenta de una herencia que se traspasa de una generación a otra y que opera como testimonio de la existencia de sus antepasados, prácticas y formas de vida.

El análisis del presente OdV apunta a cuantificación de los sitios arqueológicos presentes en el área de estudio, sin abordar aspectos cualitativos de ellos. La incorporación del presente OdV radica por las restricciones de carácter normativo y administrativo que pueden tener ante un eventual desarrollo hidroeléctrico.

Tabla resumen:

Tabla 140. Resumen OdV C.2.2

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
C.2.2	Sitios arqueológicos	Presencia de “bienes muebles e inmuebles tales como ruinas, construcciones, y objetos, ya sean de propiedad fiscal, municipal, o particular que, conforme a la Ley 17.288, se encuentran en la superficie del territorio o bajo éste y que por su valor histórico o artístico o por su antigüedad deben ser conservados para el conocimiento de la cultura de un pueblo “.	Registro público de DGA	Directa

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

El Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) mantiene un catastro de monumentos históricos. Sin embargo, éste es parcial, ya que parte del registro sobre monumentos arqueológicos se encuentra en proceso de actualización y georreferenciación por parte de la institución, sin factibilidad de ser utilizado como información oficial en materia de sitios arqueológicos para este estudio. Ante este escenario, este estudio se basa en la información del catastro de monumentos históricos recopilados para la primera fase del estudio de cuencas, gracias a la información proporcionada por la DGA, que incluye un total de 126 sitios de carácter arqueológico en diferentes categorías, como por ejemplo, aleros, áreas habitacionales aisladas, cementerios, cuevas y conchales, entre otros.

Otro punto importante de señalar, es que no fue fácil contar con información oficial en relación a los sitios arqueológicos, por ejemplo, la manejada por parte del Consejo de Monumentos Nacionales, debido a que en la actualidad se encontraban en un proceso de actualización de sus bases de datos oficiales, restringiendo su uso, optando por la utilización de la información proporcionadas por la DGA y recopilada en la etapa anterior del presente estudio.

Para la confección de este OdV se procedió a calcular un índice de densidad en materia de la cantidad de sitios arqueológicos por km² en cada una de las sub-subcuencas del área de estudio.

Resultados:

Los resultados se clasificaron en cuatro categorías (No se identificó, Baja, Media y Alta) basados en el método de clasificación según umbrales naturales (Jenks, 1967) anteriormente descrito. Cada clasificación de los OdV fue realizada en forma individual para cada cuenca estudiada, debido a que presentan valores mínimos y máximos distintos, haciendo variar los límites de corte de las categorías.

A continuación, se señalan los umbrales de corte de cada categoría y la frecuencia de éstas en cada una de las cuencas.

Tabla 141. Rangos por categorías OdV C.2.2

OdV	Categoría	Rango			Índice
		Maule	Biobío	Toltén	
C.2.2	Baja	0,001 - 0,004	0,002 - 0,003	0,001 - 0,002	Número de sitios arqueológicos por km ² dentro de la sub-subcuenca
	Media	0,005 - 0,013	0,004 - 0,012	0,003 - 0,007	
	Alta	0,014 - 0,034	0,013 - 0,029	0,008 - 0,021	
	No se identificó	0	0	0	

Fuente: elaboración propia.

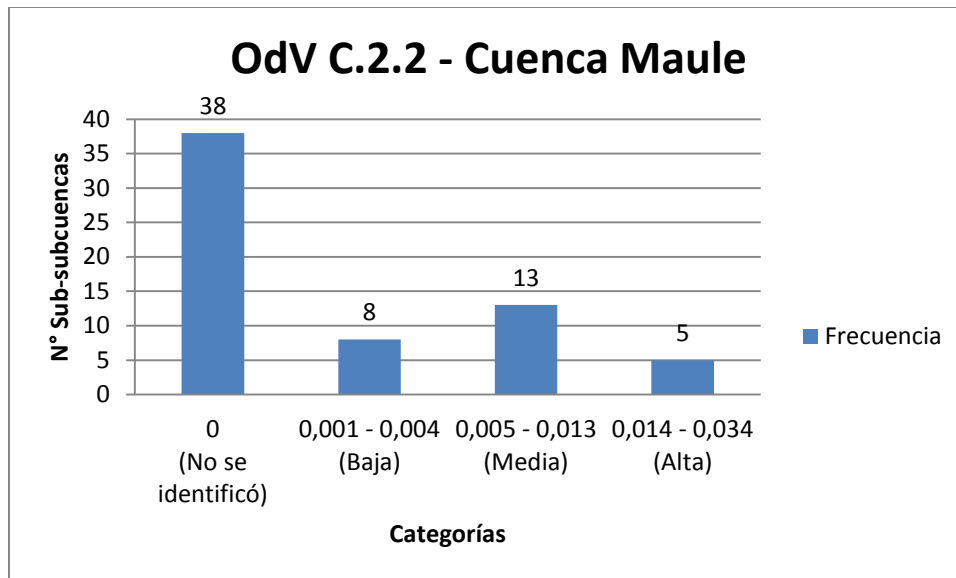


Figura 184. Frecuencia del OdV C.2.2 en las categorías, cuenca del Maule
Fuente: elaboración propia.

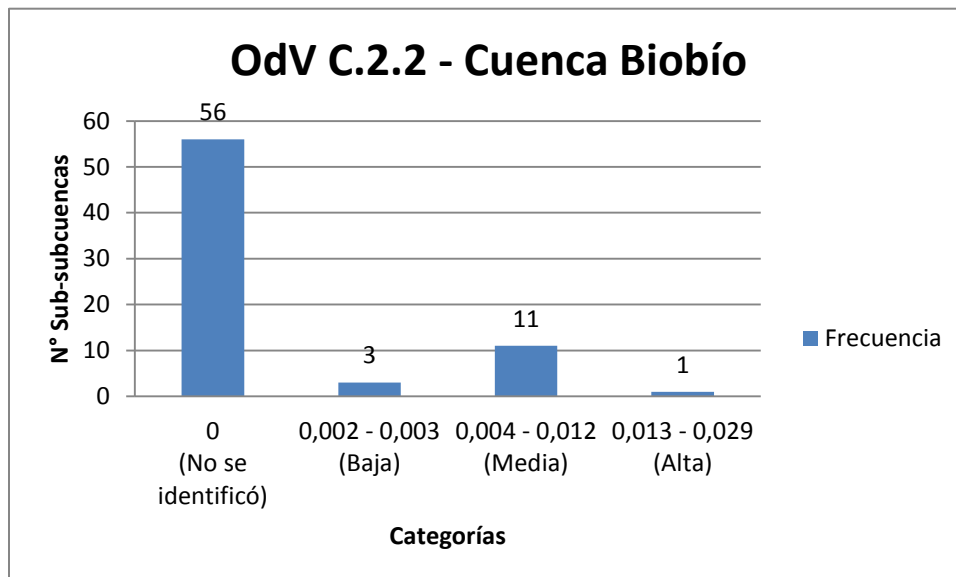


Figura 185. Frecuencia del OdV C.2.2 en las categorías, cuenca del Biobío
Fuente: elaboración propia.

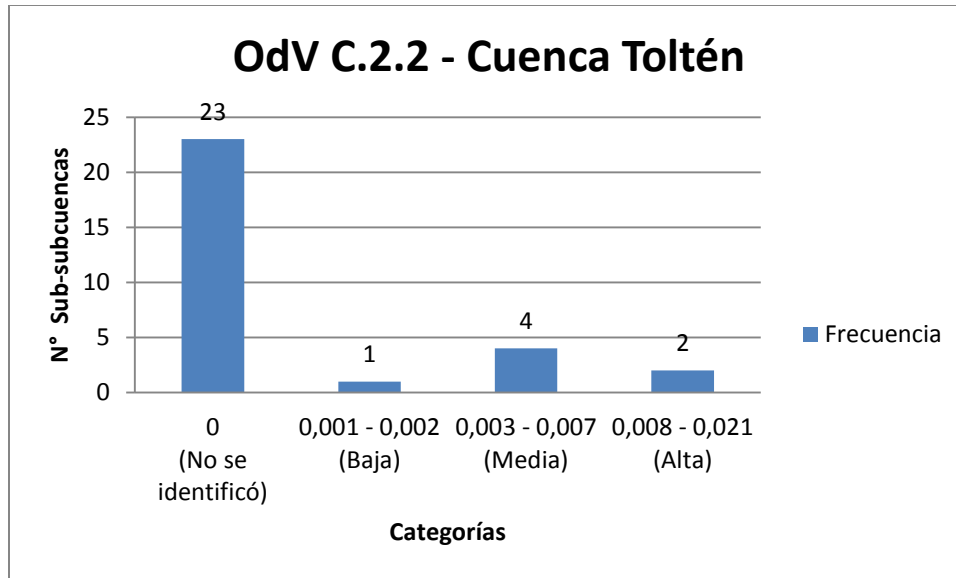


Figura 186. Frecuencia del OdV C.2.2 en las categorías, cuenca del Toltén

Fuente: elaboración propia.

El presente OdV se reporta con una mayor presencia en la cuenca del Maule con identificación del OdV en un 40% de las sub-subcuencas; a su vez, en las cuencas del Biobío y Toltén, se ha detectado la presencia del OdV en alrededor del 25% de las sub-subcuencas.

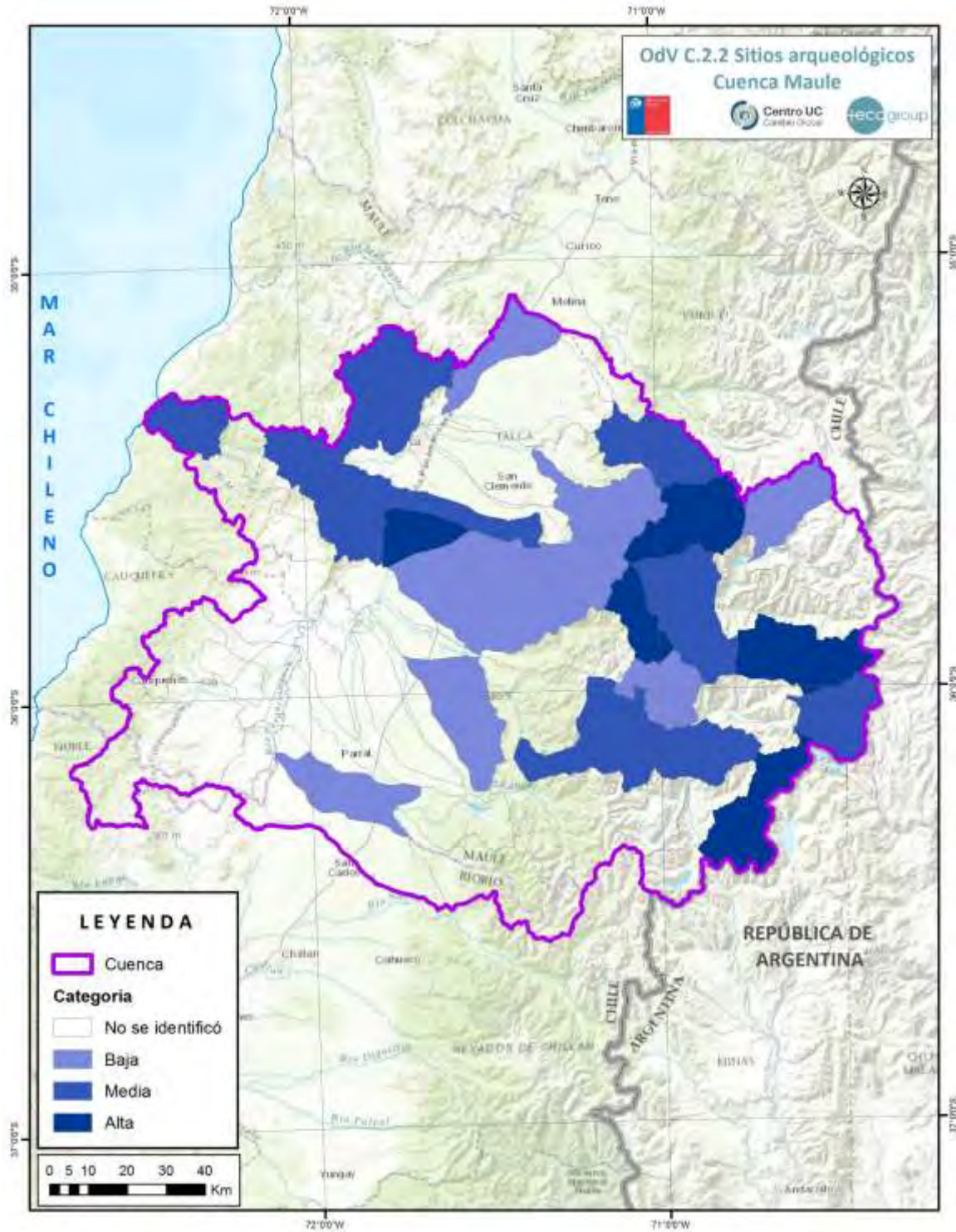


Figura 187. OdV C.2.2 Sitios arqueológicos, cuenca del Maule
Fuente: elaboración propia en base a datos DGA (2014).

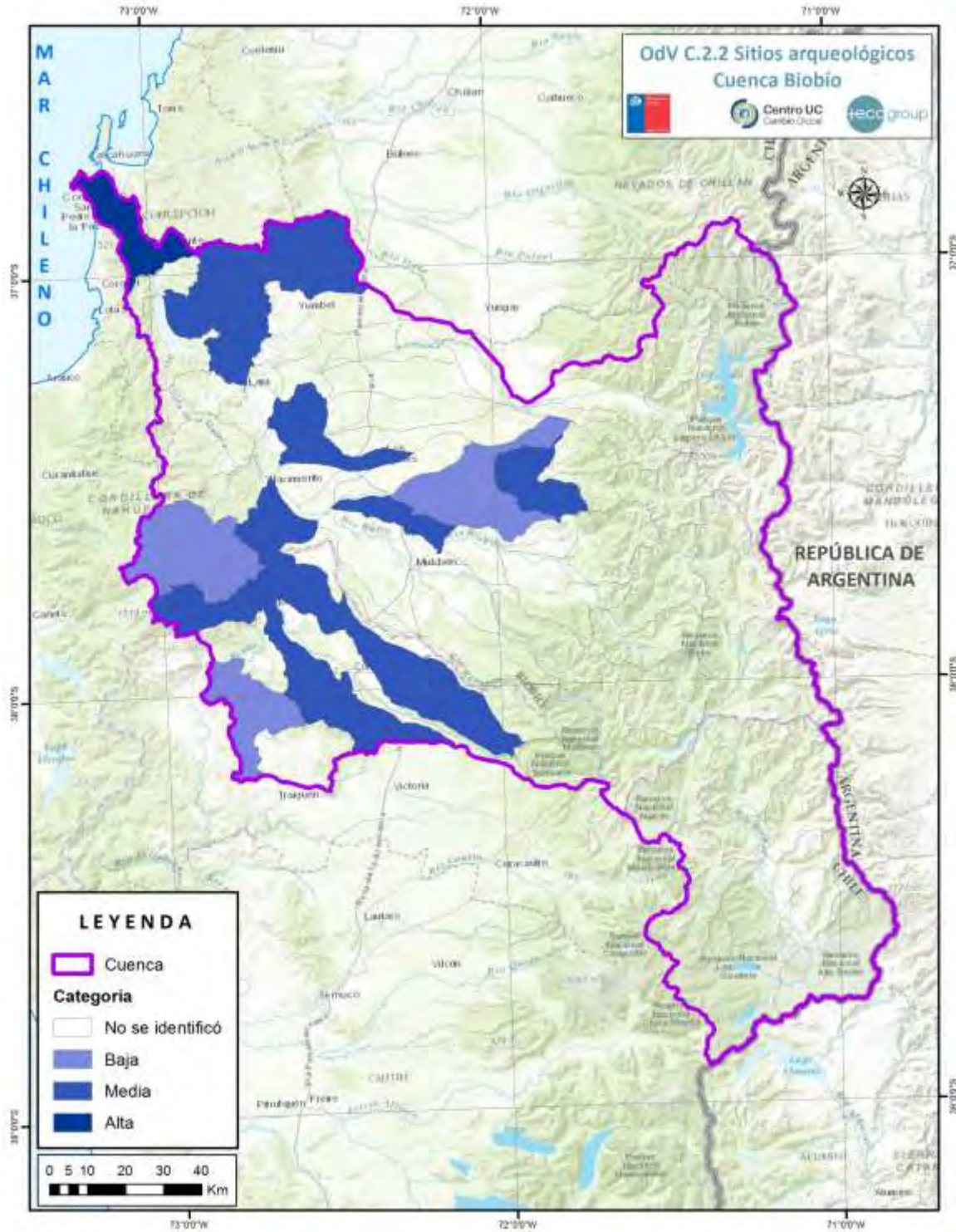


Figura 188. OdV C.2.2 Sitios arqueológicos, cuenca del Biobío
Fuente: elaboración propia en base a datos DGA (2014).

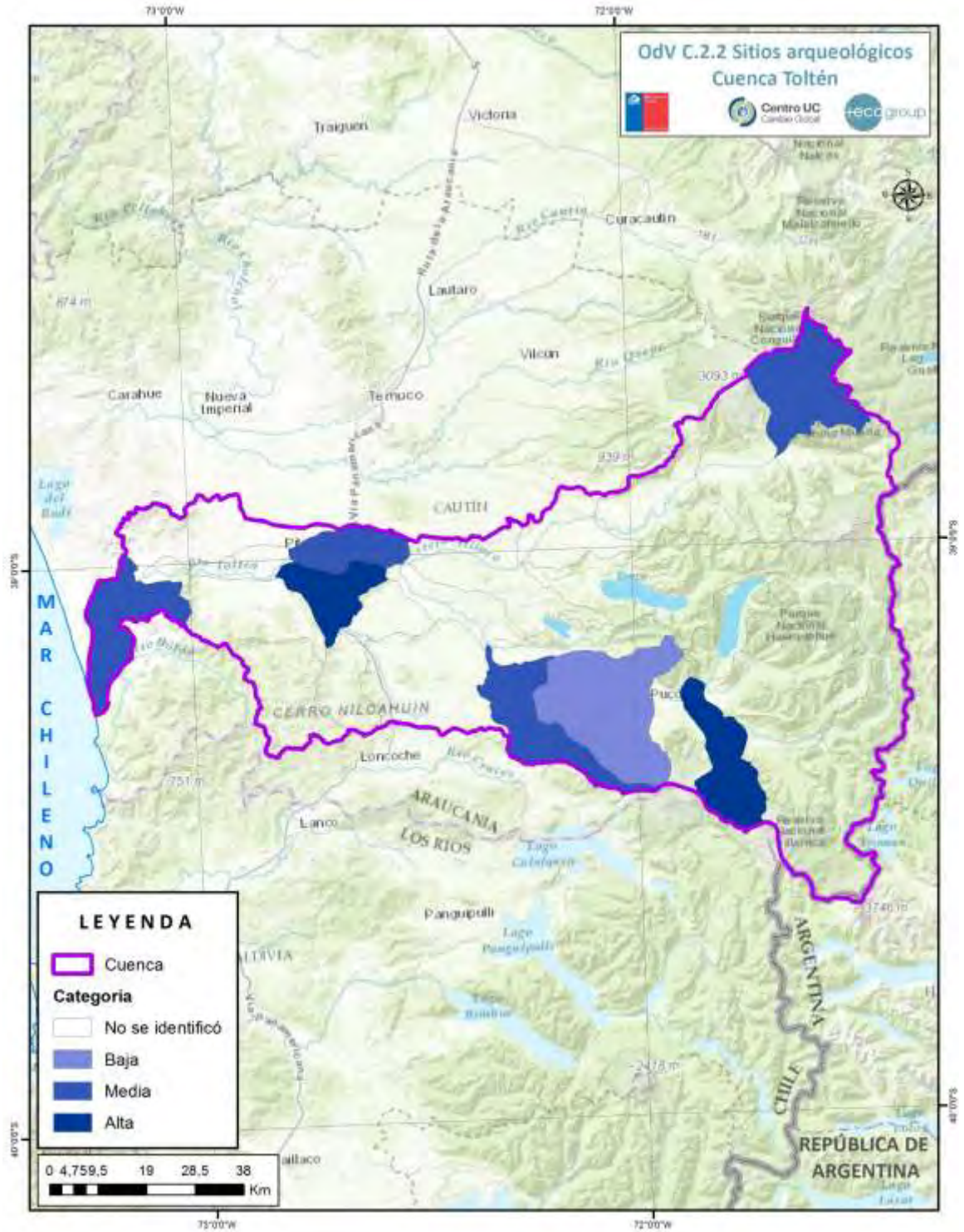


Figura 189. OdV C.2.2 Sitios arqueológicos, cuenca del Tolten
Fuente: elaboración propia en base a datos DGA (2014).

Análisis:

Se hace necesario señalar que este OdV presenta los valores de densidades más bajos en relación a los demás OdV analizados, ello puede indicar la necesidad de destinar más esfuerzos para levantar este tipo de información sobre todo desde los territorios, acción a tener presente para futuros trabajos y actualizaciones de este OdV.

En la cuenca del Maule, hay una importante concentración del OdV en las zonas de valle y en la zona precordillerana y cordillera. Ésta última también concentra altos valores de potencial hidroeléctrico de la cuenca, por lo que es un aspecto que deben considerarse en la planificación de un eventual desarrollo de dicho potencial (ver Figura 187). Situación contraria sucede en la cuenca del Biobío (ver Figura 188) donde la presencia del OdV se encuentra desde la costa hasta el valle central, sin la presencia en la zona precordillana y cordillera de la cuenca, que es donde se presenta el mayor potencial hidroeléctrico dentro de ésta. Por último, en la cuenca del Toltén (ver Figura 189), la presencia del OdV se reporta muy próxima a los centros poblados de la cuenca como Melipueco, Cunco, Freire, Pitrufulquén, Toltén, Pucón, Curarrehue y Villarrica.

5.5.10 OdV C.2.3: Sitios de alto valor paisajístico

Introducción:

El objetivo que persigue este OdV es analizar las condiciones innatas de los territorios en relación a los atributos del paisaje, condición y valorizaciones de la comunidad asigna a cada uno de los elementos que son parte de ellos. Para ello, se realizó una adaptación de la Guía de Evaluación de Impacto Ambiental, Valor paisajístico en el SEIA (SEA, 2013), donde se analizan aspectos cuantitativos y cualitativos del paisaje, para permitir obtener una valorización de éste. Se utilizaron fuentes de información recopiladas en la etapa anterior y actual del presente estudio, con la finalidad de dimensionar este ODV.

El paisaje se entenderá como una noción cultural, lo que responde a una forma de ver y apreciar visualmente el territorio. De esta forma, las imágenes del paisaje se construyen y, a la vez, reflejan la expresión geográfica de identidades sociales e individuales que lo reivindican. Estas imágenes de paisajes tienen que ver con la riqueza, memoria, seguridad, arte de vivir en conjunto y con sentirse identificados con su territorio y cultura.

En Chile, para efectos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) el paisaje se entiende como “La expresión visual en el territorio del conjunto de relaciones derivadas de la

interacción de determinados atributos naturales”¹⁰⁰ (SEA, 2013). De esta forma, el paisaje constituye una modalidad de lectura del territorio establecida a partir de los recursos perceptivos del ser humano sobre determinados atributos naturales, dejando fuera las funciones ecológicas, así como también los factores antrópicos, culturales y ecológicos.

Tabla resumen:

Tabla 142. Resumen OdV C.2.3

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
C.2.3	Sitios de alto valor paisajístico	Presencia de lugares que se encuentran en áreas cuya condición natural y sus atributos paisajísticos se constituyen en zonas de interés y de valor para la población local de un territorio, otorgándoles una calidad que los hace únicos y representativos.	Bases públicas de SERNATUR, CONADI, MMA y CMN	Proxy

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Considerando que no existe un modelo concluyente para definir qué paisaje tiene mayor o menor valor, es que se propone un modelo de aproximación a la valoración del paisaje que se ajusta al análisis integrado de la gestión del territorio. El objetivo de esta propuesta es entregar los lineamientos para construir un mosaico territorial basado en datos predominantemente espaciales, capaces de evidenciar las características de cada componente del territorio en relación al valor paisajístico, así como los atractivos y actividades turísticas que se pueden desarrollar en cada parte del territorio, a escala de sub-subcuenca.

Dado que la valorización del paisaje puede ser subjetiva, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones para la construcción del OdV:

- El valor paisajístico debe suponer tanto las preferencias de la población como la opinión de expertos. Sin embargo, la preferencia por parte de la población es el tema más delicado de construir o levantar y que requiere de mayores recursos, ya que se debe recoger a través de un proceso de consulta pública. Este ideal no es viable considerando el tiempo, recursos y objetivos del presente estudio, dada la cantidad de entrevistas que debiese desarrollarse. No obstante, para el presente trabajo las preferencias de la población se incorporaron a través de lo que se ha denominado **paisajes consolidados**,

¹⁰⁰ Guía de evaluación de impacto ambiental, Valor paisajístico en el SEIA, 2013.

los cuales se constituyen a través de paisajes reconocidos (en algunos casos, además, protegidos), compuesto por lugares con presencia de atractivos turísticos, miradores, centros de valor cultural, entre otros. Más adelante se detalla la forma de determinarlos estos paisajes consolidados.

- Los paisajes más vistos o con una mayor visibilidad, deben reflejar una mayor importancia, priorizando en ellos las actuaciones de protección, gestión u ordenación.
- Cualquier zona que goce de alguna figura de protección cultural, medio ambiental o restricción por algún instrumento de planificación territorial debe de adquirir un valor paisajístico destacado.
- La presencia e interacción de ciertos atributos biofísicos en un mismo territorio le otorgan mayor singularidad y calidad a un determinado paisaje.

A continuación, se detallan definiciones y conceptos utilizados para la construcción de la valorización del paisaje utilizada para el presente OdV.

a. Paisajes consolidados

Los paisajes consolidados se pueden definir como aquellos lugares que, por sus valores estéticos y culturales, se encuentran establecidos para la observación del paisaje, incluso muchos de ellos son merecedores de una protección especial, en su mayoría restricciones legales que buscan conservar de la mejor forma dichos lugares. El criterio utilizado en base a experto para la definición de los paisajes consolidados fue una selección de lugares que cuentan con protección legal y otros que, por sus atributos sociales, culturales y ecológicos, conllevan una dimensión estética y cultural que son parte activa del paisaje. Estos son seleccionados, a partir de sus aspectos estéticos, culturales o biofísicos, por entidades como SERNATUR, el Consejo de Monumentos Nacionales, la CONADI y CONAF y son lugares con una connotación especial que merecen una protección.

Por lo tanto, si una SSC cuenta con algún atributo caracterizado como paisajes consolidados, automáticamente pasa a considerarse con un valor paisajístico **destacable**.

Tabla 143: Lugares considerados en la elaboración de paisajes consolidados

Lugares ¹⁰¹	Descripción
Zonas Patrimoniales (Monumentos Nacionales)	Monumentos Históricos
	Zonas Típicas
	Pueblo Tradicional
	Centro Histórico
	Entorno de Monumento Histórico

¹⁰¹ La fuente de información de estos lugares, corresponde a las mismas utilizadas a lo largo de este estudio.

	Área y Conjunto	
	Santuario de la Naturaleza	
Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, SNASPE	Parque Nacional	
	Reserva Nacional	
	Monumento Natural	
Sitios de manifestaciones culturales indígenas	Cementerios	
	Lugares sagrados	
	Hitos sagrados	
	Áreas de recolección (hierbas medicinales o alimentos)	
Zonas de interés ecológico	Sitios prioritarios para la conservación (SPC) en el SEIA ¹⁰² y Áreas de interés privado (AIP)	
Zonas de carácter turístico	Zonas de Interés Turístico, ZOIT y Centros de Interés Turísticos, CEIT	
	Destinos turísticos SERNATUR	Consolidado
		Emergente
		Potencial
	Atractivos Turísticos SERNATUR	Local
		Regional
Internacional		

Fuente: elaboración propia.

b. Calidad visual del paisaje (adaptación de la metodología del SEIA)

Se ha propuesto una adaptación de la Guía de evaluación de impacto ambiental, valor paisajístico en el SEIA, (SEA, 2013). En esta metodología se comprende al paisaje como la expresión visual en el territorio del conjunto de relaciones derivadas de la interacción de determinados atributos naturales. De esta forma, el paisaje constituye una modalidad de lectura del territorio establecida a partir de los recursos perceptivos del ser humano sobre determinados atributos naturales.

De acuerdo al SEA (2013), “una zona con valor paisajístico es aquella que, siendo perceptible visualmente, posee atributos naturales que le otorgan una calidad que la hace única y representativa”. Esta calidad única y representativa proviene de una determinada combinación de atributos que define el carácter del paisaje. La calidad visual del paisaje se define como el grado de excelencia que éste tiene y se mide a partir de la valoración de sus atributos. Para este caso siempre se van a considerar como unidades de paisajes las SSC, ya establecidas como unidad de trabajo en el estudio. Ya que no se realizaron visitas a terreno para una evaluación caso a caso de las unidades de estudio (SSC), el primer paso fue la identificación y caracterización de los atributos biofísicos en base a la información existente en el sistema de información geográfica (SIG) disponible. En este proceso se eliminaron ciertos atributos y características que establecía la metodología del SEA que no fueron pertinentes o representaron un nivel de detalle que no era requerido de acuerdo a los objetivos que plantea el desarrollo de este OdV.

¹⁰² Oficio Ord. D.E. N° 100143, de 15 de noviembre de 2010, del Servicio de Evaluación Ambiental.

A continuación, se definió el carácter del paisaje de la SSC, éste depende de la macro zona en la que se encuentra y es definido por las condiciones biofísicas respectivas de cada una de las SSC, en este caso se encuentran entre la macro zona centro y sur e islas y canales.

La Tabla 144 describe los atributos biofísicos que comprenden la expresión visual de los componentes bióticos, tales como vegetación y fauna, y los físicos como relieve, agua, suelo y nieve; aquí se encuentran categorizados los elementos que cada atributo debe poseer para asignarle algún valor al paisaje. Finalmente, a través de una ponderación de estos atributos visuales que contribuyen al paisaje con su carácter y que lo hacen único y representativo, se entregan distintas categorías de calidad visual del paisaje: destacada, alta, media y baja. A diferencia de otros OdV, se ha incorporado la categoría “destacada” dentro de las clasificaciones de los resultados, para ser consistente con la guía del SEA (2013) empleada en la metodología.

Tabla 144. Calidad visual del paisaje por atributo de acuerdo a las condiciones biofísicas asociados a la macrozona de las sub-subcuencas de estudio

Atributos	Macrozona	Características que le otorgan calidad visual al paisaje			
		Destacada Valor = 4	Alta Valor = 3	Media Valor = 2	Baja Valor = 1
Relieve	País	Presencia de volcanes y pendientes dominantes sobre el 30%	Colina o cerro isla y pendientes dominantes sobre el 30%	Colina o cerro isla y pendientes dominantes entre un 15 y 30%	Valle, pendientes dominantes bajo un 15%
	Atributo estimado a partir del área de influencia de los volcanes y un modelo de elevación digital del terreno.				
Suelo	País	Rugosidad alta	Rugosidad baja	Rugosidad media	n/a
	Atributo estimado a partir de las formaciones geomorfológicas.				
Agua	Centro ¹⁰³ y sur, islas y canales ¹⁰⁴	Presencia de agua de alta calidad, vegetación ribereña abundante	Presencia de agua de calidad alta, vegetación ribereña no tan abundante	Presencia de agua de calidad media, vegetación ribereña media	Presencia de agua de calidad baja, vegetación ribereña con poca o nula presencia
	<p>Atributo estimado a partir de los OdV 2.4 Calidad de Agua y la OdV 4.1 Vegetación Ripariana, ambos construidos para este mismo estudio.</p> <p>Para la vegetación ripariana se utilizaron los criterios de clasificación en % de cobertura, es decir, se considera destacada cuando la SSC tiene un porcentaje de cobertura superior al 60%; alta cuando la SSC tiene un porcentaje de cobertura entre 50 y 60%; media cuando la SSC tiene un porcentaje de cobertura entre 40 y 50%; y baja cuando la SSC tiene un porcentaje de cobertura menor al 40%.</p>				
Vegetación	Centro	Cobertura sobre el 50%, estrato arbóreo	Cobertura sobre el 50%, estrato arbustivo	Cobertura sobre el 25%, estrato arbustivo o herbáceo	Cobertura menor al 25%, estrato herbáceo
	Sur, islas y canales	Cobertura sobre el 75%, estrato arbóreo	Cobertura sobre el 50%, estrato arbóreo arbustivo	Cobertura sobre el 25%, estrato arbustivo	Cobertura sobre el 25%, estrato herbáceo
Atributo estimado a partir de la información proveniente del Catastro de Bosque Nativo, utilizada en este estudio, se trabajó con los usos 4.2, 3.1 y 3.2, correspondientes a bosque nativo, matorral y praderas, respectivamente.					
Fauna	País	Presencia alta de especies endémicas	Presencia media de especies endémicas	Presencia baja de especies endémicas	Sin presencia de fauna endémica.
	<p>Atributo estimado en función del OdV 1.5 Especies Endémicas, construido para este mismo estudio.</p> <p>Para una probabilidad del 80% de encontrar especies endémicas, se consideró: destacada, SSC con superficies mayores a 70% de cobertura; alta, SSC con superficies mayor o igual a 50% de cobertura; media, SSC con superficies entre 0 y 50 % de cobertura; y baja, SSC con superficies igual a 0 % de cobertura.</p>				
Nieve ¹⁰⁵	Centro	Cobertura sobre el 50%.	Cobertura sobre el 25%.	Cobertura menor a 25%.	n/a
	Sur, islas y canales	Cobertura sobre el 75%.	Cobertura sobre el 50%.	Cobertura menor a 25 %.	n/a
Atributo estimado a partir de la información proveniente del Catastro de Bosque Nativo, utilizada en este estudio, se trabajó con el uso 7.1 correspondiente a nieve.					

¹⁰³ Cuenca del Maipo, Itata, Mataquito, Maule y Biobío.

¹⁰⁴ Cuencas de Imperial, Toltén, Valdivia Bueno, y Yelcho.

¹⁰⁵ Caracterizado por porcentaje de nieves eternas o glaciares dentro de las SSC

Fuente: adaptación Guía Evaluación de Impacto ambiental, valor paisajístico en el SEIA (SEA, 2013).

El resultado de la ponderación de cada uno de los atributos de la Tabla 145 corresponde a las categorías de calidad visual del paisaje. Dichas categorías corresponden a cuatro y se describen a continuación:

Tabla 145: Categorías de calidad visual

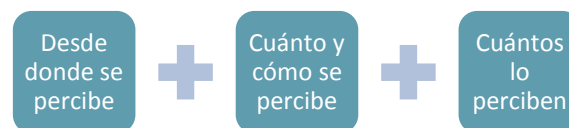
Categoría de calidad visual	Requisitos
Destacada - Valor = 4	Uno o más de sus atributos visuales se valoran como destacados.
Alta - Valor = 3	Más del 50% de los atributos se valoran en la categoría alta. Igualmente, si se valoran los atributos en igual cantidad en las categorías alta y media y ningún atributo en categoría baja, entonces el paisaje presenta una calidad visual alta.
Media - Valor = 2	Más del 50% de los atributos en la categoría media. Igualmente, si se valoran los atributos en las categorías alta y media en igual cantidad y un atributo en la categoría baja, entonces el paisaje presenta una calidad visual media.
Baja - Valor = 1	Más del 50% de los atributos se valoran en categoría baja. Igualmente, si se valoran los atributos en igual cantidad en las categorías media y bajas y ningún atributo en la categoría alta, entonces el paisaje presenta una calidad visual baja.

Fuente: adaptación de la Guía de Evaluación de Impacto Ambiental, valor paisajístico en el SEIA (SEA, 2013).

Cabe señalar que esta metodología dará como resultado que algunas cuencas tengan gran parte de sus SSC con calificación “destacada”. Es el caso de la cuenca del Toltén, donde existe importante presencia de parques y reservas nacionales, además de dos ZOIT de gran extensión, lo que respalda el alto valor de calidad visual que arroja el aplicar este método.

c. Visibilidad

El grado de visibilidad de cada unidad de paisaje, en este caso para cada SSC, se determina mediante el denominado análisis visual o estudio de visibilidad¹⁰⁶:



Este análisis se fundamenta en la determinación de una serie de puntos de observación desde donde se percibe, principalmente, el paisaje. Para ello se deben identificar los principales recorridos y espacios desde donde se observa el paisaje, los que pueden ser estáticos (núcleos de población, áreas recreativas, zonas turísticas, etc.) o dinámicos (principales vías de comunicación). También pueden ser clasificados como principales o secundarios en función del

¹⁰⁶Instrumentos de protección, ordenación y gestión del paisaje de la comunidad autónoma de Valencia, España, en el marco de la Ley Vigente del Convenio Europeo del Paisaje (CEP).

número de observadores potenciales, la distancia y la duración de la visión, y en la delimitación de las cuencas visuales desde cada uno de ellos.

Para delimitar las cuencas visuales se consideraron como puntos de observación los correspondientes puntos de restitución de los derechos de agua no consuntivos (desde ahora y para efectos de este OdV, denominados "potenciales proyectos"). Estas cuencas visuales se interceptaron con las rutas o recorridos escénicos, correspondientes a las vías de comunicación principales, caminos tradicionales o senderos que tienen un valor paisajístico excepcional por atravesar y/o tener vistas sobre paisajes de valor natural, histórico y/o visual.

Las distancias de visibilidad se trazaron desde estas rutas y se relacionaron con la presencia de puntos correspondientes a los proyectos potenciales dentro de las tres categorías de distancia. Así, la visibilidad alta se asigna esta valorización a los proyectos potenciales que se encuentren dentro de los primeros 300 metros de distancias desde las rutas; a su vez la visibilidad media, se asigna a todos los proyectos potenciales que se encuentren entre los 300 a 1.500 metros de distancia desde las rutas, y finalmente se asigna visibilidad baja a todos los proyectos potenciales que se encuentran a más de 1.500 metros de distancia desde las rutas. Cabe destacar que los valores de visibilidad corresponden a Alta=1; Media=2 y Baja=3. Se puede ver que están en función de siguiente criterio: a mayor visibilidad de un proyecto potencial, disminuyen los valores del paisaje, porque un proyecto visible impacta significativamente en desmedro del paisaje.

Tabla 146: Valorización de la visibilidad de un potencial proyecto

Rutas	Valoración de visibilidad		
	Baja (valor=3)	Media (valor=2)	Alta (valor=1)
Rutas Patrimoniales (Ministerio de Bienes Nacionales)	Distancia desde las rutas a más de 1.500 m a un proyecto potencial	Distancia desde las rutas entre 300 a 1.500 m a un proyecto potencial	Distancia desde las rutas hasta 300 m a un proyecto potencial
Sendero de Chile			
Circuito turístico (SERNATUR)			
Caminos Principales			

Fuente: elaboración propia.

La valoración de la visibilidad baja se puntúa con un 3, dado que el potencial proyecto se encuentra más alejado, por lo que altera de menor manera el paisaje. Por el contrario, a la visibilidad alta se le asigna un valor de 1, dado que como el potencial proyecto se encuentra muy cerca, el paisaje se afecta en mayor medida y pierde valor, Así, el valor de visibilidad de cada SSC se calculará en función a la valorización de visibilidad más alta que presenten los proyectos potenciales (Alta, Media o Baja) presentes en la SSC. Es decir, si una SSC presenta proyectos potenciales con valorización de visibilidad de Media y Baja, el valor de visibilidad de la SSC será Media, pues es el mayor valor entre media y baja. Es importante mencionar que el

valor de visibilidad de la SSC, es independiente del número de proyectos existentes dentro de la SSC, y muy sensible al mayor valor de visibilidad de los proyectos existentes en la SSC.

Para las cuencas analizadas los proyectos visibles son: 0 para la cuenca del Toltén, 9 para el Maule y 52 para el Biobío. Para el resto de las SSC se conservará el valor de calidad visual obtenido como valor de paisaje final.

Valorización del paisaje

Se ha seleccionado un conjunto de parámetros para establecer una escala de valorización de paisaje. Como se mencionaba al comienzo, para llegar a un valor de paisaje se debían considerar tres aspectos del paisaje: paisajes consolidados, calidad visual y visibilidad.

Para definir la valorización del paisaje se utilizará el siguiente esquema:

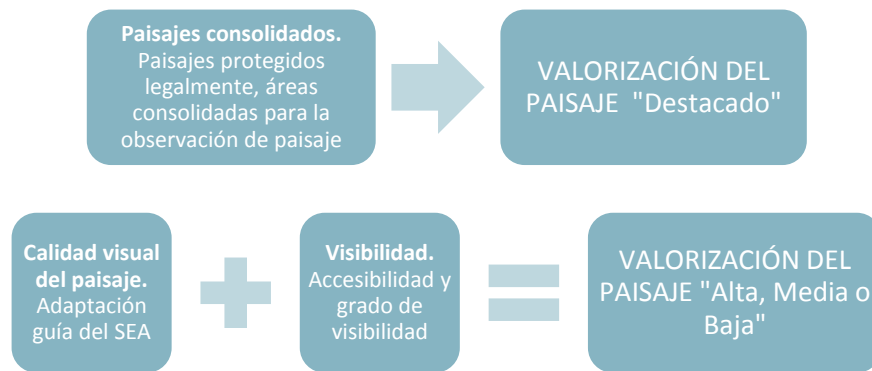


Figura 190. Esquema utilizado para la valorización del paisaje

Fuente: elaboración propia.

Para la calidad visual del paisaje se tiene una valorización de paisajes de valor destacado, alto, medio y bajo, para la visibilidad se tienen valores que responden a una máxima visibilidad, media y baja. Para los paisajes consolidados, se tiene la existencia o inexistencia de las áreas definidas como paisajes consolidados. Todo lo anterior siempre trabajando a nivel de SSC.

En relación a los tres puntos mencionados, es que, si una SSC cuenta con algún atributo caracterizado como paisajes consolidados, inmediatamente pasa a considerarse como destacado valor paisajístico, independiente de la valorización de la visibilidad y valor paisajístico.

Resultados:

El valor paisajístico final de cada SSC es el resultado de cotejar las puntuaciones resultantes de la calidad visual, la visibilidad y la presencia de paisajes consolidados de la siguiente forma:

- Si una SSC tiene un paisaje consolidado destacado, tomará automáticamente una valorización destacada en la categoría de calidad visual.

- En caso contrario, la valorización final será el resultado de valor de la calidad visual más la visibilidad, como muestra la siguiente tabla:

Tabla 147: Categorías de valorización del paisaje

Visibilidad / Calidad visual	Baja Valor = 3	Media Valor = 2	Alta Valor = 1
Destacada Valor = 4	Valorización Destacada	Valorización Destacada	Valorización Destacada
Alta Valor = 3	Valorización Destacada Valor = 6	Valorización Alta Valor = 5	Valorización Media Valor = 4
Media Valor = 2	Valorización Alta Valor = 5	Valorización Media Valor = 4	Valorización Baja Valor = 3
Baja Valor = 1	Valorización Media Valor = 4	Valorización Baja Valor = 3	Valorización Baja Valor = 2

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestra la distribución de los distintos valores de paisaje de las subsubcuencas de cada cuenca estudiada.

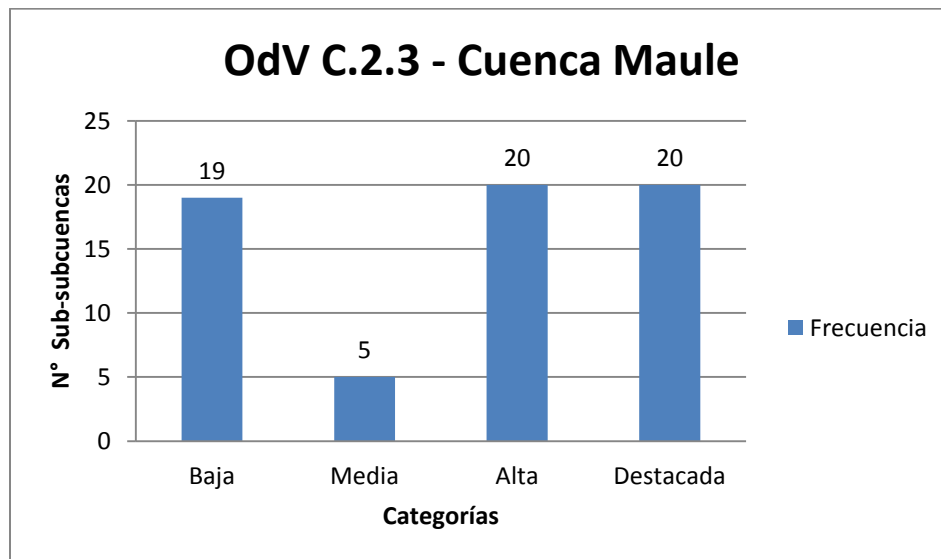


Figura 191. Frecuencia del OdV C.2.3 en las categorías, cuenca del Maule

Fuente: elaboración propia.

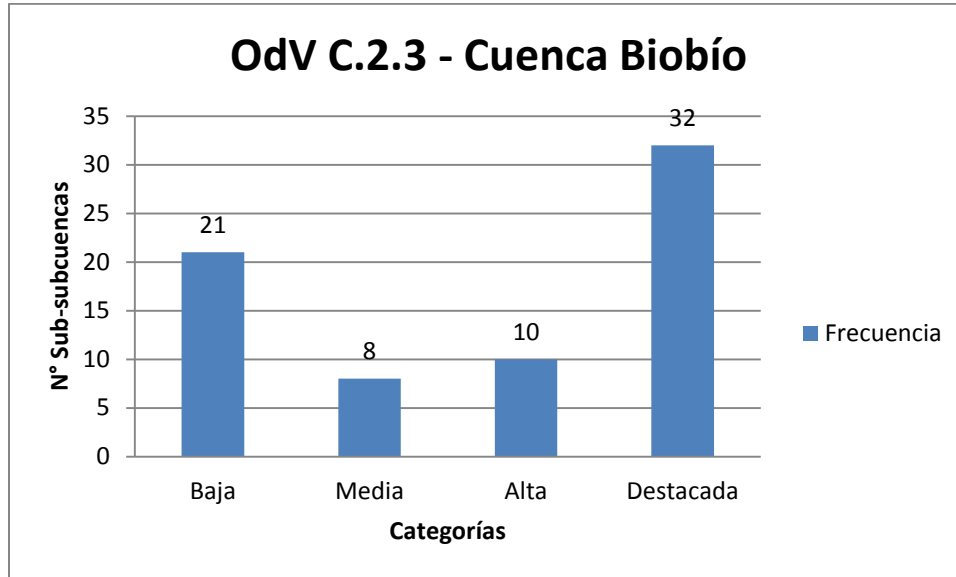


Figura 192. Frecuencia del OdV C.2.3 en las categorías, cuenca del Biobío
Fuente: elaboración propia.

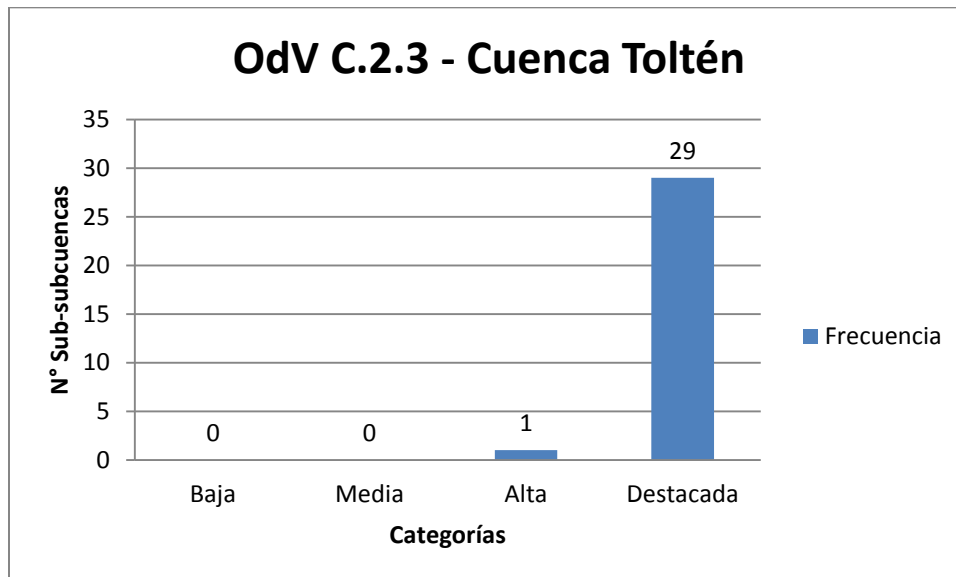


Figura 193. Frecuencia del OdV C.2.3 en las categorías, cuenca del Toltén
Fuente: elaboración propia.

Para el presente OdV se puede señalar que las categorías altas a destacadas se manifiestan en un 63% de las sub-subcuencas de la cuenca del Maule, un 59% de las sub-subcuencas de la cuenca del Biobío y en la totalidad de las sub-subcuencas de la cuenca del Toltén.

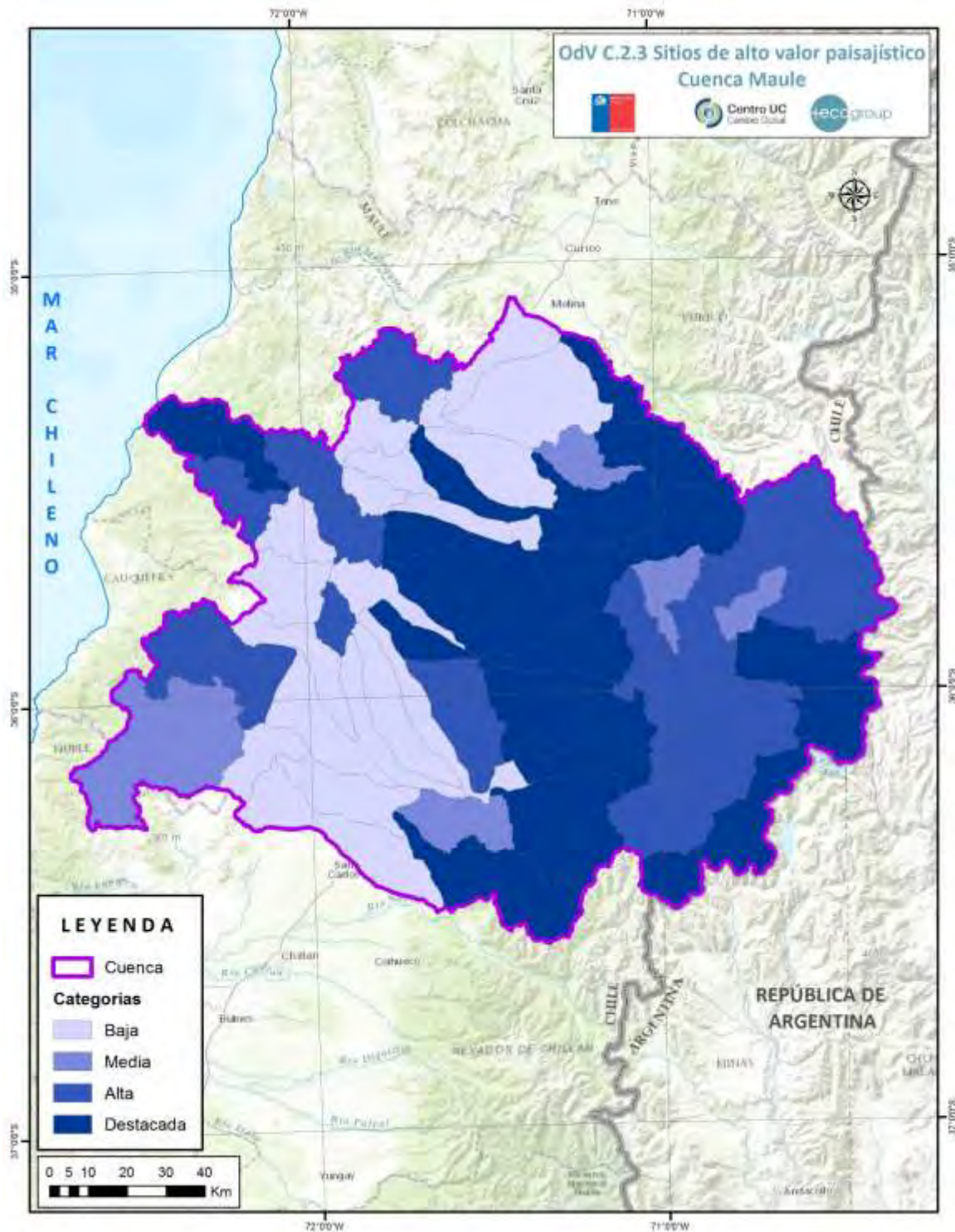


Figura 194. OdV C.2.3 Sitios de alto valor paisajístico, cuenca del Maule

Fuente: elaboración propia en base a datos SERNATUR (2015), CONADI (2014) y MMA (2014).

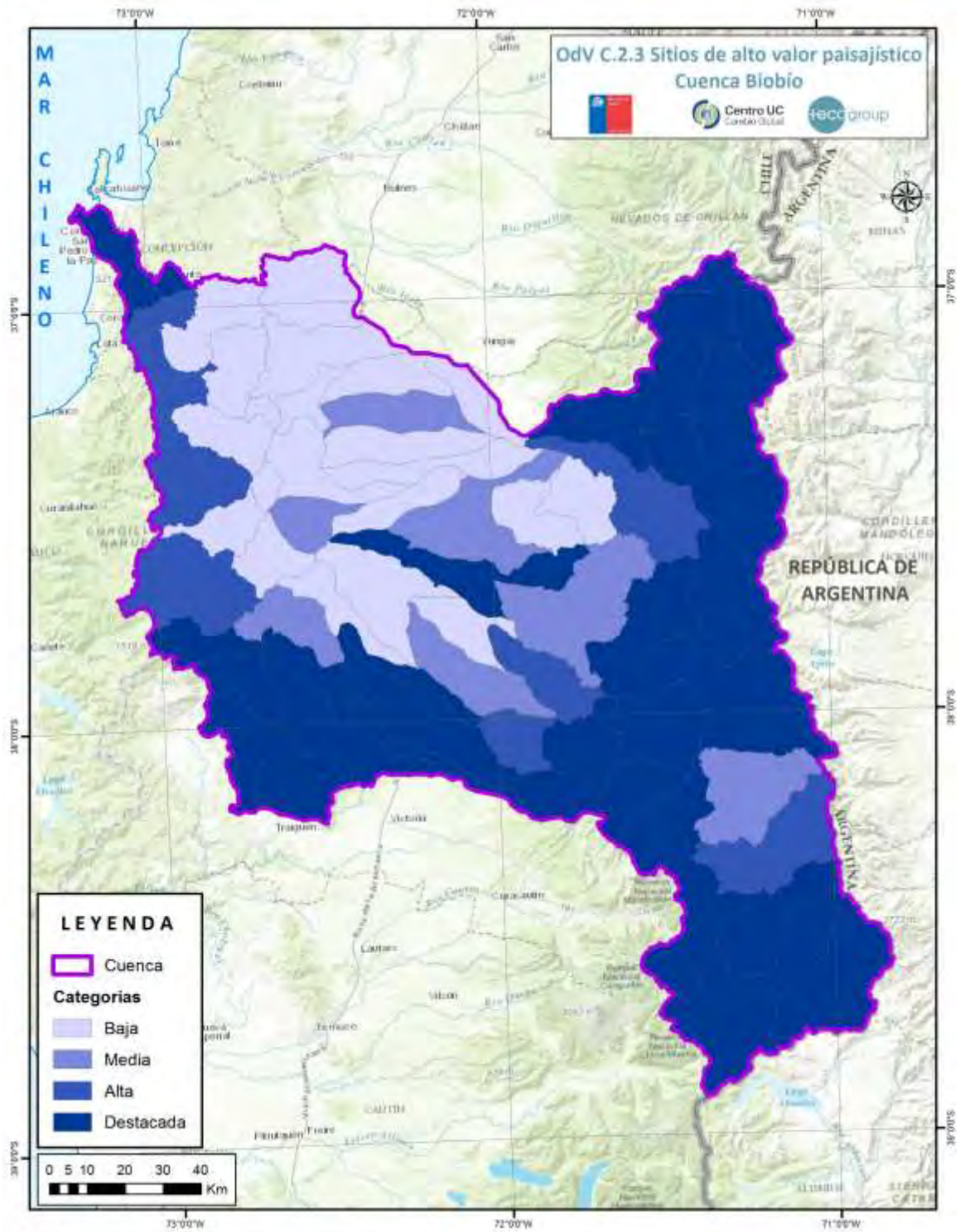


Figura 195. OdV C.2.3 Sitios de alto valor paisajístico, cuenca del Biobío

Fuente: elaboración propia en base a datos SERNATUR (2015), CONADI (2014) y MMA (2014).



Figura 196. OdV C.2.3 Sitios de alto valor paisajístico, cuenca del Tolten

Fuente: elaboración propia en base a datos SERNATUR (2015), CONADI (2014) y MMA (2014).

Análisis:

Como se señaló en la metodología, el OdV se construyó mediante una adecuación de la Guía Evaluación de Impacto Ambiental Valorización Paisajística (SEA, 2013), con la finalidad de utilizar un método objetivo de evaluación del paisaje.

En las cuencas del Maule (ver Figura 191), Biobío (ver Figura 192) y Toltén (ver Figura 193) el OdV está presente en más del 60% de las sub-subcuencas con categorías de alta y destacada valorización del paisaje, evidenciando una alta valorización de estos paisajes por parte de la comunidad y por organismos oficiales, sobre todo en los sectores precordilleranos y cordilleranos, donde también se encuentra el mayor porcentaje de potencial hidroeléctrico por desarrollar. En este contexto cabe mencionar que la cuenca del Toltén presenta casi en su totalidad valor de calidad de paisaje "destacada", implicando el desarrollo de políticas energéticas que apuntar a conjugar elemento para el desarrollo hidroeléctrico y la conservación de la calidad del paisaje en esta cuenca.

La construcción de este OdV podría mejorar si se destinaran recursos suficientes a cubrir las zonas de estudio en terreno y se contara con la disposición de las comunidades a compartir la información que manejan de su territorio. El Anexo XIII: Metodología de recolección de información para OdV C.2.3 describe una propuesta para recolectar información de primera fuente, para ser considerada en casos futuros de estudio de este tema.

5.6 Objetos de Valoración Productivos

5.6.1 Explicación metodológica general para los OdV Productivos

Los OdV productivos se refieren a la presencia de actividades económicas valoradas por la sociedad en cada sub-subcuenca. Naturalmente, es relevante caracterizar esa presencia de los OdV, por lo que se hace necesario construir indicadores que permitan reflejar la importancia relativa del OdV en la sub-subcuenca. Se debe tener en cuenta si la fuente de agua usada por el OdV es subterránea o superficial, ya que en el primer caso los efectos de la actividad de generación hidroeléctrica sobre el OdV pueden no ser tan claros.

De esta manera, los indicadores a construir para los OdV productivos buscan capturar el valor que la actividad económica aporta a la sociedad. En este sentido, un indicador natural sería el valor agregado que estas actividades generan.

Durante el periodo se solicitó información respecto de estadísticas productivas y económicas de los distintos OdV Sociales y Productivos. La búsqueda de información consistió en solicitar: i) actualización de los datos obtenidos en la primera fase; ii) obtención de nuevos datos; y iii) Taller de expertos/entrevistas sectoriales para validación de conflictos con sector hidroeléctrico. Respecto del primer punto se recibió información actualizada del Servicio Nacional de Turismo. En el Anexo X: , se presenta un listado de las instituciones e información solicitada a cada una.

Durante el proceso de recopilación de datos para la construcción de los OdV, los resultados obtenidos para la actividad minera fueron motivo de diálogo y toma de decisiones. En reuniones con autoridades, expertos, la contraparte del Ministerio de Energía y el equipo de la Universidad de Chile, se decidió dejar este OdV fuera del análisis debido a la poca relevancia de la minería en las regiones de estudio. Los informes anuales (Sernageomin, 2013-2014-2015) y el Atlas de Faenas Mineras del 2014 (Sernageomin, 2014) demuestran que no existe producción metálica en la zona de estudio, mientras que la producción no metálica es muy baja y poco relevante en términos económicos, por lo que se decide dejar fuera del cálculo del valor agregado y por ende del proyecto. De esta forma la actividad minera ya no será un Objeto de Valoración a la hora de evaluar el impacto de la generación hidroeléctrica en las cuencas del Maule, Biobío y Toltén. Sin embargo, si la realidad de la actividad minera cambiase, el OdV podría reincorporarse y su metodología de construcción deberá discutirse de acuerdo a los objetivos que se persigan con dicha decisión.

Como una forma de validar la relevancia y potencial conflicto con la generación hidroeléctrica en esta segunda fase se están sosteniendo reuniones con actores de los distintos OdV. En estas entrevistas se relevan las experiencias del sector con los proyectos hidroeléctricos, buscando construir un relato que acompaña los índices a desarrollar para cada OdV. Durante el período se realizaron entrevistas con actores del sector sanitario, agrícola, turismo y acuícola. El resultado

(parcial) de estas entrevistas se presenta en la sección 6.2.3 y en el Anexo IX: Entrevistas Expertos OdV Productivos, se presenta un resumen de cada entrevista.

A continuación, se presenta la metodología y resultados de la construcción de los cinco OdV productivos de este estudio.

Tabla 148. OdV de la clase Productivo

OdV	Nombre
P.1	Producción agrícola
P.2	Producción forestal
P.3	Servicios sanitarios
P.4	Actividad turística
P.5	Actividad acuícola

Fuente: elaboración propia.

5.6.2 OdV P.1: Producción Agrícola

Introducción:

El sector agrícola representa una de las principales actividades económicas en las zonas rurales del centro-sur de Chile. Es una importante fuente de ingresos y trabajo para los habitantes de esta zona. Adicionalmente, como esta actividad se basa principalmente en el uso del suelo y agua para riego, la generación hidroeléctrica podría interferir tanto con los terrenos agrícolas como afectar sus fuentes hídricas para el riego. Por estas razones se ha incluido la producción agrícola como un objeto de valoración en el análisis del impacto que podría tener la generación hidroeléctrica. Este OdV de producción agrícola mide el valor económico generado por el sector agrícola en cada sub-subcuenca.

Tabla resumen:

Tabla 149. Resumen OdV P.1

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
P.1	Producción Agrícola	Valor agregado en millones de pesos por km ² generado por el sector agrícola	Hectáreas de cultivo por distrito censal, Censo Agropecuario (INE-ODEPA, 2007) Catastro Bosque Nativo, CBN (CONAF, 2006)	Variable Directa

en la sub-
subcuenca.

Fichas técnico-económicas de cultivos
(ODEPA, INFOR y otros, varias fechas)

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Para la construcción de este OdV se requieren datos de las plantaciones y por otro lado del valor económico que genera cada plantación. A pesar de que el último censo agropecuario disponible es de 2007, esta es la única fuente de información con el nivel de detalle requerido para este análisis. El censo entrega las superficies de cada cultivo para diferentes rubros (hortalizas, frutales, forrajeros, entre otros) por distrito censal. Luego, para asignar un valor económico se utilizan fichas técnico-económicas de los distintos rubros generadas por diferentes organismos públicos (por ej. ODEPA e INFOR). Estas fichas contienen información sobre rendimientos, costos y precios para distintos cultivos en el país.

Utilizando la superficie (en hectáreas) que cada cultivo ocupa en cada distrito censal (DC), se calcula la superficie agregada por rubro para cada DC. Luego con los datos de las fichas económicas se calcula el valor agregado por hectárea para cada rubro por Región (Maule, Biobío y la Araucanía). Este valor se multiplica por la superficie de cada rubro en cada DC de las tres regiones. Luego se suman los valores agregados totales de cada rubro por distrito censal, obteniéndose un valor agregado agrícola por DC.

Para obtener los valores agregados a nivel de sub-subcuenca el valor agregado de cada DC se asigna a la o las SSC correspondientes de acuerdo a la proporción de superficie superpuesta. Así, por ejemplo, si una SSC contiene un DC completo se asigna el 100% de su valor a esta SSC, pero si un DC se superpone en partes iguales en tres SSC, cada una de ellas recibe un tercio del valor agregado de la comuna. Luego se suman los valores agregados por todos los DC a cada SSC, obteniéndose el valor agregado agrícola total para cada SSC.

Para traspasar este valor a nivel de sub-subcuenca se reparte homogéneamente el valor agregado por todo el distrito. Luego se corta la capa de distritos censales para que calce con la de sub-subcuencas. Por último, se suma el valor agregado de cada "parte" del distrito para construir el valor agregado a nivel de cada sub-subcuenca. A continuación, se presenta una imagen explicativa del método utilizado para homologar ambas capas (Figura 197). Utilizando la imagen como ejemplo, esta sub-subcuenca atraviesa tres distritos censales diferentes, sin embargo, no los cubre enteros. Como solo cubre el 40%, 80% y 65% de los distritos respectivamente, el valor agregado para esta sub-subcuenca será igual a:

$$\text{Valor Agregado SSC} = 0.40 * VA_{DC1} + 0.80 * VA_{DC2} + 0,65 * VA_{DC3}$$

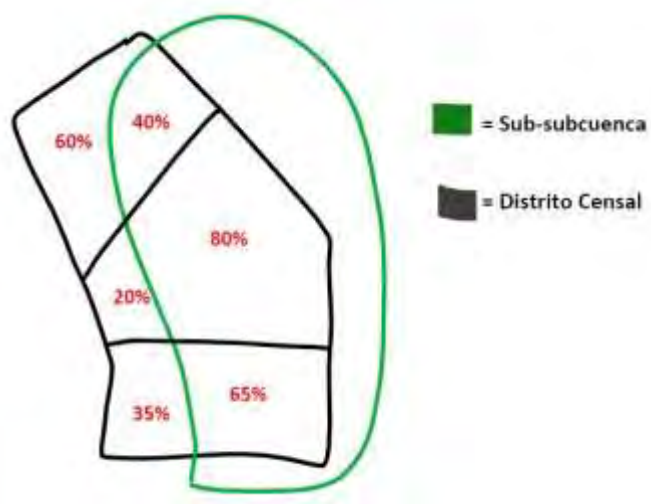


Figura 197. Intersección entre sub-subcuencas y distritos censales.

Fuente: elaboración propia.

Teniendo ya construido el valor agregado de la producción agrícola a nivel de sub-subcuenca se divide este valor por el área de la sub-subcuenca (km^2) y también por 1.000.000. De esta forma se obtiene como resultado final el valor agregado por km^2 en millones de pesos para cada sub-subcuenca. Con estos datos se procede a ubicar cada sub-subcuenca en una categoría (No se identifica, Baja, Media y Alta) según su valor agregado. Estas categorías se construyen a partir de la distribución de los datos a nivel de cuenca utilizando la división en terciles de estos sin considerar aquellos donde el valor agregado es cero. Los detalles y resumen de los valores y observaciones por categoría encontradas se resumen en la siguiente tabla.

Resultados:

Tabla 150. Resumen de los valores y observaciones por categoría - OdV P.1

Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral (inferior) categorías			
				(Número de SSC)			
				No se identifica	Baja	Media	Alta
Maule	0,191	3.300.000	93.257	0 (0)	0,191 (22)	3,955 (21)	65,424 (21)
Biobío	0,001	220	31,44	0 (0)	0,001 (24)	6,773 (24)	33,633 (23)
Toltén	1,197	150	45,13	0 (0)	1,197 (10)	12,427 (11)	67,23 (9)

Fuente: elaboración propia.

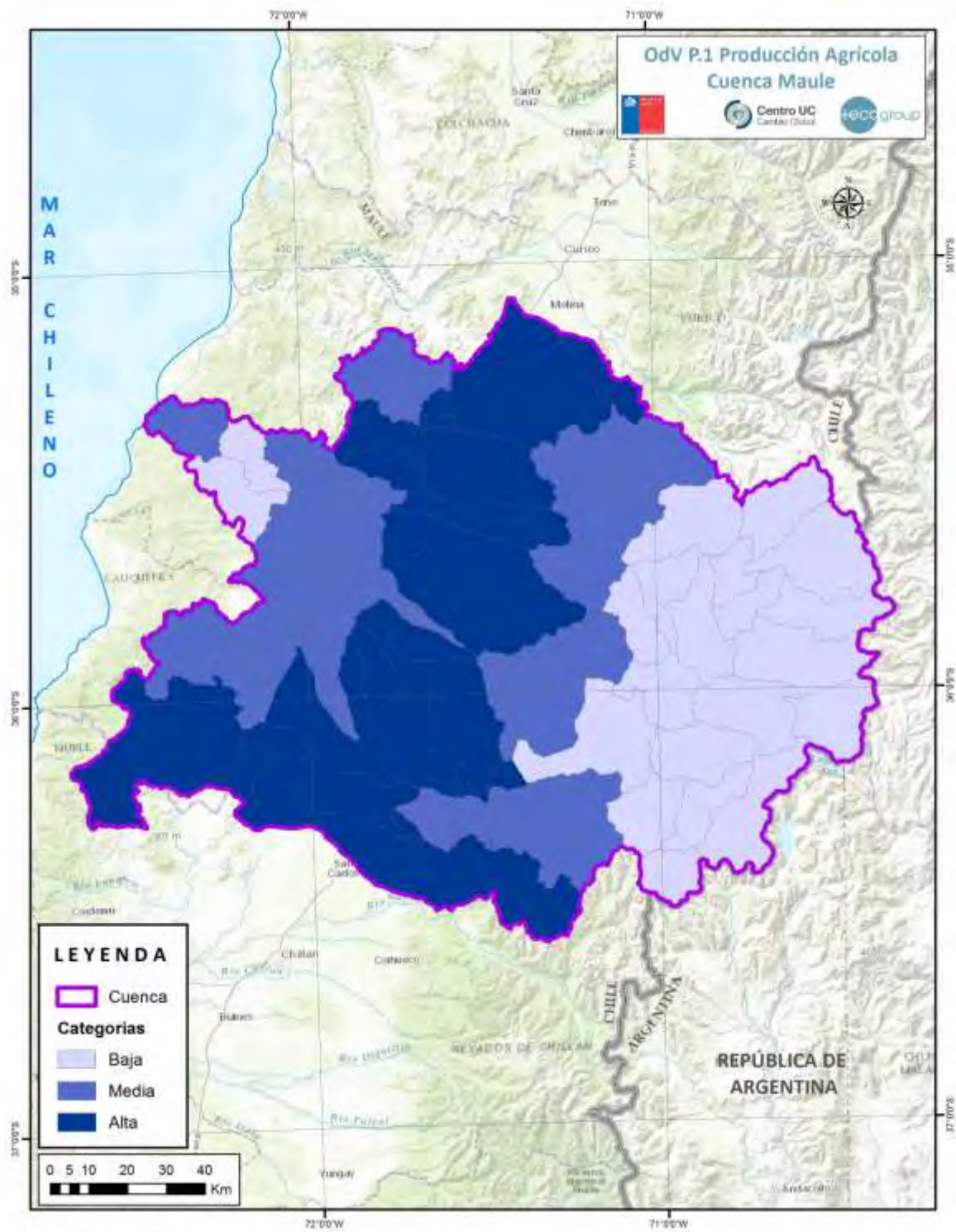


Figura 198. Producción Agrícola, cuenca del Maule
Fuente: elaboración propia.

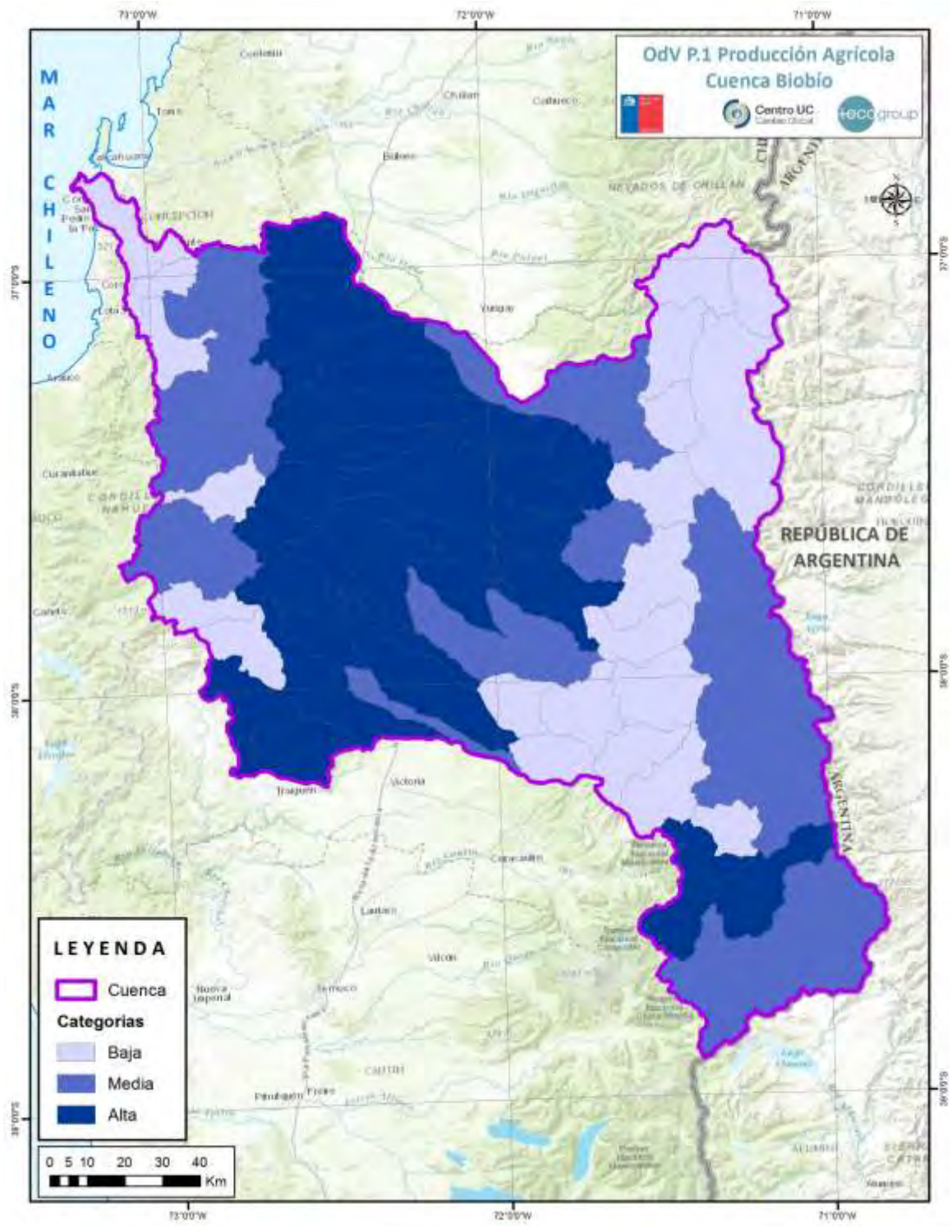


Figura 199. Producción Agrícola, cuenca del Biobío
Fuente: elaboración propia.

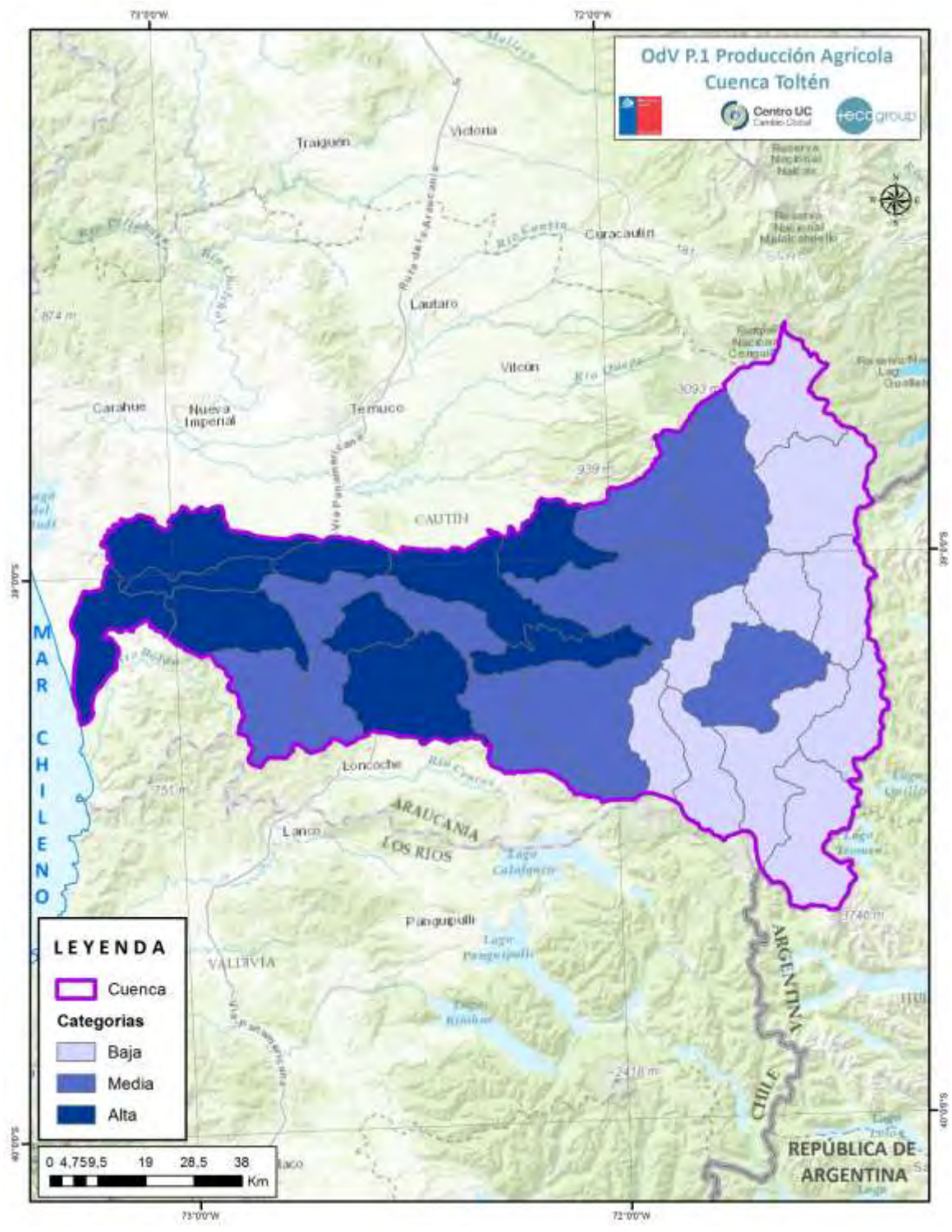


Figura 200. Producción Agrícola, cuenca del Toltén
Fuente: elaboración propia.

Análisis y recomendaciones:

Tanto para la cuenca del Maule como para la del Biobío y Toltén la mayor producción agrícola, es decir, el mayor valor agregado, se ubica en el centro de la cuenca. Si bien existe presencia del OdV en todas las sub-subcuencas, el núcleo principal (categoría alta) se ubica siempre en el territorio central. Este fenómeno concuerda con la distribución de la productividad agrícola de las tierras. Se puede considerar como excepción la zona cordillerana de la cuenca del Biobío.

En las etapas iniciales de construcción de este OdV, se consideró la opción de incluir en el análisis la información entregada por el Catastro de Bosque Nativo realizado por CONAF. Esta fuente entrega la ubicación geográfica de los cultivos y plantaciones forestales. Luego de un análisis y del contraste de esta fuente con el Censo Agropecuario se decidió no utilizarla debido a que las diferencias entre ambas fuentes eran sustanciales. El Censo Agropecuario fue seleccionado por contener el detalle de rubros requerido para este OdV. Sin embargo, pensando en el desarrollo futuro de esta investigación y en la eventual repetición tanto del CBN como del censo se estima pertinente dejar a modo de consideración el uso de esta fuente ya que permitiría una localización más detallada de los cultivos al interior de los distritos censales. De esta forma se podrían construir mapas que revelen de forma más detallada la presencia de valor agregado agrícola en una determinada zona. Hasta que estos nuevos datos no sean generados, y las fuentes no sean similares, la metodología utilizada es la más adecuada para indicar el valor agregado generado por el sector agrícola.

5.6.3 OdV P.2: Producción Forestal

Introducción:

El sector forestal está entre los rubros de mayor relevancia económica en las cuencas involucradas en este estudio. Las plantaciones forestales compiten directamente en el uso de suelo con las potenciales zonas de desarrollo hidroeléctrico, por lo que la producción forestal debe ser incluida entre los OdV. En las cuencas de estudio, la producción forestal se concentra principalmente en el cultivo de dos especies: pino y eucaliptus. El valor económico generado por la producción de estas especies para cada cuenca es determinante para el desarrollo de la región y su cuantificación necesaria para ser analizado como condicionante al desarrollo hidroeléctrico. Este OdV mide el valor agregado aportado por la producción forestal en cada sub-subcuenca.

Tabla resumen:**Tabla 151. Resumen OdV P.2**

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
P.2	Producción Forestal	Valor agregado, en millones de pesos por km ² , generado por la actividad forestal en la sub-subcuenca.	Hectáreas de cultivo por distrito censal, Censo Agropecuario (INE-ODEPA, 2007) Catastro Bosque Nativo, CBN (CONAF, 2006) Fichas técnico-económicas de cultivos (ODEPA, INFOR y otros, varias fechas)	Variable Directa

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Este OdV se construye a partir de datos extraídos desde INE, ODEPA e INFOR y en menor medida de otras fuentes. Los datos del Censo Agropecuario (2007) entregan la superficie de plantación forestal para diferentes especies. El nivel de detalle son hectáreas por comuna. A partir de fichas técnicas para estas plantaciones forestales se calculan costos, rendimientos y precios para llegar al valor agregado.

Utilizando la información contenida en las fichas técnicas se calcula en primera instancia un valor agregado para cada por Región (Maule, Biobío y la Araucanía) según si la plantación es de pino o eucaliptus. La superficie correspondiente a otras especies forestales (roble, raulí, etc.) son repartidas proporcionalmente hacia las mencionadas inicialmente. Esto se debe a la muy baja presencia y la falta de información técnica del valor agregado que generan. De esta forma la información se presenta como las plantaciones en hectáreas de pino o eucaliptus en cada comuna. Multiplicando la superficie por el valor agregado dado para cada Región (Maule, Biobío y la Araucanía) (según especie) y agregado para ambas especies se obtiene un valor agregado total por comuna.

El proceso por para transformar los datos de valor agregado por comuna en valor agregado por sub-subcuenca (sub-subcuenca) se realiza a través de la misma metodología utilizada en el OdV P.1 Producción Agrícola, la cual fue detallada en esa sección. Terminado este proceso de sobreponer las capas, cortarlas y luego agregar los valores se obtiene un valor agregado para cada sub-subcuenca. Luego este valor calculado se divide por la superficie total de la sub-subcuenca para tener un valor por unidad de superficie. Dividiendo nuevamente este valor agregado en pesos por km² en un millón se obtiene el resultado final el cual entrega el valor agregado en millones de pesos por km² para cada sub-subcuenca.

Una etapa adicional consistió en clasificar cada sub-subcuenca según el nivel de presencia de producción forestal. Con este fin se excluyen del análisis las sub-subcuencas donde no se identificó producción alguna. Luego, con las restantes se calculan los terciles de la distribución que definirán los umbrales para la clasificación en las tres categorías (baja, media y alta) que son las que se utilizarán para cada OdV en este capítulo.

Resultados:

Tabla 152. Resumen de los valores y observaciones por categoría - OdV P.2

Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral (inferior) categorías (Número de SSC)			
				No se identifica	Baja	Media	Alta
Maule	0	15,297	1,85	0 (17)	$4,90 \times 10^{-3}$ (16)	0,756 (16)	2,241 (15)
Biobío	0	17,761	4,73	0 (8)	$1,66 \times 10^{-3}$ (21)	2,179 (22)	8,293 (20)
Toltén	0	8,792	1,418	0 (1)	$4,15 \times 10^{-5}$ (10)	0,306 (10)	1,093 (9)

Fuente: elaboración propia.

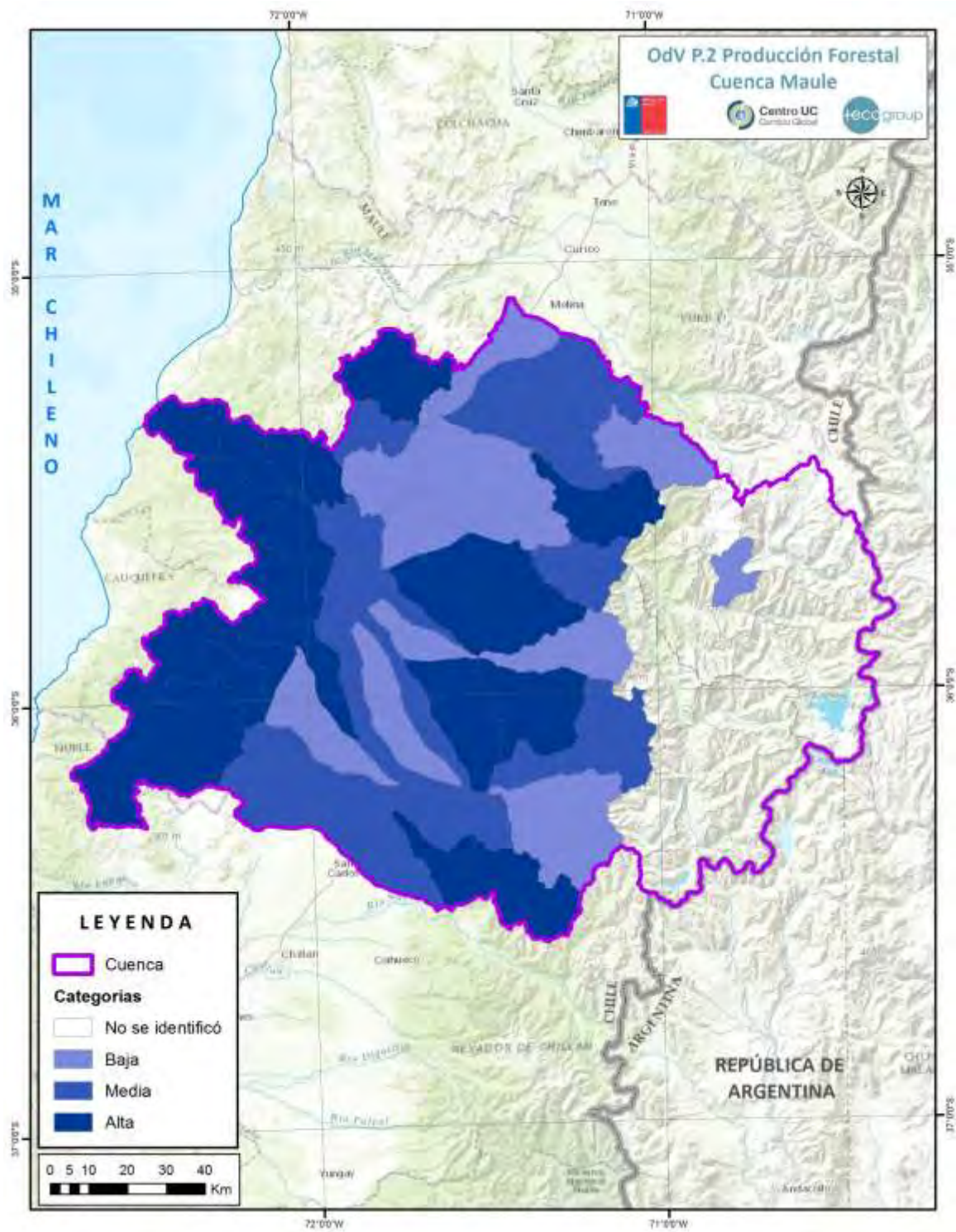


Figura 201. Producción Forestal, cuenca del Maule
Fuente: elaboración propia.

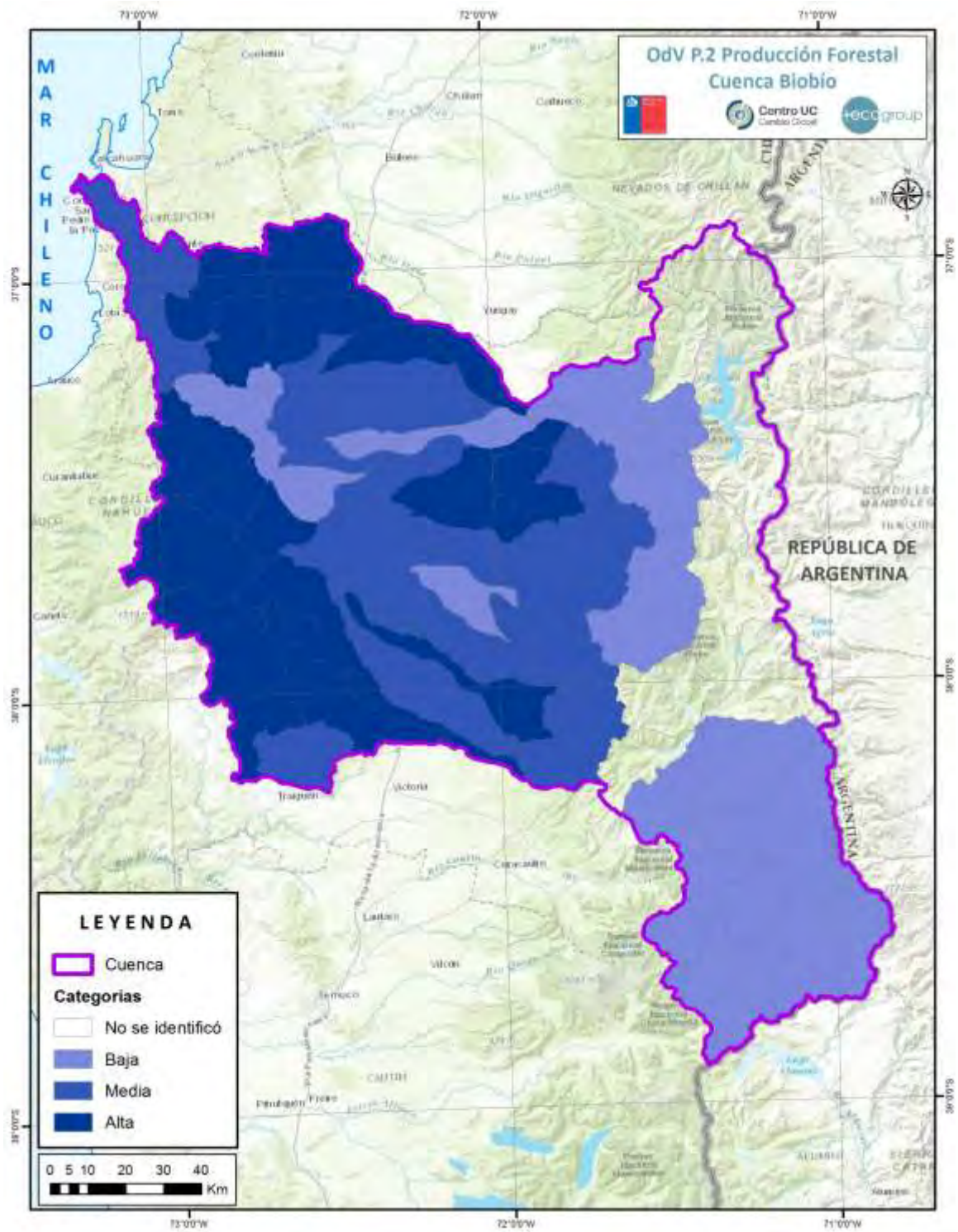


Figura 202. Producción Forestal, cuenca del Biobío
Fuente: elaboración propia.

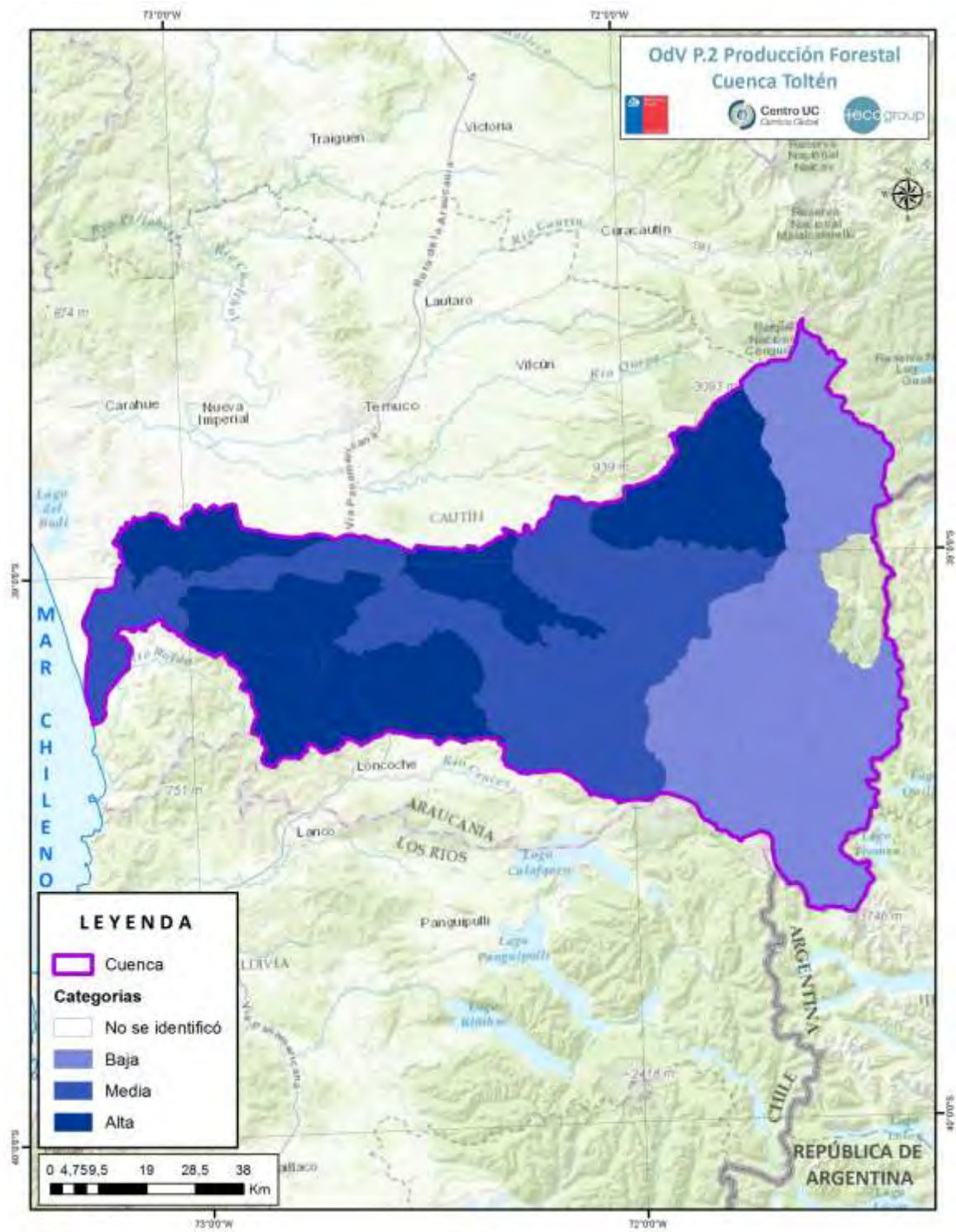


Figura 203. Producción Forestal, cuenca del Toltén

Fuente: elaboración propia.

Análisis y Recomendaciones:

Desde los resultados obtenidos se puede entender la producción forestal como una actividad común a lo largo de las tres cuencas de estudio. Para la zona del Maule la producción está concentrada en zonas alejadas de terrenos montañosos y de difícil acceso. Aunque se identifican varias sub-subcuencas con estas características, el OdV está ausente en bastantes de ellas. Sin embargo, sigue habiendo considerable actividad en la zona central y extremos ponientes de la cuenca llegando incluso sobre los 15 millones por km² en algunas sub-subcuencas. La realidad de la cuenca del Biobío es similar en cuanto a máximos, sin embargo, en promedio en esta cuenca la producción forestal es mayor. Por último, la cuenca del Toltén presenta una producción más homogénea, sin volúmenes muy altos por sub-subcuenca pero con producciones relevantes en gran parte de éstas.

Como se menciona en la sección de este documento que describe el OdV de producción agrícola, existe una capa generada a partir del catastro de bosque nativo que permite ubicar geográficamente el territorio ocupado por plantaciones forestales con mayor exactitud que el censo agropecuario. Habiendo hecho el análisis comparativo entre ambas fuentes y considerando las irregularidades que pueden surgir utilizando el catastro se decidió solo considerar el Censo Agropecuario como fuente del tamaño de la producción. Sin embargo, en el futuro podría utilizarse esta fuente de información.

5.6.4 OdV P.3: Servicios Sanitarios

Introducción:

El suministro de agua potable y alcantarillado cumple un rol esencial en la conformación de asentamientos urbanos y el desarrollo de comunidades. Sin embargo, en muchos casos esta actividad representa un negocio que genera valor y puede entrar en directa disputa de las aguas superficiales con el desarrollo hidroeléctrico. Este OdV mide el valor agregado producido por las empresas que prestan este servicio en cada sub-subcuenca.

Tabla resumen:

Tabla 153. Resumen OdV P.3

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
P.3	Servicios Sanitarios	Valor Agregado, en millones de pesos por km ² , generado por la actividad en servicios	Sistema Información Territorial (SIT), Territorio Operacional y Plantas (SISS, 2015) Contabilidad regulatoria e información financiera de empresas	Variable Directa

sanitarios para (SISS y empresas involucradas, 2014)
cada sub-
subcuenca. Registro clientes por empresa (SISS, 2014)

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

La principal fuente para la construcción del OdV es la SISS. Se utilizaron los registros de las empresas de servicios sanitarios en los casos donde no se encontró suficiente información económica y financiera. El SIT entrega la ubicación geográfica del territorio operacional de cada empresa en las zonas relevantes para el estudio. Luego, a partir de los registros de clientes se obtiene el número de clientes asociados a cada empresa que opera en la zona. Por último, los documentos regulatorios y financieros entregan datos económicos suficientes para calcular precios, costos, rendimientos y llegar así al valor agregado.

Debido a la falta de información y la poca relevancia en cuanto al tamaño (económico y número de clientes) de algunas empresas, se decidió dejar fuera del análisis ciertas empresas. Por lo tanto, solo se consideran las cuatro grandes empresas de servicios sanitarios de la zona que aportan más del 98% de la producción económica de rubro. Utilizando los registros económicos tanto de la SISS como de estas empresas se procede a calcular el valor agregado por cliente y total de cada empresa. Para anexar este valor a la ubicación geográfica de estas plantas se hizo una repartición homogénea de los clientes y por ende del valor agregado de cada empresa en su territorio operacional. Con esto se tiene el valor agregado total y por cliente para cada territorio operacional. El proceso de traspaso desde el territorio operacional hacia la sub-subcuenca se realizó utilizando la misma metodología empleada en los otros OdV Productivos que se encuentra detallada en la sección OdV P.1. Producción agrícola y que refiere a cortar ambos mapas, distribuir el valor agregado y luego agregar según sub-subcuenca. Dividiendo el resultado obtenido por un millón y por la superficie total en km^2 de la sub-subcuenca se obtiene el resultado final, el cual entrega el valor agregado en millones de pesos por km^2 para cada sub-subcuenca.

Terminado el cálculo del valor agregado se procede a clasificar en cuatro categorías a las sub-subcuencas según la presencia de valor agregado generado por servicios sanitarios. Estas categorías son las mismas que en los otros objetos de valoración productivos: no se identifica, baja, media y alta. Las últimas tres categorías se calculan a partir de los terciles de la distribución sin incluir en esta las sub-subcuenca donde el OdV no se ha identificado.

Resultados:

Tabla 154. Resumen de los valores y observaciones por categoría - OdV P.3

Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral (inferior) categorías (Número de SSC)			
				No se identifica	Baja	Media	Alta
Maule	0	2,395	0,106	0 (47)	0,011 (6)	0,147 (6)	0,421 (5)
Biobío	0	3,217	0,125	0 (40)	8,94x10 ⁻⁴ (11)	0,115 (10)	0,233 (10)
Toltén	0	1,055	0,109	0 (22)	0,072 (3)	0,299 (3)	0,602 (2)

Fuente: elaboración propia.

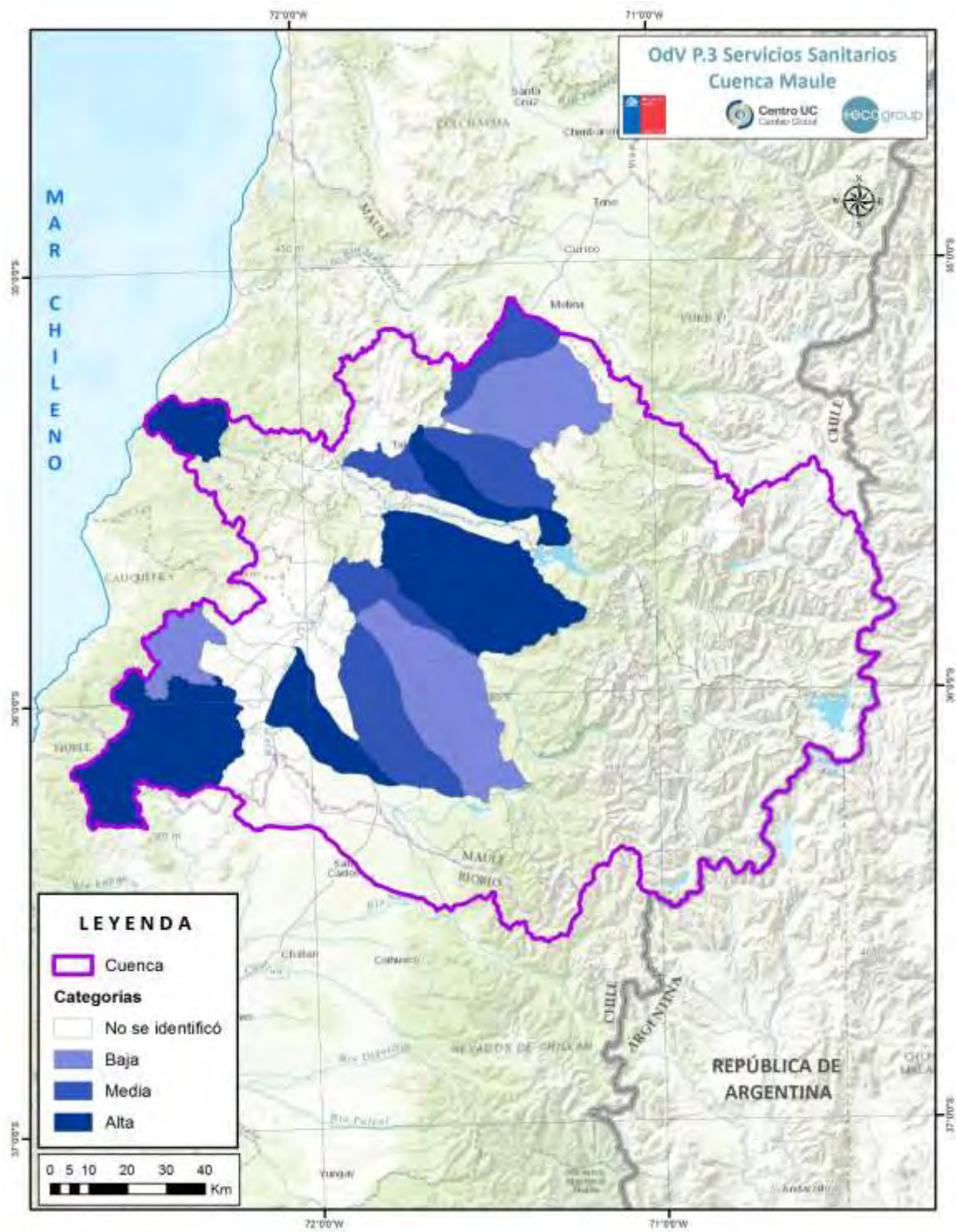


Figura 204. Servicios Sanitarios, cuenca del Maule
Fuente: elaboración propia.

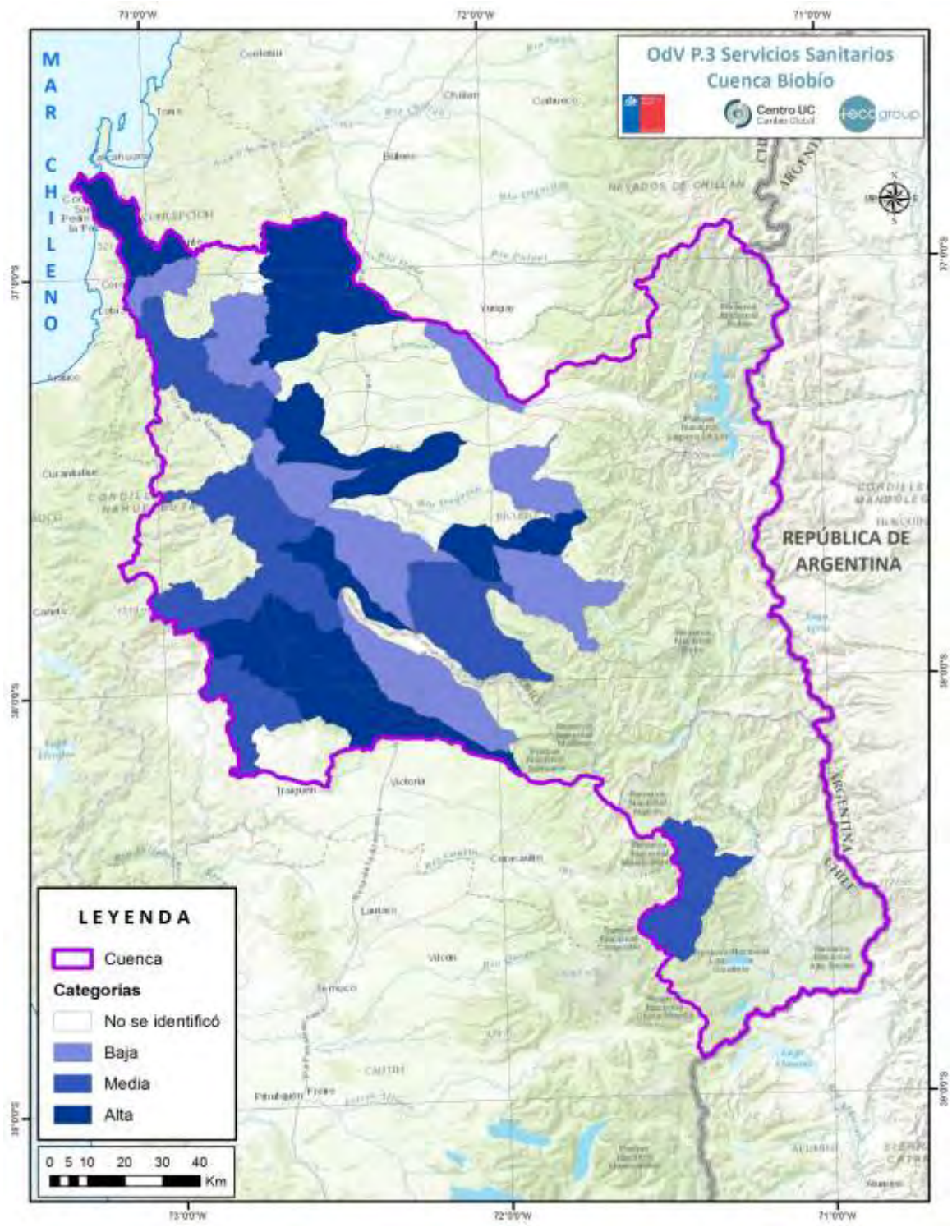


Figura 205. Servicios Sanitarios, cuenca del Biobío
Fuente: elaboración propia.

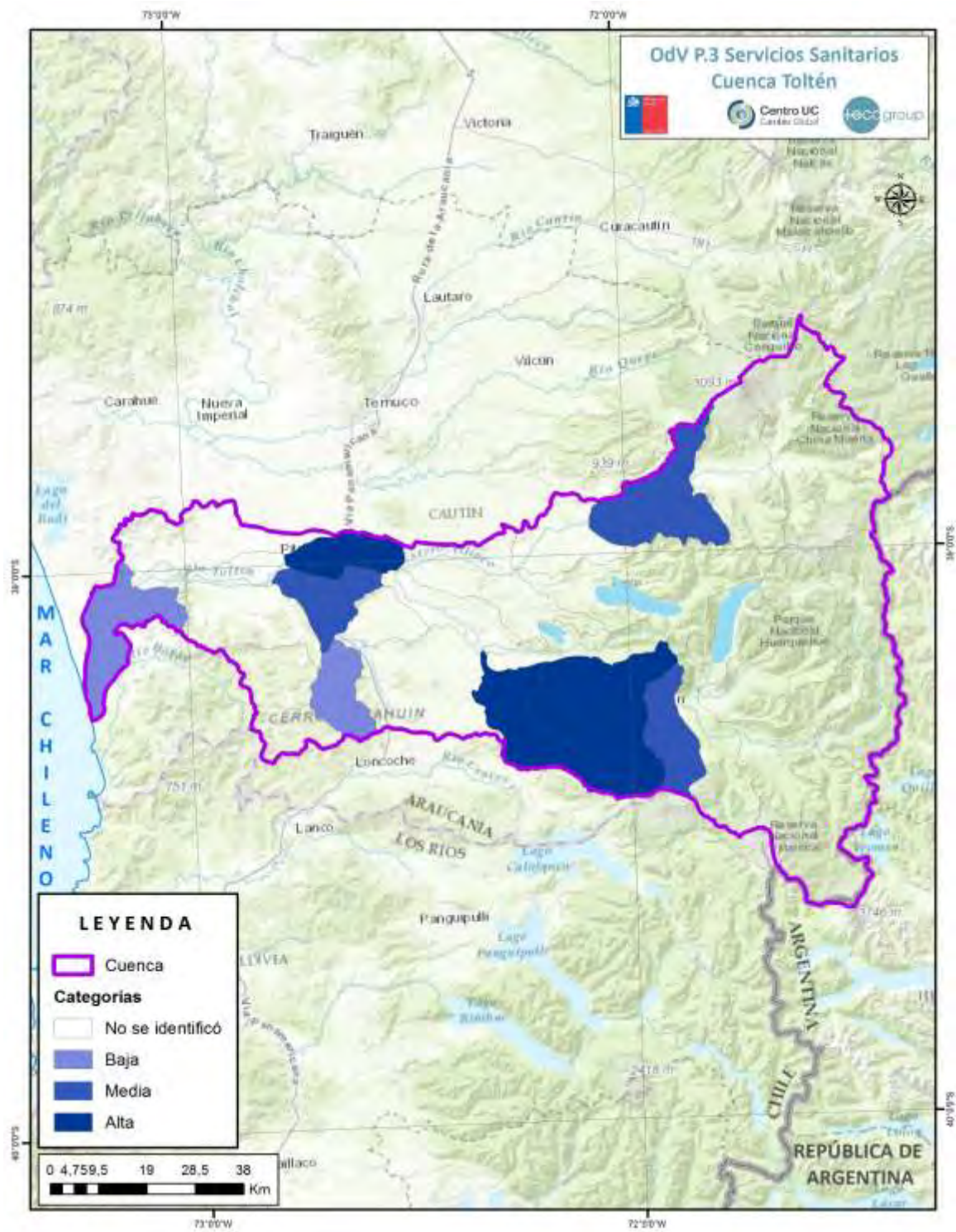


Figura 206. Servicios Sanitarios, cuenca del Tolten

Fuente: elaboración propia.

Análisis y Recomendaciones:

Como se aprecia en los mapas, el valor económico de este OdV se concentra en zonas muy específicas. Esto se debe a que esas zonas son las con concentración urbana por lo tanto son las que están bajo la operación de las empresas de agua potable pagando por recibir el servicio y generando valor agregado. Si bien el valor agregado es menor comparado con otros sectores productivos, este OdV permite tener una imagen clara del territorio operacional de las empresas (mapas), el peso económico de éstas y las zonas donde podría haber diferencias de interés a la hora de analizar un desarrollo hidroeléctrico.

Es importante destacar que una de las capas utilizadas es la del territorio operacional de las empresas de agua potable. Teniendo esta capa el valor agregado puede ser asignado geográficamente a estos territorios y no a las sub-subcuencas, entregando posiblemente un resultado más específico en el análisis de los servicios sanitarios. Debido al propósito del estudio y debido a que presentar los mapas de esta forma generaría confusiones a la hora del análisis en conjunto a los otros OdV se decidió mantener el sistema de categorías a nivel de sub-subcuencas. Sin embargo, estos datos permitirían en una futura investigación un análisis territorial a una escala menor que la sub-subcuenca.

5.6.5 OdV P.4: Actividad Turística

Introducción:

La actividad turística es, en muchos sectores, una actividad económica fundamental para el sostenimiento de la comunidad. Como tal, su valor radica en el aporte económico a las comunidades locales que dependen, en algún grado, de las ganancias del turismo. Por otra parte, se ha manifestado en repetidas ocasiones un conflicto entre el interés turístico y el desarrollo hidroeléctrico, por lo cual resulta importante analizar el eventual impacto que generaría el desarrollo de potencial hidroeléctrico en la zona. Por estas razones este OdV considera el valor económico generado por el turismo, incluyendo hotelería, gastronomía y otras actividades, de acuerdo con lo que se considera actividad turística en las cuencas nacionales.

Tabla resumen:

Tabla 155. Resumen OdV P.4

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
P.4	Actividad Turística	Valor Agregado, en millones de	Estadísticas de Alojamientos Turísticos (INE, 2014)	Variable Directa

pesos por km ² , generado por la actividad turística en la sub-subcuenca.	Cuentas Satelitales de Turismo (Sernatur, 2003-2006) Anuario de Turismo (Sernatur, 2014)
--	--

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

La construcción de este OdV se realiza a partir de tres fuentes de datos de INE y SERNATUR. En primer lugar, se utilizó el número de pernoctaciones en establecimientos de alojamiento turístico para cada comuna presente en las cuencas del Maule, Biobío y Toltén publicados en el Informe de Establecimientos Turísticos (INE, 2014). Este informe entrega datos que permiten diferenciar si la pernoctación fue de un turista nacional o extranjero. Desde el Anuario de Turismo de 2014 (SERNATUR, 2014) se obtiene el gasto promedio para extranjeros y chilenos medido en pesos chilenos de 2014.

Para obtener el valor agregado total por comuna por actividad turística se multiplicó la cantidad total de pernoctaciones en un año (2014) para cada comuna por el gasto promedio diario de turistas nacionales y extranjeros. Como este valor representa las ventas del sector es necesario llevarlo a valor agregado. Ante la ausencia de datos detallados de producción, se multiplicó este valor por el coeficiente que representa el valor agregado sobre las ventas, a nivel nacional, obtenido de las cuentas satelitales de turismo (SERNATUR, 2003-2006). De esta manera se obtuvo el valor agregado total de la actividad turística por comuna. Para obtener los valores agregados a nivel de sub-subcuenca el valor agregado de cada comuna se asigna a la o las SSC correspondientes de acuerdo a la proporción de superficie superpuesta. Así, por ejemplo, si una SSC contiene una comuna completa se asigna el 100% de su valor a esta SSC, pero si una comuna se superpone en partes iguales en tres SSC, cada una de ellas recibe un tercio del valor agregado de la comuna. Luego se suman los valores agregados por todas las comunas a cada SSC, obteniéndose el valor agregado turístico total para cada SSC.

Finalmente, se divide el valor agregado de cada SSC por su superficie y por 1.000.000 para obtener una medida de valor agregado por kilómetro cuadrado en millones de pesos y se clasifica cada SSC según el nivel de presencia del OdV. Las cuatro categorías de presencia son: no se identifica (cuando el valor agregado por km² es cero), baja, media o alta. Los umbrales que definen las categorías baja, media y alta se deciden a partir de la distribución de los datos dentro de cada cuenca, asignando estos umbrales para cada tercil de la distribución dejando fuera los valores igual a cero.

En la tabla a continuación, se presentan los umbrales para cada categoría por cuenca; los valores bajo cada categoría representan el menor valor dentro de la categoría y el valor en paréntesis es

el número de SSC que fueron clasificadas en esa categoría. Además, se presentan los valores máximo, mínimo y promedio del valor agregado en millones de pesos chilenos por km².

Resultados:

Tabla 156. resumen de los valores y observaciones por categoría - OdV P.4

Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral (mínimo) categorías			
				(Número de SSC)			
				No se identifica	Baja	Media	Alta
Maule	1,08x10 ⁻⁶	1,445	0,168	0(0)	1,08x10 ⁻⁶ (22)	0,075(21)	0,158(21)
Biobío	3,79x10 ⁻⁶	14,431	0,473	0(0)	3,79x10 ⁻⁶ (24)	0,020(24)	0,092(23)
Toltén	0	3,146	0,747	0(2)	0,0004(10)	0,056(9)	0,734(9)

Fuente: elaboración propia.

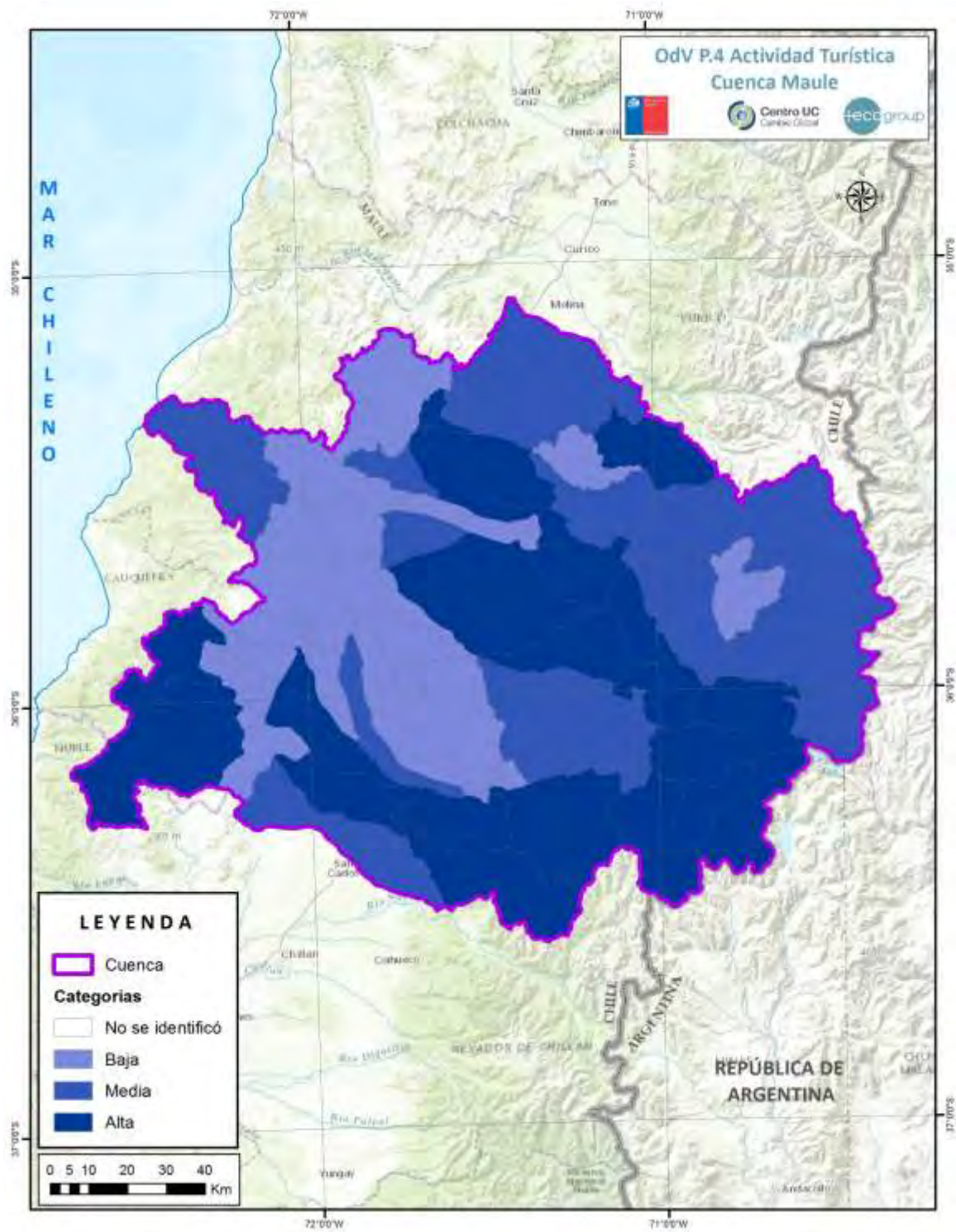


Figura 207. Actividad Turística, cuenca del Maule
Fuente: elaboración propia.

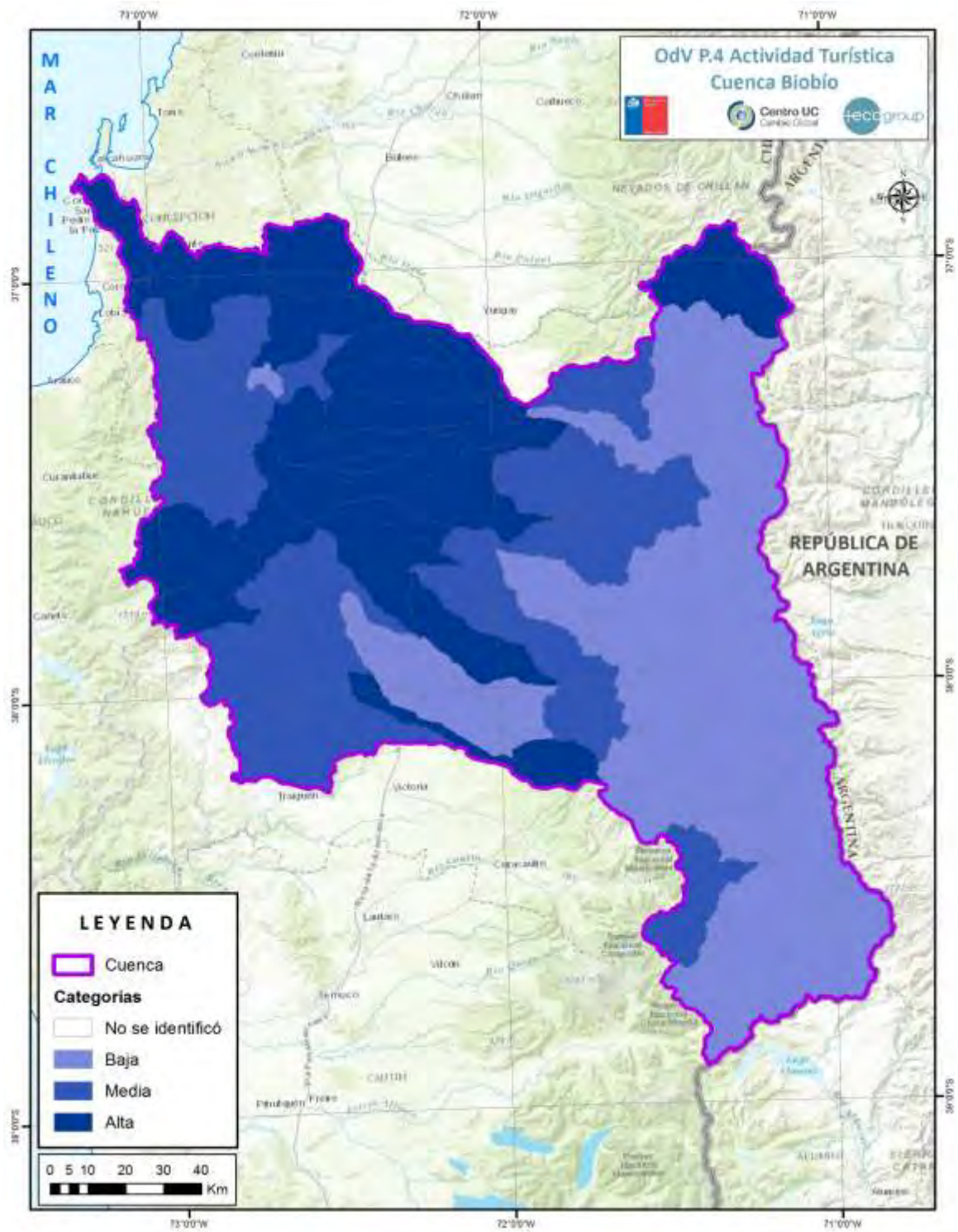


Figura 208. Actividad Turística, cuenca del Biobío
Fuente: elaboración propia.

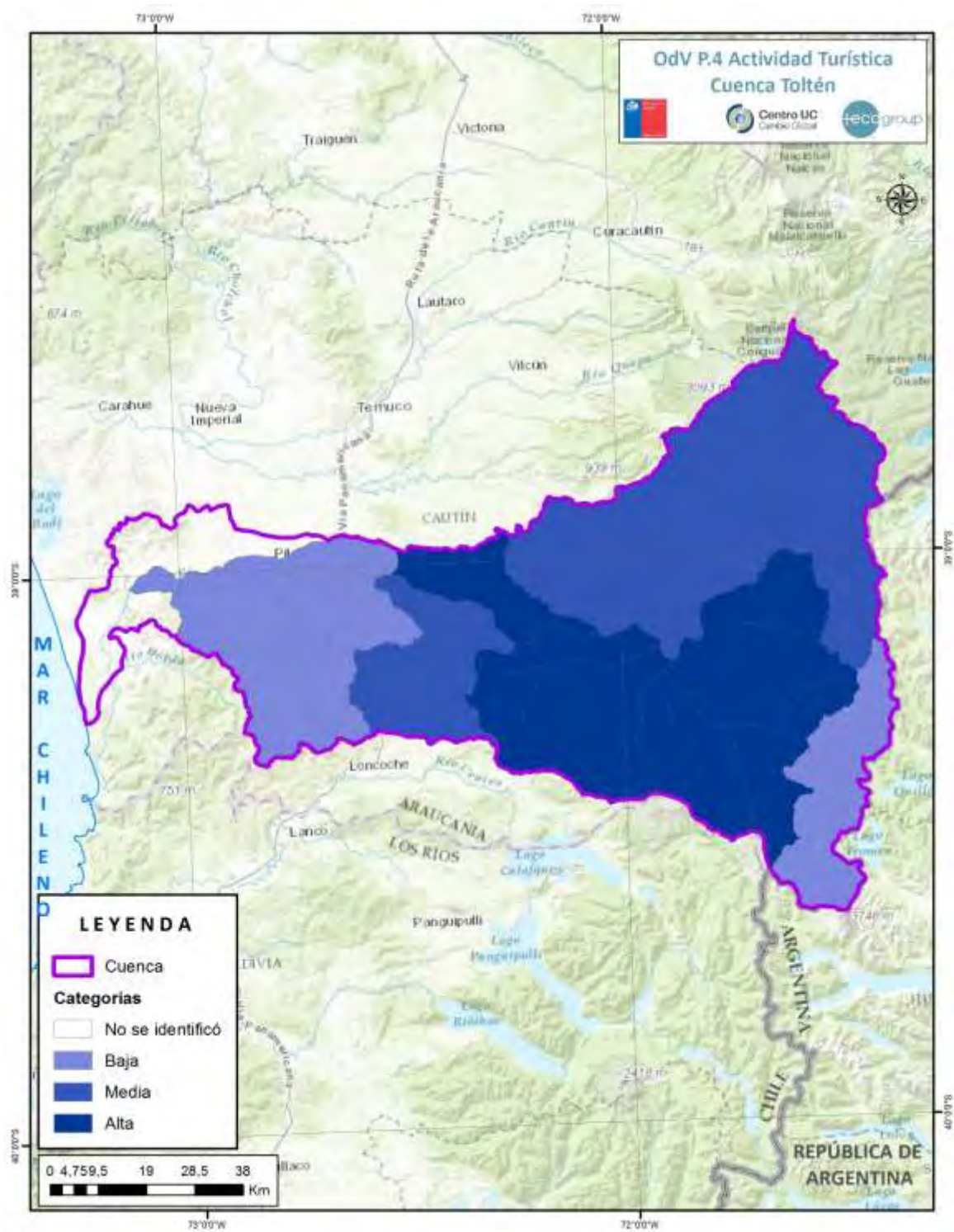


Figura 209. Actividad Turística, cuenca del Tolten

Fuente: elaboración propia.

Análisis y recomendaciones:

A partir de los datos generados y los mapas construidos se puede apreciar que el valor agregado por actividad turística se distribuye prácticamente en todas las SSC. Los mapas muestran que una parte importante de las SSC se ubican en las categorías media y alta. Esto significa que el aporte económico de este OdV en las cuencas estudiadas no se encuentra concentrado geográficamente, sino repartido entre las distintas SSC. Una posible explicación de este fenómeno es que son variadas las condiciones que hacen que una SSC genere valor agregado turístico. Estas pueden deberse debido a la presencia de hitos naturales (por ejemplo, parques, reservas o playas), atractivos históricos y culturales, condiciones para practicar algún deporte, entre muchos otros. De esta manera, como se aprecia en los mapas, no hay un patrón claro donde se concentre la presencia del OdV. En algunas cuencas tiende a haber mayor actividad hacia la cordillera, como Toltén y Maule, en cambio en Biobío el OdV tiende a ubicarse en el valle central.

Durante el desarrollo de este OdV se logró acceder a datos que indican la ubicación geográfica de diversos atractivos turísticos en el territorio nacional. Debido a la escasez de datos económicos no se pudo anexar estos territorios a algún valor monetario por lo que se dejaron fuera del análisis. No obstante, los mapas presentados se pueden relacionar cualitativamente con la superficie geográfica de los atractivos. Estos datos entregan nombre, tipo, extensión y condiciones de los atractivos, por lo que usándolos se podría llegar a un análisis más detallado de este OdV. Por último, en caso de que se construya una nueva base de datos donde se le asignen precios y número de visitas a cada atractivo turístico, se puede reconstruir este OdV, cambiando la metodología y llegando a resultados que podrían ser más precisos dado el nivel de detalle de las eventuales bases. Hasta que no se levanten estos datos, lo anterior queda igualmente como una recomendación a futuro.

5.6.6 OdV P.5: Actividad Acuícola

Introducción:

La acuicultura comprende el cultivo de especies que viven en el agua, ya sean mariscos, peces o algas. En las cuencas de este estudio la acuicultura se concentra principalmente en piscicultura de agua dulce (que no considera algas). Debido a que estos cultivos utilizan el agua como un insumo esencial en el proceso productivo es relevante analizar la importancia económica de este sector en pos de considerarla a la hora de evaluar posibles conflictos por potenciales proyectos hidroeléctricos. Si bien, el cultivo de peces no es una práctica que se desarrolle en ampliamente en las cuencas del Maule, Biobío y Toltén, se detectó la presencia de centros de cultivos que hacen uso de los recursos hídricos y entregan un aporte económico relevante en la zona. Por estas razones se ha incluido este OdV en el análisis, que busca cuantificar el aporte

económico de esta actividad en cada sub-subcuenca a través de su valor agregado y utilizando el registro oficial de pisciculturas que posee SERNAPESCA.

Tabla resumen:

Tabla 157. Resumen OdV P.5

N° OdV	Nombre	Definición	Información base	Tipo variable
P.5	Actividad Acuícola	Valor Agregado, en millones de pesos por km ² , generado por la actividad acuícola en la sub-subcuenca.	Nómina de Piscicultura (Sernapesca, 2014) Máximos volúmenes de producción por planta (Sernapesca, 2014) Ingresos y costos (Nieto et al. 2010)	Variable Directa

Fuente: elaboración propia.

Metodología:

Los datos utilizados para la construcción de este OdV provienen principalmente de SERNAPESCA. Utilizando la Nómina de Pisciculturas de dicha institución, éstas son ubicadas en el territorio y asociadas a una sub-subcuenca. Adicionalmente, esta base de datos entrega información respecto de la especie cultivada y de los máximos volúmenes de producción (en kilos). Luego, para asignar valor económico se utiliza los costos, rendimientos y precios reportados en el estudio de Nieto *et al.* (2010).

La Nómina de Piscicultura entrega la ubicación geográfica (en puntos) de las plantas dedicadas al cultivo acuícola. Utilizando los niveles de producción proporcionados por los máximos permitidos se le asigna un tamaño de producción a cada planta de la nómina. Luego con los datos de rendimientos, costos y precios se calcula el valor agregado por kilogramo de los principales cultivos. Asignando este valor agregado al volumen de producción se obtiene el valor agregado para cada planta de piscicultura. Sumando el valor agregado por todas las pisciculturas presentes en cada sub-subcuenca se obtiene una capa que indica el valor agregado total de la actividad acuícola para cada sub-subcuenca. Luego, dividiendo esta cifra por un millón y por la superficie total de la sub-subcuenca se obtiene el resultado final del OdV: una capa que entrega el valor agregado en millones de pesos por km² para cada sub-subcuenca generado por la actividad acuícola.

Terminado el proceso del cálculo del valor agregado se desarrolla el mismo proceso que en los otros OdV productivos donde se clasifican las diferentes sub-subcuenca según tres categorías que excluyen aquellas sub-subcuenca donde el OdV no se ha identificado o está ausente. Así, se generan las categorías de baja, media y alta presencia relativa a la cuenca correspondiente.

Resultados:

Tabla 158. Resumen de los valores y observaciones por categoría - OdV P.5

Cuenca	Mínimo	Máximo	Promedio	Umbral (mínimo) categorías (Número de SSC)			
				No se identifica	Baja	Media	Alta
Maule	0	3,225	0,077	0 (61)	0,058 (1)	1,621 (2)	NA (0)
Biobío	0	4,877	0,12	0 (64)	$8,59 \times 10^{-3}$ (3)	0,623 (2)	1,891 (2)
Toltén	0	195,71	13,134	0 (17)	$7,45 \times 10^{-3}$ (5)	2,657 (4)	41,34 (4)

Fuente: elaboración propia.

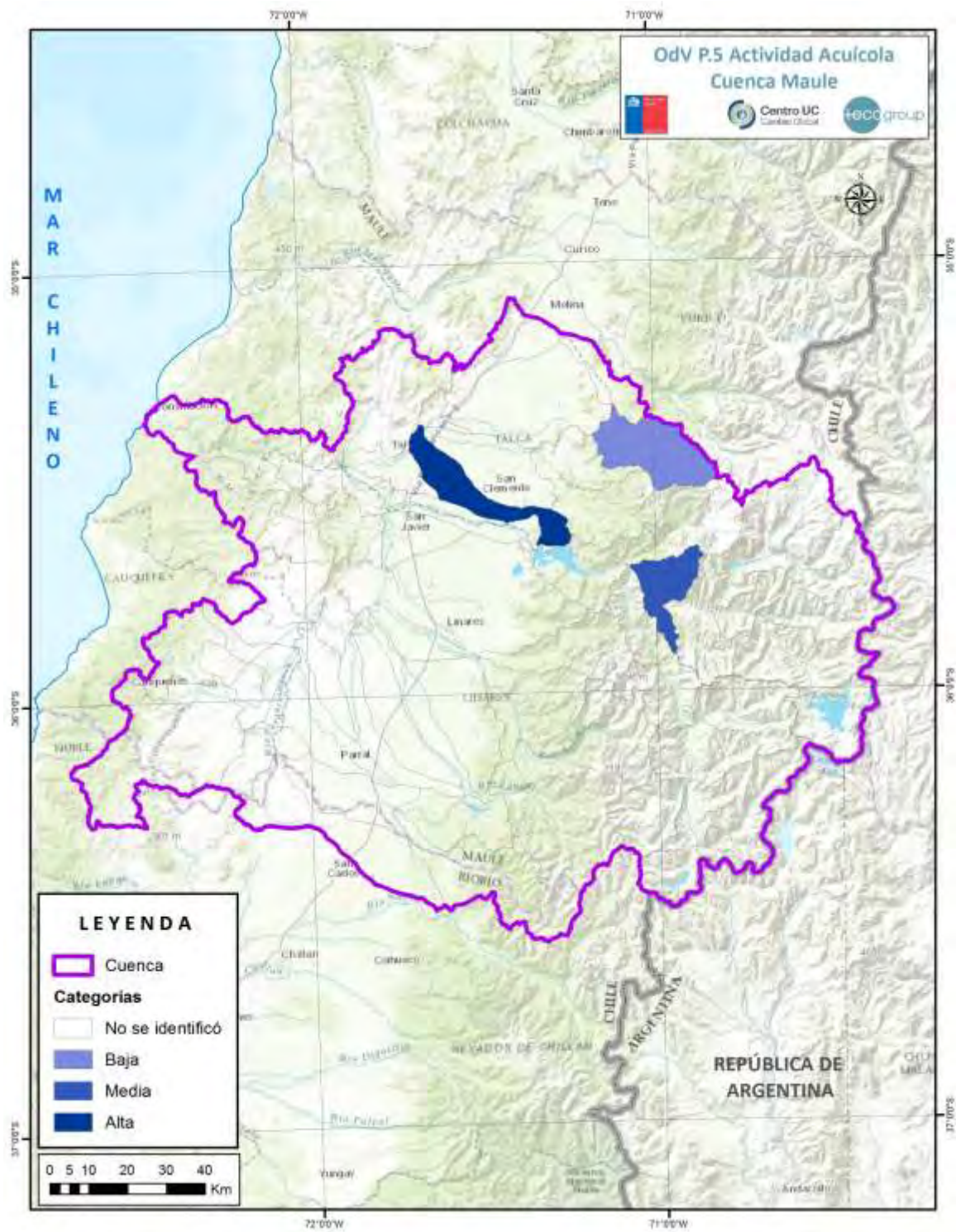


Figura 210. Actividad Acuicola, cuenca del Maule
Fuente: elaboración propia.

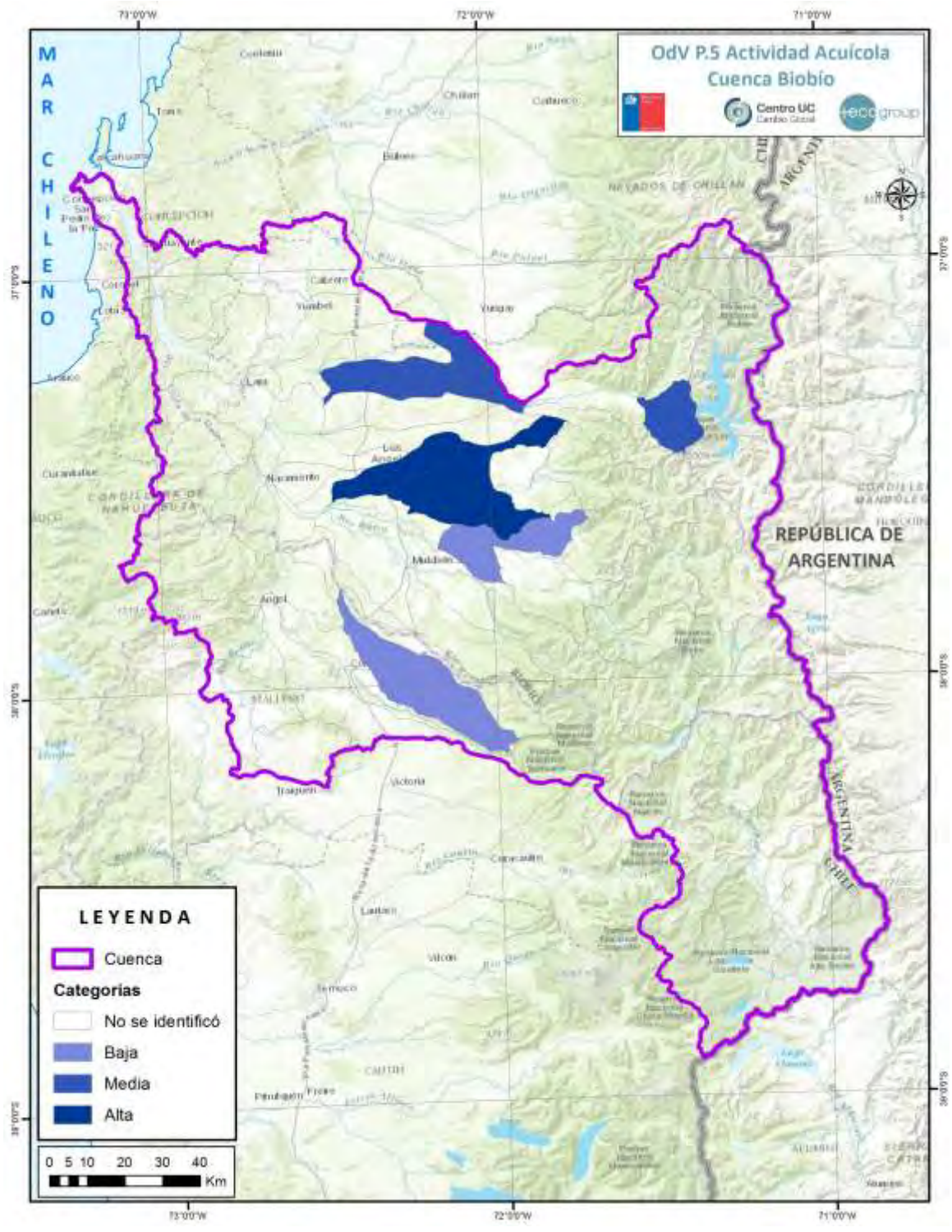


Figura 211. Actividad Acuícola, cuenca del Biobío
Fuente: elaboración propia.

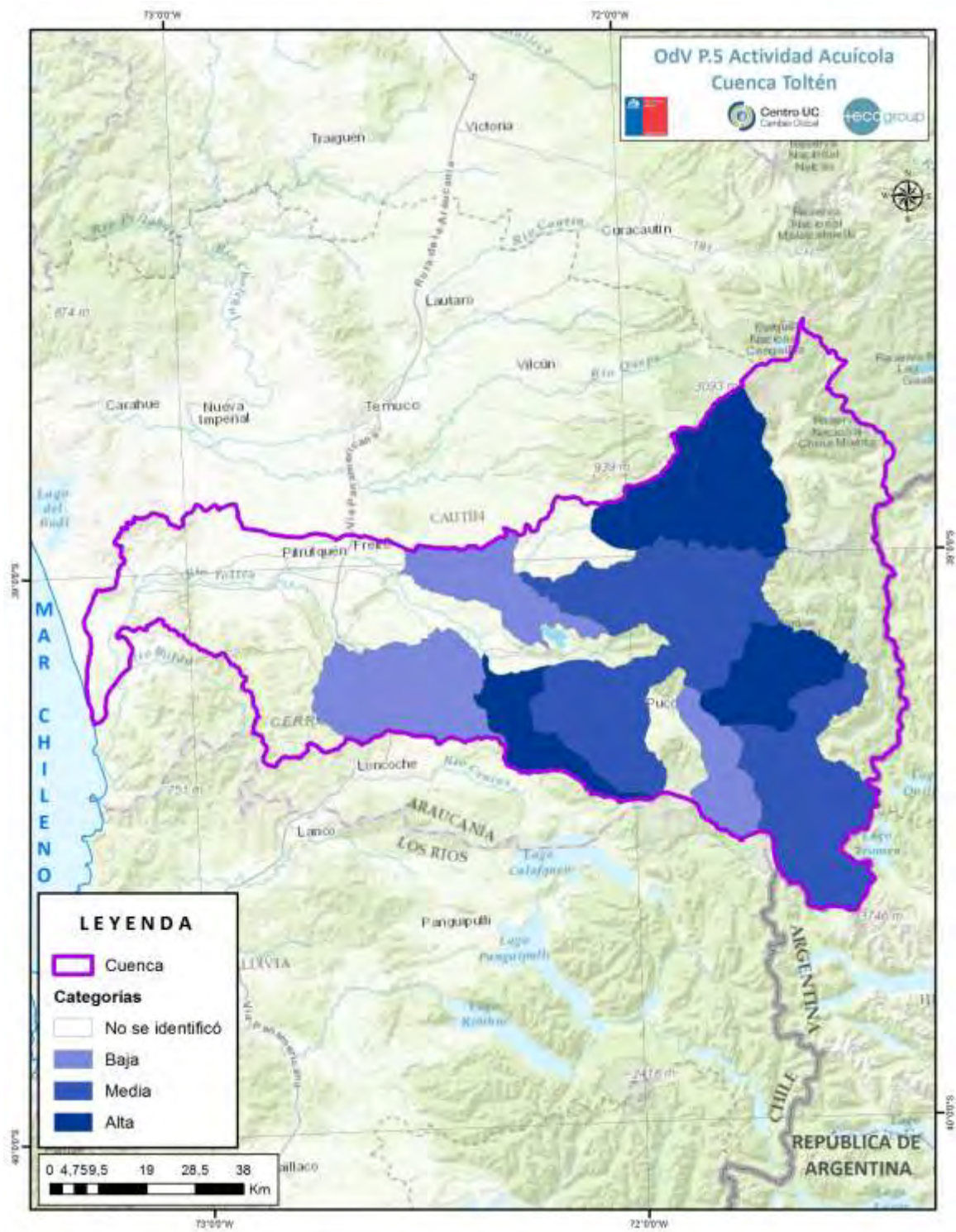


Figura 212. Actividad Acuicola, cuenca del Toltén
Fuente: elaboración propia.

Análisis y Recomendaciones:

El análisis de los resultados obtenidos para este OdV señala que existe una gran diferencia entre la cuenca del Toltén y las otras dos cuencas; en el Maule y Biobío existe muy poca producción acuícola con promedios que no superan los 130.000 pesos por km². En el caso del Maule la actividad acuícola sólo se identifica en tres sub-subcuencas de un total de 64. Esto es evidencia de la poca relevancia económica de la piscicultura en esta cuenca. Sin embargo, no está del todo ausente ya que, por ejemplo, en una de esas sub-subcuencas se tiene un valor mayor a los tres millones por km². El caso de la cuenca del Biobío es bastante similar a la del Maule: muy baja presencia del OdV, pero importante producción en determinadas sub-subcuencas, con cifras superiores a los cuatro millones.

Distinto es el caso de la cuenca del Toltén. Si bien la presencia del OdV no se compara con la presencia que pueden tener otras áreas productivas como la agricultura, al momento de comparar la producción acuícola con la de otras cuencas se observa una diferencia considerable. Con un promedio de 13 millones por km² y un máximo de 196 millones, se puede concluir que la cuenca del Toltén es la más relevante en producción acuícola de este estudio.

Como recomendación futura se consigna el hecho que la producción real fue aproximada utilizando la producción máxima de cada centro de cultivo, lo que podría ser mejorado utilizando información de otras fuentes.

5.7 Lista de Objetos de Valoración modificados

A continuación, se presenta la Tabla 159, con la actualización de los Objetos de Valoración.

Tabla 159. Clasificación de los Objetos de Valoración

Categoría	OdV	Nombre	Definición	Variable o Proxies
Fluvial	F.1	Especies fluviales en categoría de amenaza	Riqueza de especies en categoría de amenaza (CR, EN, V, IC o R).	Existencia de tramos de ríos con probabilidad de presencia de, al menos, una especie de pez en categoría de amenaza, 10 especies en categoría vulnerable y 10 en categoría en peligro de extinción. Porcentaje de tramos de la sub-subcuenca donde se reconoce que el OdV está presente.
	F.2	Especies fluviales endémicas	Riqueza de especies fluviales endémicas.	Existencia de tramos de ríos con probabilidad de presencia de, al menos, una especie de pez endémico entre las 20 especies identificadas por el MMA como endémicas. Porcentaje de tramos de la sub-subcuenca donde se reconoce que el OdV está presente.
	F.3	Régimen hidrológicamente no alterado	Nivel de no alteración entre del régimen hidrológico mediante presencia de obras civiles que lo alteren.	Existencia de tramos de ríos con régimen hidrológico con bajo grado de alteración. Porcentaje de tramos de la sub-subcuenca donde se reconoce que el OdV está presente
	F.4	Régimen de sedimentos no alterado	Nivel de no alteración de régimen y disponibilidad de sedimentos mediante la identificación de obras e intervenciones que alteren su naturalidad.	Existencia de tramos de ríos con régimen de sedimentos con bajo grado de alteración. Porcentaje de tramos de la sub-subcuenca donde se reconoce que el OdV está presente
	F.5	Sistemas de agua dulce con conectividad longitudinal a nivel de cauce no fragmentada	Conectividad longitudinal a nivel de cauce no fragmentada	Existencia de tramos de ríos con conectividad longitudinal con bajo grado de alteración. Porcentaje de tramos con presencia del OdV a escala de sub-subcuenca.

Categoría	OdV	Nombre	Definición	Variable o <i>Proxies</i>
	F.6	Sistemas fluviales con conectividad longitudinal del corredor ripariano	Conectividad longitudinal del corredor ripariano no fragmentada	Cantidad de extracciones de áridos, puentes, canoas, sifones, obras viales, cortes de vegetación ripariana, remodelación de secciones y bocatomas o ausencia de más del 20% de la zona ripariana.
	F.7	Sistemas fluviales con conectividad lateral no fragmentada	Sistemas fluviales con conectividad lateral no fragmentada.	Cantidad de defensas fluviales, espigones, carreteras a borde del cauce y canalizaciones paralelas al cauce. Porcentaje de tramos con presencia del OdV, a escala de sub-subcuenca.
	F.8	Accesibilidad de la red hidrográfica	Accesibilidad a hábitats en el río para especies fluviales por SSC	Mayor longitud (extensión) de las secciones de la red hidrográfica de la SSC
	F.9	Sistemas de agua dulce con condiciones naturales de calidad físico-química del agua	Sistemas de agua dulce con condiciones naturales de calidad físico-química	Porcentaje de la superficie de la SCC cubierta por focos de contaminación difusa, y cantidad de focos de contaminación puntual por SSC.
	F.10	Sistemas fluviales morfológicamente intactos	SSC que presenten un menor grado de alteración en su morfología fluvial, mediante la evaluación de obras y actividades antrópicas que la alteren	Cantidad de extracciones de áridos, cortes en la vegetación ribereña, remodelación de secciones y limpiezas de cauce.
	F.11	Comunidades fluviales con baja presencia de especies exóticas	Incorpora la identificación de ecosistemas fluviales relativamente intervenidos desde la perspectiva de la presencia de especies exóticas.	Cantidad de especies fluviales exóticas por SSC.
	F.12	Áreas fluviales críticas para la conservación de la biodiversidad	Áreas fluviales críticas para la conservación de especies.	Presencia, a escala de tramo, de al menos, un humedal, un lago de corte de meandros (oxbow lake), un área con macrófitas o una gran acumulación de madera. Porcentaje de tramos de río en que se encuentra la presencia del OdV, a escala de sub-subcuenca.
	F.13	Ecosistemas lacustres	Existencia de lagos y lagunas	Se consideran y cuentan si, a escala de tramo, hay presencia de lagos o lagunas que se ubiquen en un tramo que no esté afectado en su régimen hidrológico o régimen de

Categoría	OdV	Nombre	Definición	Variable o Proxies
	F.14	Glaciares	Presencia de Glaciares	sedimentos. Superficie de glaciares por SSC
Terrestre	T.1	Especies terrestres en categoría de amenaza	Riqueza de especies terrestres en categoría de amenaza (CR, EN, V, IC o R)	Porcentaje de superficie por sub-subcuenca definidos a partir del umbral del 50% de riqueza, definido por los modelos de distribución de especies.
	T.2	Especies terrestres endémicas	Riqueza de especies terrestres endémicas	Porcentaje de superficie en la sub-subcuenca de especies terrestres endémicas.
	T.3	Áreas terrestres críticas para la conservación de la biodiversidad	Áreas que se pueden definir como hábitats importantes para las especies.	Presencia de, al menos, un sitio IBA o Ramsar en la sub-subcuenca
	T.4	Áreas de paisaje terrestre natural	Áreas con cobertura vegetal natural.	Combinación de pisos vegetacionales de CONAF, CONAMA y BIRF (1997) y Luebert y Pliscoff (2006) para ver cuáles han mantenido superficie respecto de distribución original.
	T.5	Paisaje natural no fragmentado	Ausencia o baja fragmentación del paisaje natural por SSC	Índice de proximidad por pixel, a nivel de sub-subcuenca, que relaciona distancia entre unidades espaciales homogéneas (cohesión).
	T.6	Comunidades terrestres con baja presencia de especies exóticas	Identificación de ecosistemas terrestres relativamente intervenidos desde la perspectiva de la presencia de especies exóticas	Número de especies exóticas por piso vegetacional
	T.7	Ecosistemas terrestres azonales	Identifica ecosistemas particulares con extensión espacial reducida o restringida, asociada a condiciones edáficas particulares.	Superficie de ecosistemas terrestres azonales, por sub-subcuenca. Incluye superficie de ñadis, turberas, hualves, vegas, humedales costeros, entre otros.
	T.8	Ecosistemas terrestres en categoría de amenaza	Identificación de ecosistemas terrestres que están categorizados como amenazados según la evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas de Chile (Pliscoff, 2015).	Porcentaje de ecosistemas terrestres en categoría de amenaza.
	T.9	Protección frente a la erosión	Servicio ecosistémico de protección de la erosión. Identificación de áreas críticas para mantener y regular el régimen fluvial o calidad de agua y controlar la erosión y estabilidad del terreno.	Uso de suelo con presencia de bosques combinado con potencial erosión del terreno (con potencial para ser erosionada.)
	T.10	Parques Nacionales	Todas las áreas definidas oficialmente como parques	Superficie de Parques Nacionales por SSC

Categoría	OdV	Nombre	Definición	Variable o Proxies
			nacionales.	
	T.11	Áreas oficiales de conservación excluyendo parques nacionales	Todas las áreas protegidas con carácter oficial y público: reservas nacionales, monumentos nacionales, bienes nacionales protegidos y santuarios de la naturaleza.	Superficie de áreas de SNASPE (Sin Parques Nacionales), bienes nacionales y santuarios de la naturaleza
	T.12	Especies terrestres en categoría de amenaza	Todas las áreas consideradas como sitios prioritarios para la conservación por el Ministerio del Medio Ambiente y todas las áreas protegidas de interés privado.	Superficie de sitios prioritarios para la conservación y áreas de interés privado.
Social	S.1	Necesidades sociales de subsistencia: sanidad y agua potable	El objeto se define como las necesidades sociales de subsistencia, sanidad y agua potable	Número de beneficiarios de programas de APR del Estado, por km ² .
	S.2	Necesidades sociales de subsistencia alimentaria	Necesidades sociales de subsistencia alimentaria	Beneficiarios en programas estatales de apoyo a la agricultura de subsistencia, por km ² , por sub-subcuenca.
Cultural	C.1.1	Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales indígenas	Existencia de espacios sagrados o de significación cultural donde se desarrollan y recrean ámbitos de la cultura, los cuales tienen un valor histórico y/o sagrado, ya que están ligados a aspectos de carácter social, espiritual, económico y político; lo conforman elementos que forman parte de la cosmovisión, constituyendo parte del patrimonio arquitectónico, cultural e histórico de los pueblos indígenas, por lo que su mantenimiento y resguardo tiene directa relación con la sobrevivencia de la cultura; y existencia de sitios donde se realizan manifestaciones o actividades culturales propias o identitarias de una comunidad indígena, y que responden a sus intereses, tienen un carácter tradicional y generan en ésta sentimientos de arraigo.	Índice normalizado que agrega la presencia de sitios de significación cultural, comunidades indígenas y tierras indígenas, por sub-subcuenca. Registro público de CONADI, MINEDUC y CNM
	C.1.2	Relevancia de tierra indígena	Existencia de tierras que cumplan con algunas de las características establecidas en el artículo 12 de la Ley Indígena.	Superficie de tierra indígena por km ² , dentro de la sub-subcuenca. Registro público de tierras indígenas en CONADI

Categoría	OdV	Nombre	Definición	Variable o Proxies
	C.1.3	Relevancia de Áreas de Desarrollo Indígena	Existencia de territorios geográficos delimitados con alta densidad de población indígena surgidos a partir de la aplicación del Art. 26 de la Ley Indígena donde se busca la focalización de políticas coordinadas de los órganos del Estado para mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en dichos territorios.	Superficie de ADI por km ² dentro de la sub-subcuenca. Registro de ADI de CONADI
	C.1.4	Relevancia de demandas de tierra indígena	Existencia de tierras en situación de conflicto por su ocupación y posesión en el marco de un proceso de reivindicación territorial de pueblos indígenas que han sido desplazados, siendo estas tierras sujeto de demandas sobre la base de la recuperación de tierras que pertenecen ancestralmente a estos pueblos indígenas.	Superficie de demandas de tierras indígenas (ha) por km ² dentro de la sub-subcuenca. Registro de reivindicaciones de CONADI.
	C.1.5	Presencia de comunidades indígenas	Existencia de “agrupaciones de personas pertenecientes a una misma etnia indígena y que se encuentren en una o más de las siguientes situaciones: provengan de un mismo tronco familiar; reconozcan una jefatura tradicional; y/o posean o hayan poseído tierras indígenas en común y provengan de un mismo poblado antiguo; y que tramiten la obtención de su personalidad jurídica en conformidad a la ley”.	Número de comunidades indígenas por km ² dentro de la sub-subcuenca. Registro de comunidades indígenas en CONADI.
	C.2.1	Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales	Existencia de sitios de valor histórico o sagrado, que tienen una significación cultural asociada a rituales, ceremonias o celebraciones que forman parte de la cosmovisión y patrimonio de las comunidades que habitan el territorio; y existencia de sitios donde se realizan manifestaciones o actividades culturales propias o de identidad de una comunidad, y que responden a sus intereses. Tienen un carácter tradicional y generan sentimientos de arraigo en la comunidad.	Número de sitios, manifestaciones o actividades culturales por km ² , dentro de la sub-subcuenca. Registro público de Consejo de Monumentos Nacionales, Ministerio de Obras Públicas y Consejo Nacional de la Cultura y las Artes

Categoría	OdV	Nombre	Definición	Variable o Proxies
	C.2.2	Sitios arqueológicos	Presencia de “bienes muebles e inmuebles tales como ruinas, construcciones, y objetos, ya sean de propiedad fiscal, municipal, o particular que, conforme a la Ley 17.288, se encuentran en la superficie del territorio o bajo éste y que por su valor histórico o artístico o por su antigüedad deben ser conservados para el conocimiento de la cultura de un pueblo”.	Número de sitios arqueológico por km ² dentro de la sub-subcuenca
	C.2.3	Sitios de alto valor paisajístico	Presencia de lugares que se encuentran en áreas cuya condición natural y sus atributos paisajísticos se constituyen en zonas de interés y de valor para la población local de un territorio, otorgándoles una calidad que los hace únicos y representativos.	Valoración cruzada de la calidad visual y la visibilidad, o bien por la presencia de paisajes consolidados.
Productivo	P.1	Producción agrícola	Valor agregado de la actividad agrícola	Valor agregado en millones de pesos, por km ² , generado por el sector agrícola en la sub-subcuenca. Información de superficies de cada ODEPA - DGA - Bibliografía agronómica
	P.2	Producción forestal	Valor agregado de la actividad forestal.	Valor agregado en millones de pesos, por km ² , generado por el sector forestal en la sub-subcuenca. Catastro de bosque nativo actualizado, registro de CONAF sobre planes de manejo forestal
	P.3	Servicios sanitarios	Valor agregado generado por la actividad de servicios sanitarios	Valor agregado en millones de pesos, por km ² , generado por la actividad en servicios sanitarios en la sub-subcuenca. Información financiera y operacional SISS y territorios operacionales de las empresas proveedoras de servicios sanitarios.
	P.4	Actividad turística	Valor agregado de la actividad turística.	Valor agregado en millones de pesos, por km ² , generado por la actividad turística en la sub-subcuenca. Información de SERNATUR
	P.5	Actividad acuícola	Valor agregado de la actividad acuícola	Valor agregado en millones de pesos, por

Categoría	OdV	Nombre	Definición	Variable o <i>Proxies</i>
				km ² , generado por el la actividad acuícola en la sub-subcuenca. Información de SERNAPESCA - SUBPESCA

Fuente: elaboración conjunta UCH-PUC-TECO.

6 Modelación

En este capítulo se consolida la información desarrollada en los capítulos anteriores, para concentrarse en la relación que existe entre el PH y la existencia de OdV. Esta relación se representa a través de modelos matemáticos que buscan ayudar a responder una serie de preguntas relevantes respecto de la planificación territorial y el desarrollo hidroeléctrico. Las aplicaciones específicas se circunscriben a las cuencas de trabajo a cargo del consorcio PUC-TECO, esto es Maule, Biobío y Toltén. Sin embargo, las bases conceptuales y conclusiones generales se comparten para todo el set de cuencas analizadas por ambos grupos.

6.1 Introducción: respecto de la modelación y la relación entre el desarrollo hidroeléctrico y los objetos de valoración

El trabajo de modelación o análisis matemático, para los propósitos del presente estudio, no implica la obtención de resultados finales ni tomar decisiones en base a estos resultados, sino disponer de una herramienta que permita profundizar en el entendimiento de la relación que existe entre el desarrollo hidroeléctrico y la existencia de objetos que la sociedad valora.

Este objetivo reconoce una serie de limitaciones reales e intrínsecas a todo ejercicio de modelación. La primera es que la mayoría de los datos usados en el proceso de modelación son representaciones aproximadas a la realidad (un mapa de la realidad no es la realidad). Un ejemplo de esto es que normalmente una comunidad indígena se representa solo por un punto con algunos atributos representativos de las características de la comunidad (nombre, cantidad de familias dentro la comunidad, etc.). Sin embargo, existen otros elementos que definen la presencia de esta comunidad en el territorio que no es posible de representar a través de estas características básicas. Otro ejemplo es el caso de los modelos de nicho utilizados para representar la presencia probable de especies terrestres o fluviales. En ambos casos las herramientas desarrolladas nos permiten tener una representación de la probabilidad de existencia de una especie dada ciertas características físicas del entorno, pero en ningún caso se puede interpretar esa información como la certeza de la presencia de estas especies.

Otra limitación se asocia a la incapacidad de poder representar de la manera precisa la relación entre el desarrollo hidroeléctrico y los objetos de valoración. En el capítulo de “Análisis y modelación” del estudio “Base para planificación territorial en el desarrollo hidroeléctrico futuro” que representa las bases conceptuales del presente proyecto, se reconocían tres elementos clave para entender la naturaleza de esta relación.

- La existencia de OdV no se ve, necesariamente, afectada por el desarrollo hidroeléctrico; pero en algunos casos sí podría existir afectación y potencial incompatibilidad en su coexistencia.
- El posible impacto del desarrollo hidroeléctrico sobre los OdV depende de muchos factores. En particular, el impacto depende de la ubicación relativa entre el OdV y el desarrollo hidroeléctrico y de las características específicas del desarrollo hidroeléctrico.
- La existencia de OdV implica un mayor esfuerzo para el desarrollo hidroeléctrico.

En la primera entrega del ejercicio de modelación del estudio Cuencas 1 se dio cuenta de las dificultades metodológicas que impidieron trabajar con mayor detalle los primeros dos elementos claves para entender la naturaleza de la relación entre el desarrollo hidroeléctrico y los OdV. La principal limitación se asociaba a la escala de trabajo (sub-subcuenca o SSC) que impedía profundizar en el tipo de relación funcional y espacial que existía entre ambos elementos. Como resultado de estas limitaciones las conclusiones que se podían obtener del trabajo de modelación/análisis se circunscribieron a reconocer que la existencia de OdV significaba un mayor esfuerzo para el desarrollo del potencial hidroeléctrico cuando ambos se encontraban ubicados en la misma SSC.

Como se verá en detalle en la descripción metodológica que se presenta a continuación, en esta segunda oportunidad del trabajo se introducen mejoras metodológicas que permiten avanzar en el entendimiento de las relaciones que existen entre ambos factores. En especial se mejora la representación espacial de este tipo de relaciones. Gracias a estas mejoras pese a que el análisis desarrollado aún no puede ser considerado un análisis de impactos (trabajo que en detalle le compete a una evaluación de impactos ambientales), sino que un análisis de esfuerzos, la magnitud relativa de este esfuerzo se trabaja con mayor detalle.

Finalmente, la última limitación relevante se asocia a la manera en que se generan los grupos de proyectos seleccionados o como ha sido llamado la selección de configuraciones interesantes (ejemplos de configuraciones interesantes pueden ser la mejor, la más valiosa o la menos costosa). Esta selección que se desarrolla a partir de información que representa una aproximación a la realidad es, a su vez, una aproximación al proceso de toma de decisiones. Por ejemplo, en el proceso de modelación, generalmente se investigan configuraciones interesantes mediante optimización, simulación o búsqueda heurística; pero la decisión final comúnmente refleja solo algunos aspectos de dichas configuraciones interesantes e incluso incorpora componentes basados en intuiciones o bien información no modelada (y a veces no modelable). Por otra parte, el proceso de toma de decisiones reflejado en la herramienta de modelación no toma en cuenta la dimensión temporal de este proceso. En la realidad la toma de decisiones respecto a proyectos individuales afecta la factibilidad (de manera positiva o negativa) de otros proyectos que aún no han sido desarrollados. Este tipo de sinergias no se consideran en el ejercicio de modelación. Cada

proyecto se analiza en vista de sus propios méritos y sin relación con el proceso de decisión de otros proyectos.

Es por todo esto que la modelación indica lo que es teóricamente posible basado en su aproximación a la realidad, usando su algoritmo de selección de configuraciones. Los responsables de la toma de decisiones, conociendo bien estas limitaciones, interpretan los resultados de manera que les ayude en la ejecución de sus responsabilidades, pero no se espera que se acepten las indicaciones de la modelación como decisiones finales.

Para maximizar el valor de sus indicaciones, la modelación debe incorporar una aproximación a la realidad que sea congruente con las percepciones de los tomadores de decisión y debe probar varias configuraciones de objetivos y parámetros que correspondan de buena forma a la incertidumbre que enfrentan estos responsables.

En esencia, en la modelación la consistencia de la aproximación con la realidad se relaciona directamente con la definición de las Unidades de Planificación (UP) y sus parámetros: si las UP representan bien los objetos de interés para los tomadores de decisión o planificadores (por ejemplo, tramos realistas de caminos potenciales para los planificadores de transporte) y si sus parámetros describen correctamente las características percibidas de dichos objetos, los planificadores y los tomadores de decisión pueden ver claramente el grado de aproximación a la realidad y sus limitaciones, y así incorporar con mayor facilidad las indicaciones en sus decisiones finales.

La prueba de varias configuraciones de objetivos y parámetros, denominadas escenarios y pruebas de sensibilidad, está enfocada a establecer el comportamiento dinámico de la aproximación bajo varias circunstancias, es decir, cómo responden los resultados de la modelación frente a cambios de sus variables, por ejemplo, cambios de prioridad de lugares específicos, usos específicos de estos lugares, etc. Los escenarios típicamente reflejan diferencias externas a la formulación estructural del modelo como por ejemplo cambios en objetivos; típicamente, el análisis de sensibilidad refleja las diferencias de producto de cambios en la configuración de los elementos que estructuran el modelo de base como por ejemplo cambios en los *inputs* a modelación o cambios en parámetros. Por ejemplo, una interpretación más o menos restrictiva de la presencia de factores que impiden el logro del objetivo o la introducción de factores en forma aleatoria para mostrar la sensibilidad de resultados a la introducción de nuevos impedimentos. Por lo tanto, los escenarios y resultados de las pruebas de sensibilidad dan claridad sobre las fortalezas y debilidades en la aproximación a la realidad y, por eso, una indicación potencial de fortalezas y debilidades similares en la realidad que se modela.

Este capítulo describe en forma detallada la definición de unidades de planificación y sus componentes, los mecanismos de incorporación del potencial hidroeléctrico y objetos de valoración en esas unidades de planificación, la estructura del ejercicio de optimización y los

resultados de los primeros escenarios de optimización a la escala de tramos, sub-subcuencas y comunas. Finalmente, se entregan conclusiones y recomendaciones derivadas del proceso de modelación.

6.2 Unidades de planificación: proyectos hidroeléctricos y tramos de ríos

La unidad de planificación (UP) en un esquema de modelación/optimización corresponde al elemento que será seleccionado en función de los atributos deseables e indeseables que posea. En el estudio anterior, se seleccionó la sub-subcuenca (SSC) como UP. Esta selección permitió dejar en evidencia las diferencias cualitativas entre los diversos factores que pueden condicionar el desarrollo del potencial hidroeléctrico: unidades del SNASPE o bosque nativo como áreas bien definidas, comunidades indígenas identificadas con puntos, pero sin un área de influencia o de interés bien definida, puntos de potencial hidroeléctrico como aproximación al tramo de río que genera el potencial, etc. Considerando las metas del estudio, que incluyó la identificación de cuencas prioritarias para un estudio de mayor profundidad, se consensuó que la sub-subcuenca era una buena UP en dicha instancia.

Así, en el estudio anterior, utilizando esa definición de UP, se estimó la presencia relativa de Objetos de Valoración (OdV) y el total del Potencial Hidroeléctrico (PH) en cada una de las SSC, lo que permitió realizar un análisis de *trade-offs* y la selección de las SSC óptimas bajo varias configuraciones de parámetros y objetivos. Se realizaron ejercicios con umbrales de OdV a distintos niveles (presencia o ausencia del OdV dentro de la SSC); se incorporaron varios grupos de OdV (fluvial, terrestre, social, cultural, productivos) dentro de distintas corridas o escenarios; y se realizó un proceso de optimización que maximizó la cantidad de PH a desarrollar a un nivel predeterminado de traslape espacial entre en los OdV y PH.

Gracias a la experiencia de esos ejercicios preliminares, se identificaron dos limitaciones importantes en la selección de UP basado en SSC:

1. la naturaleza binaria de la interacción entre PH y OdV que indicaba, por ejemplo, que la ocurrencia de un OdV dentro de una SSC impide el desarrollo de su PH, lo que no ocurre en la realidad, excepto en algunos casos inusuales (parques nacionales que nunca permiten el desarrollo del PH dentro de sus límites, por ejemplo);
2. la falta de fineza o de detalle a nivel espacial de las SSC como UP, dado que no reflejan los matices en la interacción espacial entre el PH y algunos factores condicionantes. Esto ocurre, por ejemplo, con factores distantes que no interactúan dentro la UP, lo que no facilita la modelación de la existencia de grandes estructuras longitudinales en los ríos y

elementos relacionados y que en muchos casos no forman parte de las mismas unidades políticas o administrativas, como las comunas.

Estas limitaciones impiden el desarrollo de una perspectiva con mayor detalle y más realista de las escalas de interacciones que existen dentro de las cuencas de interés y el desarrollo de vinculaciones con procesos de planificación y regulación regional y local (como Planes Reguladores, PLADECOS, lineamientos para el SEIA, etc.). Es decir, las aproximaciones en la modelación utilizada la etapa anterior, si bien resultaron convenientes para varios aspectos del estudio, no fueron lo suficientemente congruentes con la realidad.

En el presente estudio, el equipo investigó la selección de una UP que no tenga esas limitaciones y que facilite la extensión de los resultados a actividades de planificación regional y local posteriores.

Se decidió inicialmente una UP natural, es decir, una UP que incorpore directamente las características intrínsecas de los factores condicionantes (la extensión de una unidad del SNASPE, del bosque nativo, de una comunidad indígena, de una ruta turística, por nombrar algunos ejemplos). Se consideró el problema de cómo transferir la presencia de factores condicionantes a puntos de potencial para facilitar la optimización de la selección de PH de alto valor o de alta magnitud. Desde esta perspectiva, se constató la desventaja de concentrarse exclusivamente en la optimización de los puntos de PH (PPH) restringidos por factores condicionantes, ya que da la apariencia de un estudio de planificación de proyectos hacia un contexto casi operacional (tipo *EIA light*), lo que no es objetivo del estudio.

Por lo anterior, se consideró como segunda opción para definir la UP, un mecanismo de agrupación de puntos de PH, un concepto que diluye la orientación operativa y que, además, recoge el concepto de que los puntos de PH cercanos unos de otros constituyen una unidad que se debe considerar en su totalidad para su inclusión o exclusión de un plan. Pero el problema se generó posteriormente respecto a cómo constituir estos grupos. Se probó inicialmente la idea de hacer *buffers* de un radio fijo alrededor de cada punto de PH y fusionar los buffers que coincidieran entre sí. Los resultados no fueron satisfactorios; con un radio pequeño, los puntos (PPH) evidentemente relacionados (por ejemplo, aguas abajo y a más distancia del radio seleccionado) no coinciden; pero con un radio más amplio, se incorporan PPH (puntos de potencial hidroeléctrico) evidentemente no relacionados (por ejemplo, cercanos, pero en cursos de agua diferentes).

Dada estas razones, se decidió finalmente considerar el uso de los tramos de ríos – la base de la configuración de factores condicionantes fluviales y la construcción de los OdV fluviales – como UP (una descripción de la definición que se le da en este trabajo a un tramo de río se puede encontrar en la sección 5.2.1).

El tramo de río como UP tiene varias ventajas:

- la definición del tramo –es decir, una unidad con características homogéneas de un río de longitud limitada –corresponde a una aproximación razonable para propósitos de planificación, desarrollo y regulación;
- aparte de la orientación que se le da al tramo como unidad de agrupación de factores condicionantes y de definición de los OdV fluviales, es posible considerar esta unidad también como una unidad relevante para otro tipo de OdV. Por ejemplo, algunos casos de OdV culturales indígenas usan varias características del tramo de río (por ejemplo, el *xayenko*, el *wixunko*) o su entorno directo (el *majiñ*) en su proceso de determinación de presencia posible de sitios culturales;
- la extensión del tramo permite contar con una coincidencia de factores condicionantes más realista que la extensión de los puntos (tomando como evidencia la dificultad de realizar grupos de puntos basados en buffers de los puntos);
- debido al punto anterior, el tramo ofrece una base físicamente realista para construir grupos de PPH (puntos de potencial hidroeléctricos), especialmente en consideración a la naturaleza de los PPH, que ocurren en pares (punto [a veces puntos] de captación y punto de restitución) dentro de uno o más tramos normalmente secuenciales.

Pero el uso de los tramos en forma directa como UP presenta un nuevo problema significativo: en varios casos, un tramo incorpora uno solo de los muchos puntos de captación de un proyecto, o su punto de captación, pero no su restitución, o puede incluir puntos de restitución de otro proyecto (pero no su captación), o a veces incluir la totalidad de algún proyecto. Es decir, un tramo puede representar partes de más de un proyecto, lo que no permite su selección o rechazo independiente de la selección o rechazo de otros tramos.

Por ejemplo, en la siguiente imagen, se pueden apreciar algunos de los elementos relevantes en torno a proyectos reales que potencialmente se pueden implementar. Los tramos de análisis corresponden a las líneas en azul oscuro, los puntos de captación (PC) son los puntos en rojo, el punto de restitución (PR) corresponde a los puntos celestes y la conexión entre PC y PR son las líneas en rojo. Asimismo, se aprecian los números que identifican los tramos (como por ejemplo 94160585) y los proyectos (como por ejemplo 383). Como contexto se entrega la base hidrográfica del IGM en color celeste.

En la zona centro-izquierda de la figura se puede apreciar el proyecto número 383. Este proyecto muestra cinco líneas representando la unión entre cinco PC y un PR. Un PC existe en el tramo 94160587, otros dos en el 94160586, otro en el 94168511 y hay un último tramo (94160564) hacia la derecha fuera de la imagen. La definición del proyecto 1100 es más sencilla; sin embargo,

incorpora también más de un tramo (94168511 y 94160585). Se observa entonces que los proyectos comparten tramos; y también cada tramo puede incorporar varios proyectos.

En este contexto complejo, es obvio que no se puede incluir o excluir un tramo sin incluir o excluir componentes importantes de proyectos, situación que dejaría varios proyectos no escogidos (por razón de no tener tramos necesarios).

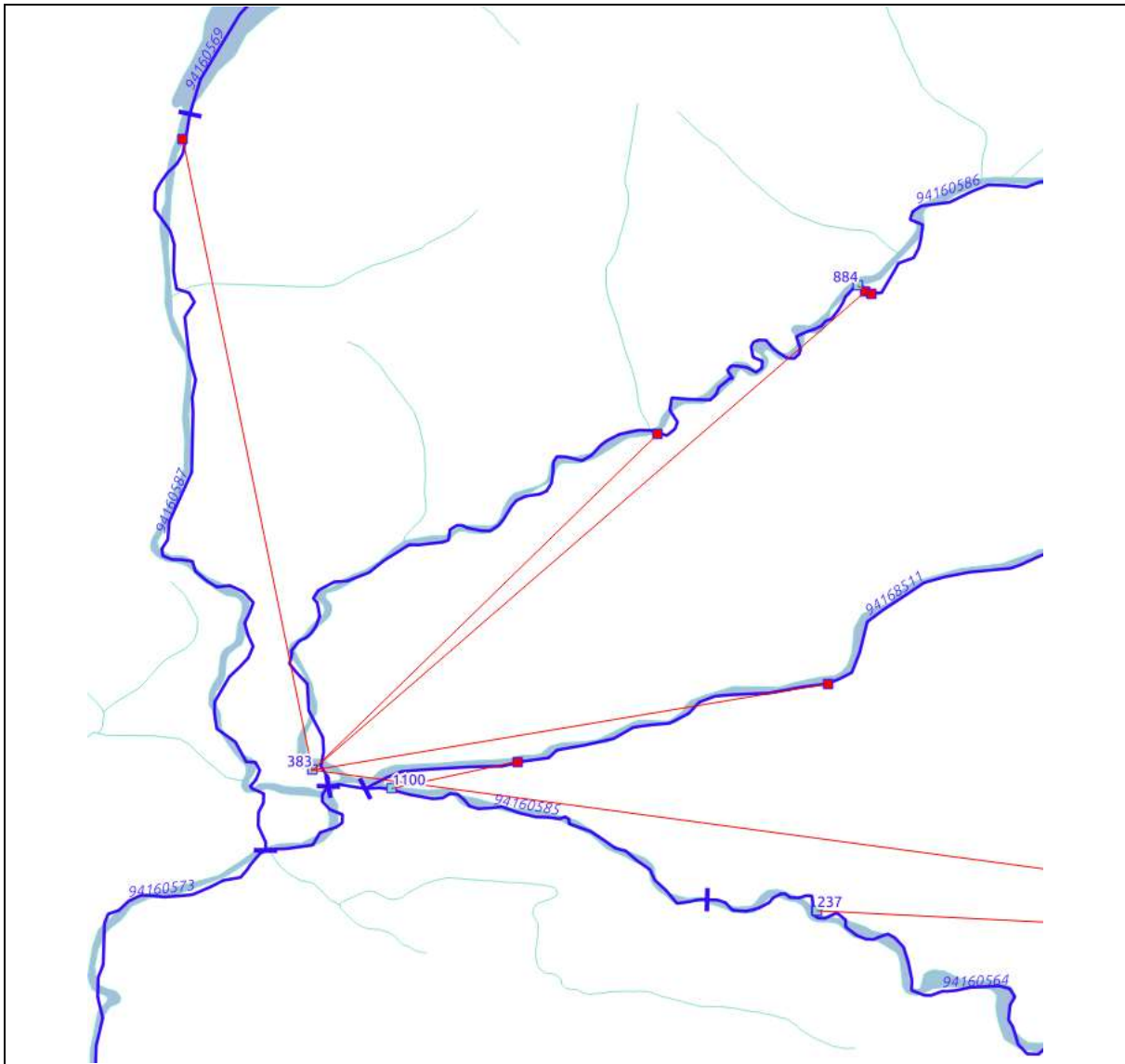


Figura 213. Ejemplo de situación compleja en relación a ubicación de puntos de captación, restitución y tramos para proyecto hidroeléctrico arbitrariamente seleccionado

Fuente: elaboración propia

En consideración con las limitaciones y complejidad explicadas, se ha determinado que la única definición factible de las UP es aquella basada en el proyecto incluyendo sus componentes esenciales, es decir, los PC y PR pero también considerando otras relaciones que pueden existir entre el proyecto y tramos de río dado las relaciones hidrológicas e hidráulicas que se transmiten longitudinalmente en el cauce. Estas relaciones llevan a considerar que cada proyecto (UP) contiene dentro de su área de influencia una serie de tramos de acuerdo a las siguientes situaciones:

1. **Tramo captación:** el (los) tramo(s) en qué ocurre(n) el (los) punto(s) de captación;
2. **Tramo restitución:** el tramo en qué ocurre el punto de restitución;
3. **Tramos entre captación y restitución:** cualquier otro tramo necesario para tener una red continua entre puntos de captación y restitución (en situaciones complejas, con PC y PR en cursos de agua separados, esta red incluye tramos aguas abajo hasta la confluencia de los cursos separados);
4. **Tramos de influencia aguas abajo:** se reconoce adicionalmente que dadas las magnitudes de aportes de caudal relativo entre el área de influencia directa de un proyecto y los tramos aguas abajo se introducen tramos adicionales hasta el punto que la longitud total de la red abajo del tramo de restitución supere de manera significativa (se asume el doble en este caso) la longitud de la red aguas arriba. El concepto detrás de esto es que la llegada de aguas “nuevas” al río va extinguiendo los efectos “hidrológicos o hidráulicos” del proyecto.

Los primeros tres grupos de tramos han sido llamados el núcleo del proyecto; el conjunto de estos tres más el cuarto grupo conforman la huella del proyecto. La siguiente figura representa de manera esquemática simplificada cada uno de estos conceptos. Se destaca el tramo sin números que conecta con tramo 8 a su punto aguas abajo y cuya contribución de aguas nuevas extingue los efectos del proyecto.

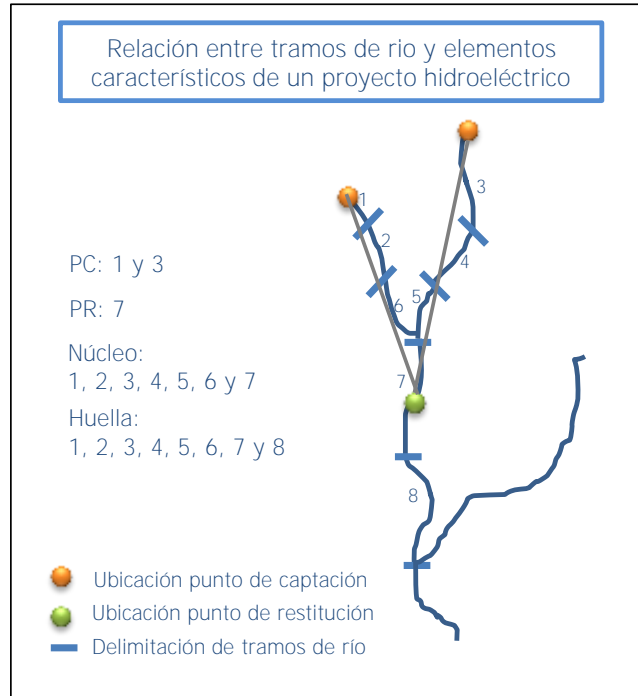


Figura 214. Representación esquemática entre tramos de río y elementos característicos de proyectos hidroeléctricos

Fuente: Elaboración propia

Con esta definición de los UP, el equipo construyó dichas unidades tomando en cuenta todos los tramos relevantes en función la ubicación de la estructura básica (PC y PR) y estos conceptos de núcleo o huella recién definidos.

Por ejemplo, regresando a la **Figura 213**, es posible apreciar que el proyecto 383 incorpora dentro de su área de influencia los siguientes tramos:

1. **Tramos relacionados con PC:** 94160587, 94160586, 94168511 y 94160563 fuera de la imagen)
2. **Tramo relacionado con PR:** 94160586
3. **Tramo intermedio para formar el núcleo:** 94160564.
4. **Tramo para formar huella.** Es necesario agregar un tramo más para extinguir los efectos del proyecto: el tramo 94160573, directamente aguas abajo de 94160586, que tiene longitud total de 90.360 m, que es más que suficiente para extinguir los efectos del proyecto 383 con su longitud total de aguas arriba de 10.522 m; (la longitud del tramo 94160573 viene de su propia longitud y sus otros tributarios).

6.3 Determinación de OdV a la escala de tramo y asociación a UP

Para realizar la modelación es necesario asociar espacialmente los proyectos (UP) con atributos espaciales que representan la presencia de OdV en el área de influencia de los proyectos. Como el área de influencia está determinada a través de tramos de río, la asociación con OdV se realiza a este nivel. De manera simplificada el procedimiento para poder asociar los OdV a cada UP requiere de las siguientes etapas cuya explicación se detalla a continuación:

1. **Determinar la presencia de OdV en tramos de río.** En esta etapa se realiza una conexión espacial entre los tramos de río y el atributo de cada OdV que mejor pueda explicar esta conexión (traslape espacial o funcional).
2. **Realizar el ejercicio de normalización y condicionamiento de OdV.** En esta etapa se debe realizar un ejercicio de normalización para poder considerar todos los OdV a través de magnitudes comparables. También debe definirse el nivel de condicionamiento relativo que se le atribuye a cada OdV. El nivel de condicionamiento en este proyecto ha sido propuesto a través de un acuerdo entre los dos equipos consultores y la contraparte del Ministerio de Energía, pero es factible de modificar bajo otros contextos de toma de decisiones.
3. **Asociar a cada proyecto el traslape total de OdV.** Considerando los tramos insertos en el área de influencia de cada proyecto potencial (UP) y la asociación de OdV a cada tramo en una cuenca se realiza finalmente una asociación de OdV a cada proyecto potencial.

6.3.1 Determinación de presencia de OdV en tramos

Para realizar esta asociación se requiere considerar elementos que caracterizan los OdV que se puedan reconocer a escalas espaciales más detalladas que el nivel de SSC que es la escala en la que se presentan los OdV en el Capítulo V. Sin embargo, la construcción de estos OdV a esa escala de SSC contempla la identificación de ciertos atributos espaciales que ayudan a identificar la presencia de éstos objetos. Por ejemplo, en el caso del OdV T.10 “Parques nacionales” la presencia del OdV a escala de SSC utiliza el polígono que define las fronteras de los parques nacionales. El atributo espacial utilizado en ese caso es justamente este polígono. En otros casos se han considerados atributos espaciales que no formaron parte de la construcción de un OdV pero que representan de mejor manera la posible interacción espacial existente entre el objeto valorado y el desarrollo hidroeléctrico. Por ejemplo, en el caso del OdV P.1 “Producción agrícola” su valoración a escala de SSC se realiza considerando la valoración monetaria de la actividad agrícola (producción de cultivos). Sin embargo, un mejor elemento que ayude a considerar cual es la interacción que pueda existir entre esta actividad y el desarrollo hidroeléctrico es la presencia de canales de regadío. Por esta razón se considera que la presencia de bocatomas de riego es el mejor atributo para asociar este OdV a un tramo de río.

El trabajo de asociación de estos distintos atributos a escala de tramos se realiza a través de tres mecanismos diferentes.

El primer mecanismo aplica en el caso de la mayoría de OdV fluviales, los que por construcción se generan a la escala de tramo de río en su nivel más detallado. Por ende, el atributo que presenta la presencia o ausencia de OdV en estos casos es la misma caracterización del OdV a esa escala. Este mecanismo aplica a los OdV: F.1 – F.8, F.10 – F.13.

El segundo mecanismo considera la interacción física (traslape espacial directo) entre tramos y el atributo que caracteriza un OdV. Un ejemplo de la aplicación de este mecanismo corresponde a tramos de río que queden al interior de Parques Nacionales (OdV T.10). Este mecanismo aplica a los OdV: F.9, F.14, T.1 – T.3, T.5 – T.12, S.1, S.2, C.1.3, C.2.2, P.1 – P.3, P.6. Se aplica un buffer con radio de 500m alrededor de los tramos para modelar el área de influencia del tramo.

El tercer mecanismo considera interacciones físicamente no traslapadas, pero funcionalmente dependientes entre tramos y atributos que determinan la existencia de un OdV. Un ejemplo de este mecanismo es la presencia de tramos dentro el área de interés de comunidades indígenas, definido como buffer con radio fijo alrededor de cada comunidad indígena (OdV C.1.5). Dentro de esta categoría se encuentran los OdV: T.3, C.1.1, C.1.2, C.1.4, C.1.5, C.2.1, C.2.3. Otro ejemplo de este tercer mecanismo corresponde a la presencia de tramos dentro el área de afectación de un OdV. Por ejemplo, un tramo que se encuentre visible alrededor de un atractivo turístico (OdV P.5.2). Se determina la presencia de OdV en la intersección entre los tramos y polígonos de visibilidad alrededor de los factores que determinan la presencia de OdV. Este mecanismo aplica para los siguientes OdV: P.5.2, P.5.3. En forma similar al segundo mecanismo descrito arriba, se aplica un buffer con radio de 500m alrededor de los tramos para modelar el área de influencia del tramo y se compute el traslape entre las dos áreas.

Siguiendo esos mecanismos se pudo desarrollar información respecto de la presencia/ausencia de OdV a escala de tramos. A modo de ejemplo se presenta la siguiente tabla:

Tabla 160. Tramos y sus OdV

Tramo ID	F.1	F.2	F...	T.1	T...	S.1	S.2	C.1.1	C...	P.1	P.2	P...
94371231	1	1	...	51,1561	...	0	23	1	...	0	0,00866976	...
94371230	1	1	...	50,6343	...	0	13	1	...	0	0,0175253	...
94371229	1	1	...	50,2142	...	0	54	1	...	0	0,00153	...
94371228	1	1	...	52,2003	...	0	18	1	...	0	0,210989	...
94371226	1	1	...	52,8677	...	0	6	1	...	0	0,0915982	...
94371225	1	1	...	51,9943	...	0	34	1	...	0	0,0410201	...
94371224	1	1	...	51,5669	...	0	0	1	...	0	0,280832	...
94371223	1	1	...	50,9994	...	0	0	1	...	0	0	...
94127509	1	1	...	41,7794	...	0	0	1	...	0	0	...

Fuente: Elaboración propia.

6.3.2 Normalización y condicionamiento de OdV en tramos

Se observa en la Tabla que algunos OdV se manifiestan de manera binaria: 0 (ausente) o 1 (presente); otros OdV se manifiestan con cifras como 23, 6, 51,1561 o 0,00866976. Los últimos reflejan que para algunos OdV es posible generar una representación continua que denota la presencia en abundancia relativa de estos objetos. Considerando los tipos distintos de OdV (binario y continuo), se determinó un mecanismo de normalización para poner cada OdV en una base similar y de esta manera no sesgar el proceso posterior de optimización.

Este mecanismo tiene los siguientes aspectos:

- los OdV binarios reciben un valor de 0 con input de 0 y un valor de 8 con input de 1;
- los OdV continuos reciben un valor de:
 - 0 con input de 0;
 - 1 si su valor se encuentra en el primer cuartil de distribución de datos;
 - 2 si su valor se encuentra en el segundo cuartil;
 - 4 si su valor se encuentra en el tercer cuartil;
 - 8 si su valor se encuentra en el cuartil final.

Se destaca que el propósito de la secuencia de valores 1, 2, 4, 8 para los cuartiles 1, 2, 3, 4 es crear una diferencia significativa entre cada cuartil (presencia de OdV en el cuartil 2 es dos veces más influyente que en el cuartil 1; en el cuartil 3 es dos veces más influyente que en el cuartil 2; y en el cuartil 4 es dos veces más influyente que en el cuartil 3). Evidentemente la selección de esta secuencia es arbitraria: se podría utilizar 1, 3, 6, 9 o 1, 10, 100, 1000 u cualquiera otra. Sería posible también probar otras secuencias para determinar sus efectos, pero en general una secuencia como 1, 2, 3, 4 minimiza las diferencias entre cuartiles, mientras que una secuencia como 1, 10, 100, 1000 las enfatiza. Otra consideración es la aplicación de 1 a cualquier valor dentro del cuartil 1, 2 a cualquier valor en el cuartil 2, 4 a cualquier valor en el cuartil 3 y 8 a cualquier valor en el cuartil 4. En vez de este algoritmo, es posible aplicar la misma escala en forma proporcional, lo que arroja un resultado cercano a 0 en los valores bajos del cuartil 1 y cercano a 1 en los valores altos, un resultado cercano a 1 en los valores bajos en el cuartil 2 y cercano a 2 en los valores altos, etc. Es posible probar esta alternativa para determinar su efecto.

Adicionalmente a este proceso de normalización, se determinó un mecanismo de ponderación de cada categoría de OdV por relevancia en función del grado de condicionamiento se espera genere

ese OdV respecto del desarrollo hidroeléctrico. Este grado de relevancia fue discutido al interior del equipo de trabajo y con la Contraparte y se implementó considerando los siguientes aspectos:

- se multiplica un OdV de baja relevancia por un factor de 1;
- se multiplica un OdV de mediana relevancia por un factor de 2;
- se multiplica un OdV de alta relevancia por un factor de 4.

Por su consideración especial en el caso del OdV T.10 “Parques nacionales”, se aplica un valor de 10.000.000 a la presencia de este OdV en un tramo. Usando el concepto de condicionamiento el mensaje que se quiere dar es que hoy es prácticamente imposible desarrollar un proyecto hidroeléctrico al interior de un parque nacional.

Se destaca que el propósito de esa ponderación es enfatizar que algunos OdV poseen un grado de restricción más alto en el desarrollo del PH que otros. Si se buscan alternativas a seguir para definir las ponderaciones en los objetos de valoración y/o sus atributos, es posible pensar en otros esquemas que podrían ser razonables; por ejemplo, la ponderación baja = 1, mediana = 2, alta = 4 podría ser baja = 1, mediana = 3, alta = 9; o podrían existir grupos de OdV que, si están presentes en conjunto, impiden definitivamente cualquier desarrollo y requieren un alto grado de ponderación, similar a parques nacionales. También, es razonable cambiar el esquema de ponderación para determinar la sensibilidad de las soluciones a este tipo de cambios. Finalmente, es razonable desarrollar escenarios alternativos que utilicen otros esquemas de ponderación para enfatizar “áreas de aptitud especial”, por ejemplo, poniendo más restricción en áreas reconocidas por su valor turístico y menos restricción en áreas que ya han mostrado un cierto grado de desarrollo.

Dos ejemplos basados en la tabla anterior ilustran estos métodos para generar la presencia final de OdV a escala de tramos:

- en el caso de OdV T.1 (Especies terrestre en categoría de amenaza), se aplica los cuartiles:
 - input 0 = output 0
 - $0 < \text{input} \leq 48,2991 = \text{output 1}$ (primer cuartil)
 - $48,2991 < \text{input} \leq 50,2467 = \text{output 2}$ (segundo cuartil)
 - $50,2467 < \text{input} \leq 52,1754 = \text{output 4}$ (tercer cuartil)
 - $52,1754 < \text{input} = \text{output 8}$ (cuarto cuartil)
 - se determinó en este caso el nivel de condicionamiento como mediano = 2
 - ejemplos de normalización y aplicación de nivel de condicionamiento:

- input OdV 0 → output OdV 0 * 2 = 0
 - input OdV 49 → output OdV 1 * 2 = 2
 - input OdV 50 → output OdV 2 * 2 = 4
 - input OdV 52 → output OdV 4 * 2 = 8
 - input OdV 53 → output OdV 8 * 2 = 16
- en el caso de OdV S.2 (Necesidades sociales de subsistencia alimentaria), también se aplica los cuartiles:
 - input 0 = output 0
 - $0 < \text{input} \leq 1 = \text{output } 2$ (primer y segundo cuartiles)
 - $1 < \text{input} \leq 6 = \text{output } 4$ (tercer cuartil)
 - $6 < \text{input} = \text{output } 8$ (cuarto cuartil)
 - se determinó el nivel de condicionamiento como bajo = 1
 - ejemplos de normalización y aplicación de nivel de condicionamiento:
 - input OdV 0 → output OdV 0 * 1 = 0
 - input OdV 1 → output OdV 2 * 1 = 2
 - input OdV 4 → output OdV 4 * 1 = 4
 - input OdV 8 → output OdV 8 * 1 = 8

Usando estos mecanismos de normalización y ponderación por relevancia, se convirtió la tabla anterior a la siguiente tabla:

Tabla 161. Tramos y sus OdV, normalizados y ponderados por relevancia al desarrollo hidroeléctrico

Tramo ID	F.1	F.2	F...	T.1	T...	S.1	S.2	C.1.1	C...	P. 1	P. 2	P...
94371231	32	32	...	8	...	0	8	32	...	0	2	...
94371230	32	32	...	8	...	0	8	32	...	0	2	...
94371229	32	32	...	8	...	0	8	32	...	0	2	...
94371228	32	32	...	16	...	0	8	32	...	0	8	...
94371226	32	32	...	16	...	0	8	32	...	0	4	...
94371225	32	32	...	8	...	0	8	32	...	0	4	...
94371224	32	32	...	8	...	0	0	32	...	0	8	...
94371223	32	32	...	8	...	0	0	32	...	0	0	...
94127509	32	32	...	2	...	0	0	32	...	0	0	...

Fuente: Elaboración propia

6.3.3 Asociación de OdV a cada proyecto potencial

Una vez determinada la presencia normalizada de OdV por tramo, se utiliza la definición de tramos existentes en el área de influencia de cada proyecto (UP) para poder determinar la relación de OdV con cada UP sumándose para cada proyecto la cantidad de OdV por categoría considerando los tramos relevantes. Esto considera que el traslape espacial de OdV con proyectos debe considerarse de manera distinta los tramos existentes en sus áreas de influencia. En algunos casos se consideran solamente los tramos donde se ubica el PC o el PR, en otros se consideran todos los tramos del núcleo del proyecto o en otros se consideran los tramos de la huella del proyecto. Esta consideración es la última etapa para generar las bases para la optimización. Los resultados de la optimización indican los tramos involucrados en generación y los OdV que potencialmente condicionan su desarrollo. La siguiente tabla muestra un ejemplo de cómo se configura la información para cada proyecto.

Tabla 162: Definiciones de las unidades de planificación, basadas en proyectos

ID	PH	Total de OdV	F.1	F.2	F...	T.1	T...	S.1	S.2	C.1.1	C...	P.1	P.2	P...
1034	9	1006	160	160	...	2	...	0	0	160	...	0	0	...
523	55	802	96	96	...	24	...	0	4	96	...	0	16	...
1054	7	867	96	96	...	8	...	0	12	96	...	0	4	...
32	792	1749	320	320	...	4	...	0	4	320	...	8	4	...
547	49	481	64	64	...	2	...	0	4	64	...	0	4	...
552	46	1397	160	160	...	12	...	0	20	160	...	0	20	...
42	1028	1241	224	224	...	8	...	0	0	224	...	8	8	...
1066	7	498	64	64	...	2	...	0	8	64	...	0	0	...
1067	6	20000396	0	0	...	18	...	0	0	64	...	2	0	...

Fuente: Elaboración propia

La columna ID es el número único que identifica el proyecto; PH es el potencial hidroeléctrico en decenas de MW (el algoritmo de optimización, 0-1 *Knapsack*, usado requiere input de números enteros por lo que los MW originales se multiplican por 10 al ser ingresado como input al modelo); Total de OdV es la suma de las celdas a la derecha; y las columnas F.1, F.2 etc. son las sumas de los OdV presentes en todos los tramos relevante al OdV (tramo PC; tramos PC y PR; tramos del núcleo; tramos de la huella). Se nota el total de 20.000.369 para proyecto 1067. Esto indica la presencia de un parque nacional (T.10) dentro de los OdV que se traslapan con este proyecto.

Las primeras tres columnas de esta tabla son el input al algoritmo *Knapsack*, que busca el conjunto de UP con el más alto valor a un nivel predeterminado de traslape espacial (potencial condicionamiento) por parte de los OdV.

6.3.4 Resumen de parámetros de los factores condicionantes

La siguiente tabla muestra varios parámetros de interés para los OdV:

Tabla 163: Parámetros de los OdV

OdV relacionado	Ficha	Geometría	SIG: Cálculación extensión a área	SIG: Cálculación de traslape	Extracción de atributos: Conversión a proyectos	Factor condi- cionante
F.01 Especies fluviales en categoría de amenaza	tramos.shp	línea	n/a	n/a	huella	4
F.02 Especies fluviales endémicas	tramos.shp	línea	n/a	n/a	huella	4
F.03 Régimen hidrológicamente no alterado	tramos.shp	línea	n/a	n/a	huella	2
F.04 Régimen de sedimentos no alterado	tramos.shp	línea	n/a	n/a	huella	2
F.05 Sistemas de agua dulce con conectividad longitudinal a nivel de cauce no fragmentada	tramos.shp	línea	n/a	n/a	núcleo	2
F.06 Sistemas de agua dulce con conectividad longitudinal del corredor ripariano	tramos.shp	línea	n/a	n/a	PPCC y PR	2
F.07 Sistemas de agua dulce con conectividad lateral no fragmentada	tramos.shp	línea	n/a	n/a	PPCC y PR	2
F.08 Accesibilidad de la red hidrográfica	tramos.shp	línea	n/a	n/a	PPCC	2
F.09 Sistemas de agua dulce con condiciones naturales de calidad físico-química del agua	tramos.shp	línea	n/a	n/a	núcleo	1
F.10 Sistemas fluviales morfológicamente	tramos.shp	línea	n/a	n/a	huella	2

OdV relacionado	Ficha	Geometría	SIG: Cálculo de extensión a área	SIG: Cálculo de traslape	Extracción de atributos: Conversión a proyectos	Factor condicionante
intactos						
F.11 Comunidad fluviales sin intervención	tramos.shp	línea	n/a	n/a	huella	2
F.12 Áreas fluviales críticas para la conservación de la diversidad o singularidad de especies	tramos.shp	línea	n/a	n/a	huella	4
F.13 Ecosistemas lacustres	tramos.shp	línea	n/a	n/a	núcleo	1
F.14 Glaciares	tramos.shp	línea	n/a	n/a	núcleo	1
T.01 Especies terrestre en categoría de amenaza	biobio_estado_conservacion, maule_estado_conservacion, y tolten_estado_conservacion	raster	n/a	promedio del valor del raster dentro el buffer del tramo	núcleo	2
T.02 Especies terrestres endémicas	maule_endemicos,tolten_endemicos, biobio_endemicos	raster	n/a	promedio del valor del raster dentro el buffer del tramo	núcleo	1
T.03 Áreas terrestres críticas para la conservación de la diversidad o singularidad de especies	IBA	punto	buffer de 5.000m	intersección buffer de OdV con buffer de tramo	núcleo	2
T.04 Áreas de paisaje terrestre natural	Catastro del Bosque Nativo	polígono	n/a	intersección polígono de OdV con buffer de tramo	núcleo	1
T.05 Cohesión del hábitat natural (Paisaje natural no fragmentado)	Indice_fragmentacion.shp	polígono	n/a	intersección polígono de OdV con buffer de tramo	núcleo	1
T.06 Comunidades terrestres sin	Ecosistemas.shp	polígono	n/a	intersección polígono de	núcleo	1

OdV relacionado	Ficha	Geometría	SIG: Cálculo de extensión a área	SIG: Cálculo de traslape	Extracción de atributos: Conversión a proyectos	Factor condicionante
intervención				OdV con buffer de tramo		
T.07 Ecosistemas terrestres azonales	Glaciares y humedales	polígono	n/a	intersección polígono de OdV con buffer de tramo	núcleo	4
T.08 Ecosistemas terrestres en categoría de amenaza	Ecosistemas amenazados	polígono	n/a	intersección polígono de OdV con buffer de tramo	núcleo	1
T.09 Protección frente a la erosión	Catastro del Bosque Nativo, Erodabilidad y Erosividad	polígono	n/a	intersección polígono de OdV con buffer de tramo	núcleo	1
T.10 Parques nacionales	SNASPE	polígono	n/a	intersección polígono de OdV con buffer de tramo	PPCC y PR	10.000.000
T.11 Áreas oficiales de conservación excluyendo parques nacionales	SNASPE, BNP, Santuarios	polígono	n/a	intersección polígono de OdV con buffer de tramo	núcleo	2
T.12 Áreas de conservación de interés privados y sitios prioritarios	ICP, Sitios Prioritarios Conservación	polígono	n/a	intersección polígono de OdV con buffer de tramo	núcleo	2
S.01 Necesidades sociales de subsistencia: sanidad y agua potable	APR_MOP_NOV2014.shp	punto	n/a	intersección punto de OdV con buffer de tramo	núcleo	1
S.02 Necesidades sociales de subsistencia alimentaria	Fuente Geometría Usuarios INDAP (PDTI.shp SAT.shp, Prodesal.shp)	punto	n/a	intersección punto de OdV con buffer de tramo	núcleo	1
C.01.1 Sitios de	Sitios_de_Significació	puntos,	buffer de	intersección	huella	4

OdV relacionado	Ficha	Geometría	SIG: Cálculo de extensión a área	SIG: Cálculo de traslape	Extracción de atributos: Conversión a proyectos	Factor condi- cionante
significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales indígenas	n_Cultural_Indígena Títulos de Merced Compras 20a y 20b P_Fiscal_Traspasada_ BBNN	polígonos	5.000m	buffer de OdV con buffer de tramo		
C.01.2 Relevancia de tierra indígena	Títulos de Merced Compras 20a y 20b P_Fiscal_Traspasada_ BBNN	polígonos	buffer de 5.000m	intersección buffer de OdV con buffer de tramo	núcleo	2
C.01.3 Relevancia de Áreas de Desarrollo Indígena	ADI	polígonos	n/a	intersección buffer de OdV con buffer de tramo	núcleo	1
C.01.4 Relevancia de demandas de tierra indígena	Reivindicaciones_CON ADI	polígonos	buffer de 5.000m	intersección buffer de OdV con buffer de tramo	núcleo	4
C.01.5 Presencia de comunidades indígenas	CI_PJ_CONADI_2016	puntos	buffer de 5.000m	intersección buffer de OdV con buffer de tramo	núcleo	4
C.02.1 Sitios arqueológicos	Sitios_Arqueológicos	puntos	buffer de 5.000m	intersección buffer de OdV con buffer de tramo	núcleo	4
C.02.2 Sitios de alto valor paisajístico	Adaptación Guía del SEA (Calidad Visual del Paisaje, Visibilidad y Paisajes consolidados)	puntos, líneas, polígonos	n/a (ya calculado por cada SSC)	intersección SSC con buffer de tramo	núcleo	2
C.02.3 Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales	Fiestas Populares	puntos	buffer de 5.000m	intersección buffer de OdV con buffer de tramo	núcleo	2
P.01 Producción agrícola	bocatomas_a_nivel_n acional.shp	puntos	n/a	intersección punto de OdV con	huella	1

OdV relacionado	Ficha	Geometría	SIG: Cálculo de extensión a área	SIG: Cálculo de traslape	Extracción de atributos: Conversión a proyectos	Factor condicionante
				buffer de tramo		
P.02 Producción forestal	Catastro y ODEPA	polígonos	n/a	intersección polígono de OdV con buffer de tramo	núcleo	1
P.03 Servicios sanitarios	CPA planilla, SISS	puntos	n/a	?	huella	2
P.04 Actividad minera	n/a	n/a	n/a	n/a	na	1
P.05.1 Zonas de interés turístico	ZOIT.shp	polígonos	n/a	intersección polígono de OdV con buffer de tramo	huella	4
P.05.2 Atractivos turísticos	Atractivos turísticos.shp	puntos	visibilidad	intersección polígono de visibilidad de OdV con buffer de tramo	huella	2
P.05.3 Circuitos turísticos	Circuitos turísticos.shp	líneas	visibilidad	intersección polígono de visibilidad de OdV con buffer de tramo	huella	4
P.05.4 Destinos turísticos	Destinos turísticos.shp	polígonos	n/a	intersección polígono de OdV con buffer de tramo	huella	4
P.06 Actividad acuícola	Pisciculturas	puntos	n/a	Intersección punto de OdV con buffer de tramo	huella	2

Fuente: Elaboración propia

6.3.5 Distribución de factores condicionantes y potencial hidroeléctrico

Una vez realizada la asimilación de OdV a todos los proyectos, se puede visualizar a escala de tramo de río las distribuciones relativas de presencia de OdV condicionantes y del potencial hidroeléctrico en MW. De acuerdo a lo que se presenta en las siguientes figuras y de manera similar a lo observado en el proyecto inicial de cuencas se nota que la distribución de OdV es relativamente uniforme en todos los tramos de las cuencas, sin embargo, la distribución de potencial hidroeléctrico está muy concentrada. Esta situación indica que ante cualquier desarrollo hidroeléctrico la mayoría de los OdV no deberían estar afectados. En los gráficos de comparación de OdV y PH se ordenan los tramos por PH descendente y por número de identificación del tramo.

Es posible notar algunos OdV con valores:

- muy elevados, resultado de la presencia de parques nacionales; a diferencia de la situación en el Toltén, se nota pocos tramos con PH afectado por presencia de parques nacionales en el caso de la cuenca del Maule y Biobío.
- muy bajos, resultado de tramos conectores que atraviesan lagos y por eso que muestran pocos OdV.

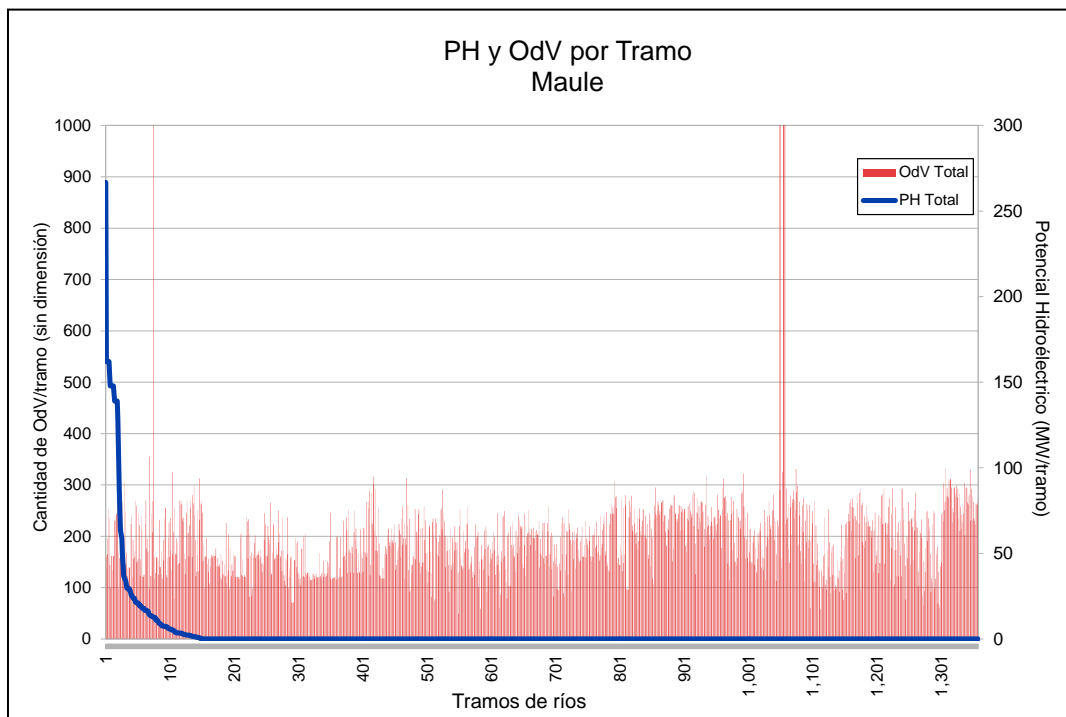


Figura 215. Maule – Distribución de OdV vs PH

Fuente: Elaboración propia

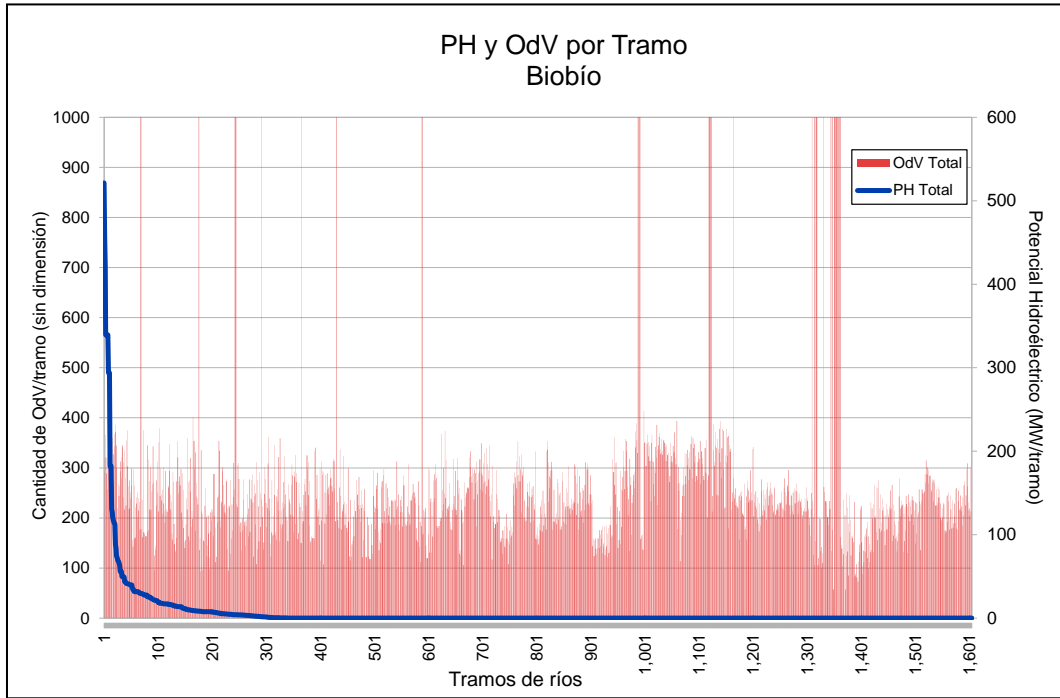


Figura 216. Biobío – Distribución de OdV vs PH

Fuente: Elaboración propia

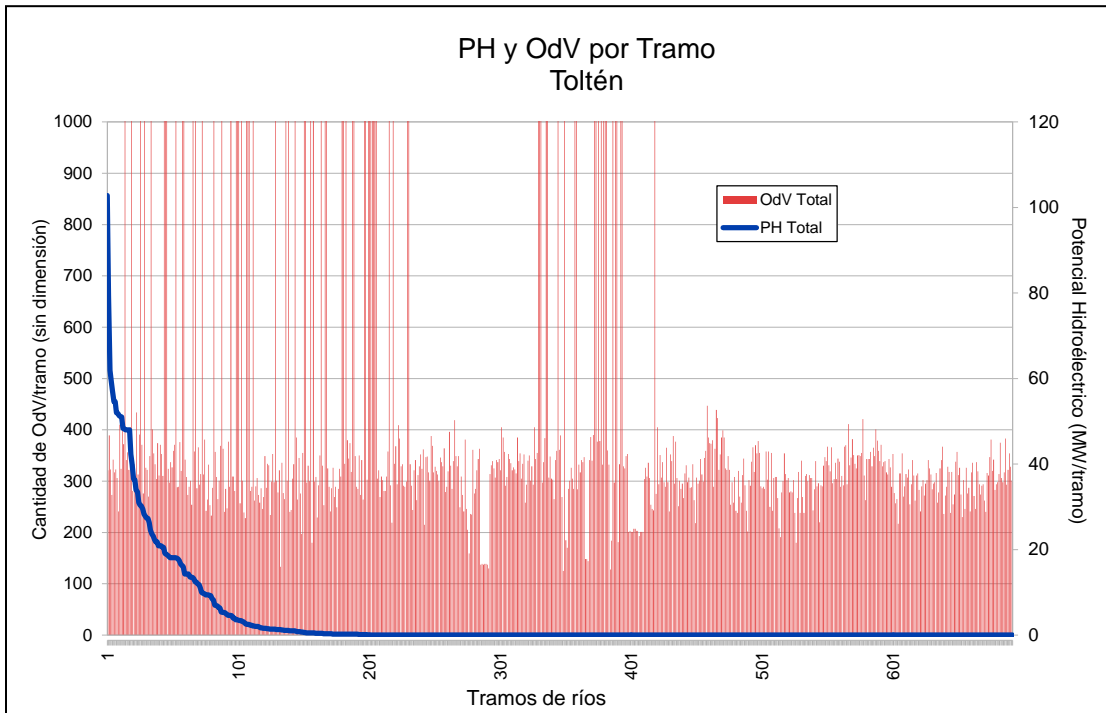


Figura 217. Toltén – Distribución de OdV vs PH

Fuente: Elaboración propia

6.4 Resultados de distintos ejercicios de modelación

6.4.1 Presentación de los ejercicios modelación

Los ejercicios de modelación exploraron el problema de selección de UP desde varias perspectivas o escenarios, usando la herramienta de optimización denominada “0-1 *knapsack*” (el problema binario de la mochila¹⁰⁷), usando el Potencial Hidroeléctrico como *valor* y la cantidad total de OdV como *peso*. De esta manera, la formulación general del problema *knapsack*, que es “determinar la combinación de objetos que aporten el valor más grande con una capacidad de pesos máxima fijada”, se convierte en “determinar la combinación de proyectos que aporten el PH acumulado más grande con un cierto nivel máximo acumulado de OdV traslapados por estos proyectos”. Al igual que en la primera etapa del proyecto Cuencas, se aplicó el algoritmo de programación dinámica para solucionar este problema eficientemente, adoptando el código libremente disponible en el sitio *Rosetta Code*, específicamente la versión en el lenguaje de programación *Groovy* que es breve, sencillo y eficiente.¹⁰⁸

Una vez desarrollado el algoritmo y con todas las bases de información listas se desarrollan dos tipos de ejercicios de modelación: un primer ejercicio de modelación considera la totalidad de los OdV y resuelve con esa base el problema de la máxima cantidad de PH que se podría desarrollar en función del máximo nivel de traslape con OdV; un segundo ejercicio de modelación muestra la posibilidad de utilizar la herramienta para analizar situaciones particulares respecto de la relación entre ciertos OdV y el desarrollo hidroeléctrico.

6.4.2 Primer ejercicio de modelación: selección de PH en función de máximo traslape con OdV

En este primer ejercicio de modelación se definen ocho escenarios con un nivel máximo de traslape del total de OdV existentes en cada cuenca. En este sentido el objetivo de este primer tipo de ejercicios de modelación es seleccionar un grupo de unidades de planificación UP (proyectos) que contribuyan al más alto valor posible de PH, pero traslapándose con no más de N% del total de los OdV (excluyendo las contribuciones de los parques nacionales). N considera ocho posibles escenarios con valores que van desde un 20 a un 1% de máximo nivel de traslape.

¹⁰⁷ María del Carmen Hernández Ayuso. Introducción a la programación lineal, 1ª edición (México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2007), pág 8.

¹⁰⁸ http://rosettacode.org/wiki/Knapsack_problem/0-1/. Los principios de operación de programación dinámica para solucionar el problema *Knapsack* están discutidos en más detalle en Anexos del proyecto Cuencas 1.

Una vez seleccionada los grupos de UP, se transfiere el potencial seleccionado a los tramos que forman los núcleos de los proyectos. Las siguientes tablas presentan los resultados nivel de cuencas.

Tabla 164: Resultados de ejercicio de modelación con distintos escenarios en cuenca del Maule

Objetivo del total de 258.587 sin parques nacionales		Potencial seleccionado del total de 1.368,3 MW		OdV seleccionado del total de 258.587 sin parques nacionales		Proyectos seleccionados del total de 93 proyectos potenciales	
%	OdV	MW	% del total	OdV	% del total	Proyectos	% del total
1%	2.585	373,2	27%	2551	0,99%	5	5%
2%	5.171	611,4	45%	5119	1,98%	8	9%
3%	7.757	752,9	55%	7719	2,99%	10	11%
4%	10.343	864,0	63%	10314	3,99%	14	15%
5%	12.929	945,1	69%	12856	4,97%	19	20%
10%	25.858	1180,7	86%	25840	9,99%	39	42%
15%	38.788	1288,8	94%	38766	14,99%	58	62%
20%	51.717	1339,9	98%	51565	19,94%	74	80%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 165: Resultados de ejercicio de modelación con distintos escenarios en cuenca del Biobío

Objetivo del total de 369.706 sin parques nacionales		Potencial seleccionado del total de 2.902,2 MW		OdV seleccionados del total de 369.706 sin parques nacionales		Proyectos seleccionados del total de 216 proyectos potenciales	
%	OdV	MW	% del total	OdV	% del total	Proyectos	% del total
1%	3.697	476,2	16%	3663	0,99%	2	1%
2%	7.394	821,0	28%	7387	2,00%	7	3%
3%	11.091	1171,3	40%	10987	2,97%	8	4%
4%	14.788	1349,5	46%	14754	3,99%	13	6%
5%	18.485	1467,2	51%	18456	4,99%	16	7%
10%	36.970	1866,5	64%	36931	9,99%	35	16%
15%	55.455	2151,7	74%	55454	15,00%	56	26%
20%	73.941	2340,9	81%	73923	20,00%	74	34%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 166: Resultados de ejercicio de modelación con distintos escenarios en cuenca del Toltén

Objetivo del total de 208.783 sin parques nacionales		Potencial seleccionado del total de 1.123,4 MW		OdV seleccionados del total de 208.783 sin parques nacionales		Proyectos seleccionados del total de 202 proyectos potenciales	
%	OdV	MW	% del total	OdV	% del total	Proyectos	% del total

total							
1%	2.087	122,4	11%	2044	0,98%	2	1%
2%	4.175	243,9	22%	4105	1,97%	3	1%
3%	6.263	318,1	28%	6124	2,93%	5	2%
4%	8.351	369,9	33%	8323	3,99%	8	4%
5%	10.439	409,1	36%	10431	5,00%	10	5%
10%	20.878	566,5	50%	20742	9,93%	19	9%
15%	31.317	670,9	60%	31258	14,97%	27	13%
20%	41.756	753,7	67%	41756	20,00%	36	18%

Fuente: Elaboración propia

Juntando los resultados en una tabla resumen:

Tabla 167 : Resultados de ejercicio de modelación con distintos escenarios para todas las cuencas

Nivel de condicionamiento	Total MW	Maule MW	Biobío MW	Toltén MW
1%	971,8	373,2	476,2	122,4
2%	1676,3	611,4	821,0	243,9
3%	2242,3	752,9	1171,3	318,1
4%	2583,4	864,0	1349,5	369,9
5%	2821,4	945,1	1467,2	409,1
10%	3613,7	1180,7	1866,5	566,5
15%	4111,4	1288,8	2151,7	670,9
20%	4434,5	1339,9	2340,9	753,7

Fuente: Elaboración propia

Las siguientes figuras muestran la relación entre el porcentaje de OdV que permite traslapar y el PH seleccionado en términos de MW y como porcentaje del total disponible en cada cuenca.

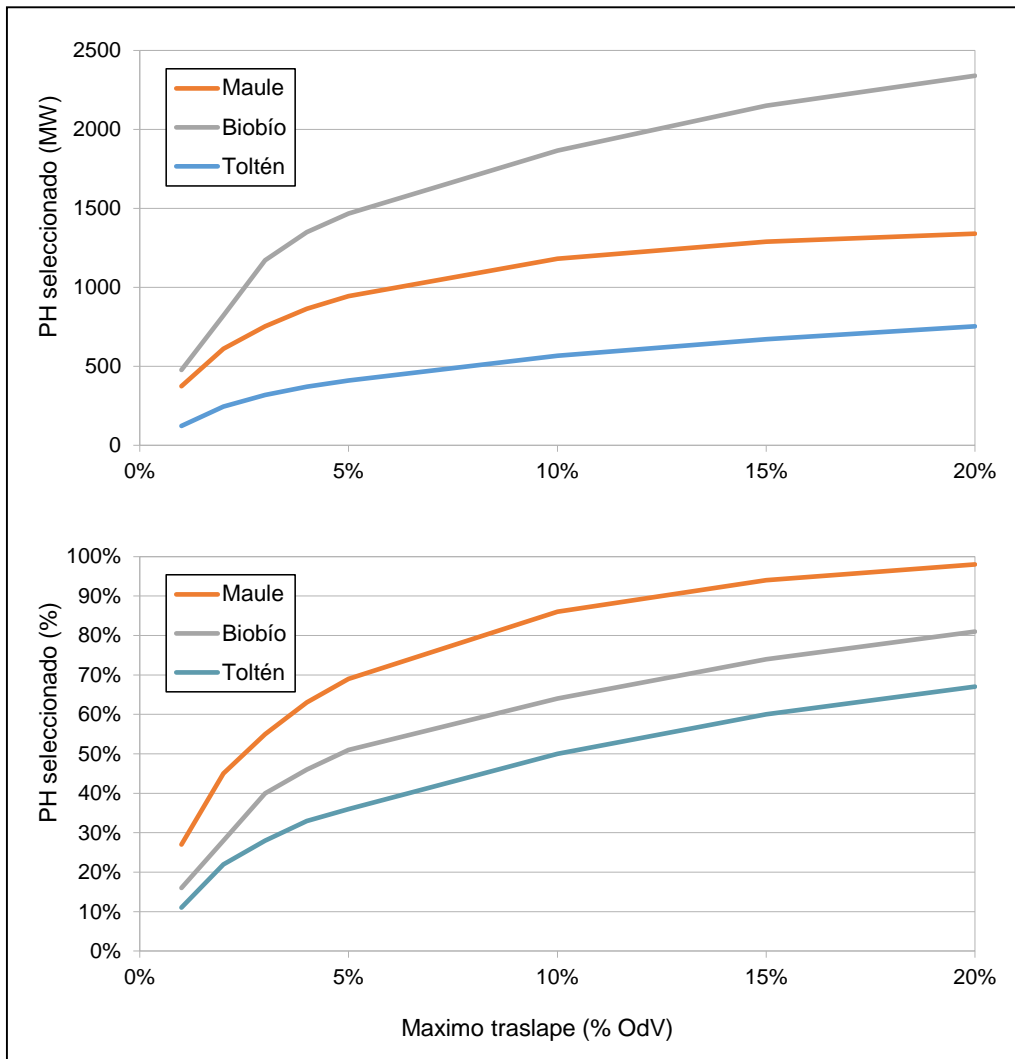


Figura 218. Relación entre máximo traslape de OdV y PH seleccionado

Fuente: Elaboración propia

Una vez ejecutados los varios escenarios y pruebas de sensibilidad, se convierten los proyectos seleccionados en cada escenario a los tramos involucrados, proporcionando el potencial hidroeléctrico seleccionado en los tramos. La información a escala de tramos puede ser, a su vez, agrupada a escala de SSC o comuna y otra escala relevante en el proceso de toma de decisiones. La siguiente figura muestra la diferencia a escala de SSC el total de MW seleccionados por SSC en dos escenarios de máximo traslape (1 y 10%).

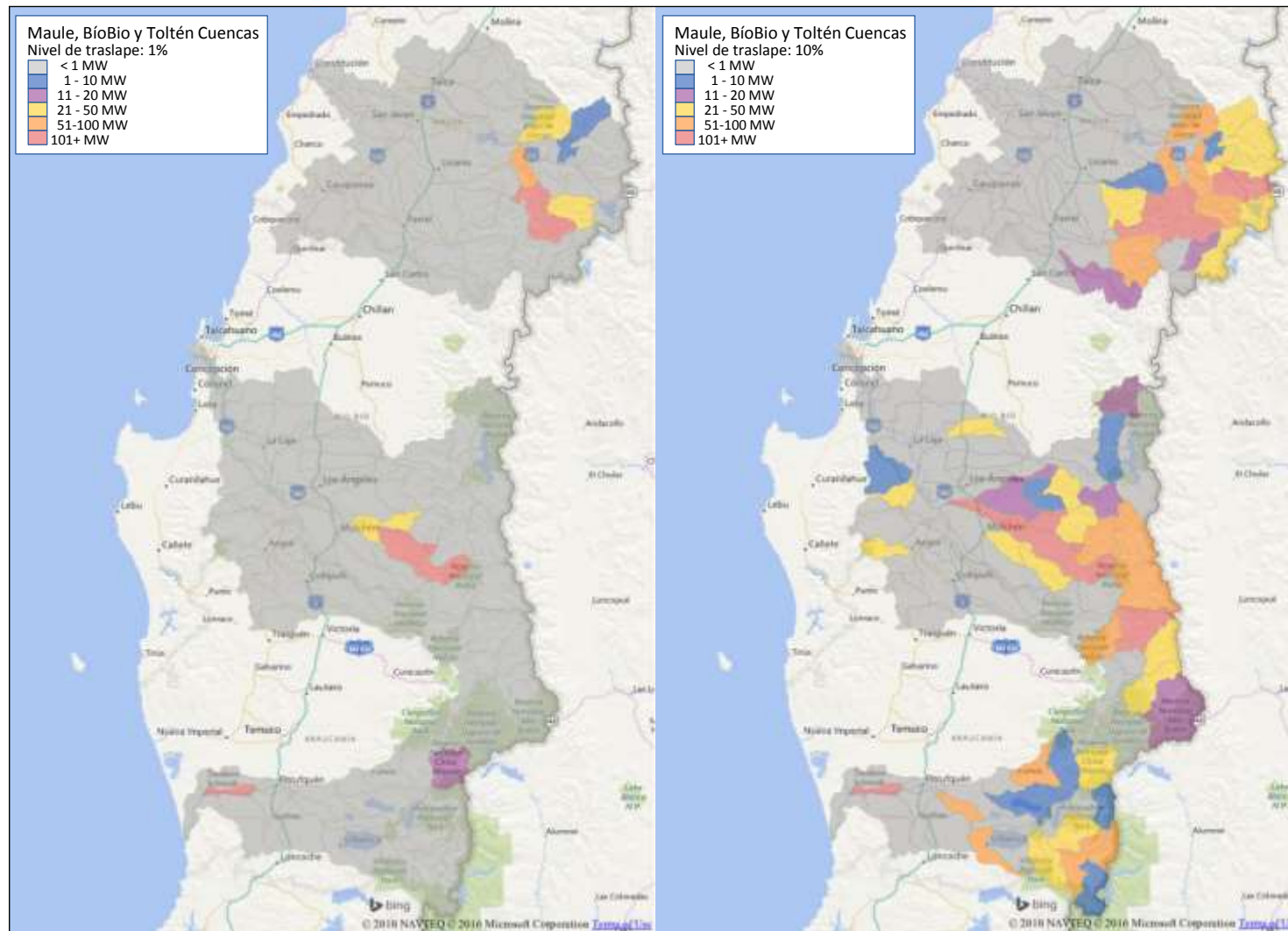


Figura 219. Resultados del ejercicio de modelación a nivel de SSC con un 1 y un 10% de máximo nivel de traslape de OdV

Fuente: Elaboración propia

6.4.3 Segundo ejercicio de modelación: análisis particulares de la relación entre PH y OdV

Para demostrar las posibilidades de uso de la herramienta desarrollada el equipo de modelación construyó algunos otros escenarios demostrativos de sus capacidades.

Un tema de importancia en Chile es el desarrollo de “mini-centrales”, es decir, centrales de una capacidad de 20 MW o menos de potencia. Usando el mismo mecanismo de optimización, se puede introducir un muy alto nivel de restricción – equivalente al nivel de restricción de tramos dentro de parques nacionales – para asegurarse que el proceso de optimización nunca selecciona un proyecto de potencial hidroeléctrico mayor que 20 MW. Usando la cuenca Toltén para demostrar los efectos de esta restricción, se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 168: Resultados modelación forzando el desarrollo de mini-centrales (≤ 20 MW) en la cuenca del Toltén –con distintos niveles de traslape máximo de OdV

Objetivo		Potencial seleccionado		OdV seleccionados		Proyectos seleccionados	
del total de 208.783 sin parques nacionales		del total de 1.123,4 MW		del total de 208.783 sin parques nacionales		del total de 202 proyectos potenciales	
%	OdV	MW	% del total	OdV	% del total	Proyectos	% del total
1%	2.087	43,1	4%	2087	1,00%	3	1%
5%	10.439	143,9	13%	10391	4,98%	13	6%
10%	20.878	231,8	21%	20858	9,99%	22	11%

Fuente: Elaboración propia

Al comparar los resultados de este ejercicio de mini-centrales en la cuenca del Toltén con los resultados de la sección anterior se muestra una fuerte reducción de la cantidad de potencial disponible:

- al nivel de 1% traslape, en vez de 122,4 MW en 2 proyectos, se pueden realizar 43,1 MW en 3;
- al nivel de 5% traslape, en vez de 409,1 MW en 10 proyectos, se pueden realizar 143,9 MW en 13;
- al nivel de 10% traslape, en vez de 566,5 MW en 19 proyectos, se pueden realizar 231,8 MW en 22.

Evidentemente, una restricción que favorece mini-centrales implica la disponibilidad de menos potencial y la necesidad del desarrollo de más proyectos y una “afectación” de una mayor parte del territorio (mayor número de tramos) para lograr una cantidad similar de generación. Es

notable que, en el caso sin restricción, se genera 122,4 MW con traslape de 1% de los OdV y 3 proyectos, mientras en el caso mini-centrales, se necesita traslape con 5% de los OdV para generar 143,9 MW y el desarrollo de 13 proyectos.

Otro tema de importancia en Chile es el desarrollo de proyectos en “tierra indígena”. Al respecto se pueden considerar dos perspectivas: la primera, que contempla la posibilidad del desarrollo de proyectos de generación de energía como algo compatible con la cultura indígena y que pueden lograr beneficios del estilo “win-win” para Chile en general y comunidades indígenas en particular; y la segunda, que ve la presencia indígena como un factor que no permite el desarrollo de proyectos.

Usando el mismo mecanismo de modelación, se puede introducir un muy alto nivel de restricción – también equivalente al nivel de restricción de tramos dentro parques nacionales – para asegurarse que el proceso de optimización nunca selecciona un proyecto excepto cuando existen presencia indígena que traslapa el proyecto; es decir, seleccionar proyectos únicamente con potencial para desarrollo junto con las comunidades indígenas en el sector.

Usando la cuenca Toltén para demostrar los efectos de esta restricción, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 169: Resultados modelación forzando el desarrollo hidroeléctrico en zonas cercanas a comunidades indígenas en la cuenca del Toltén –con distintos niveles de traslape máximo de OdV

Objetivo del total de 208.783 sin parques nacionales		Potencial seleccionado del total de 1.123,4 MW		OdV seleccionados del total de 208.783 sin parques nacionales		Proyectos seleccionados del total de 202 proyectos potenciales	
%	OdV	MW	% del total	OdV	% del total	Proyectos	% del total
1%	2.087	122,4	11%	2044	0,98%	2	1%
5%	10.439	409,1	36%	10431	5,00%	10	5%
10%	20.878	565,8	50%	20727	9,93%	18	9%

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, se puede invertir la restricción anterior para seleccionar proyectos únicamente fuera de la presencia indígena. Nuevamente usando la cuenca Toltén para demostrar los efectos de esta restricción, se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 170: Resultados modelación forzando el desarrollo hidroeléctrico en zonas sin presencia de comunidades indígenas en la cuenca del Toltén –con distintos niveles de traslape máximo de OdV

Objetivo del total de 208.783 sin parques nacionales		Potencial seleccionado del total de 1.123,4 MW		OdV seleccionados del total de 208.783 sin parques nacionales		Proyectos seleccionados del total de 202 proyectos potenciales	
%	OdV	MW	% del total	OdV	% del total	Proyectos	% del total
1%	2.087	10,7	1%	1978	0,95%	4	2%
5%	10.439	11,0	1%	2600	1,25%	5	2%
10%	20.878	11,0	1%	2600	1,25%	5	2%

Fuente: Elaboración propia

Observando los resultados en Tablas 10 y 11 arriba, se ve inmediatamente que casi la totalidad de los proyectos hidroeléctricos potenciales en la Toltén tiene presencia indígena, lo que implica la necesidad de un desarrollo hidroeléctrico que incorpore las comunidades indígenas en forma positiva y pro-activa.

6.5 Conclusiones y observaciones

Se presenta en este capítulo los detalles metodológicos asociados al desarrollo de la herramienta de modelación que permite relacionar el potencial hidroeléctrico con los objetos que la sociedad valora en el territorio. La metodología utilizada implica mejoras importantes respecto del trabajo realizado en el estudio “Base para planificación territorial en el desarrollo hidroeléctrico futuro”.

Los resultados del ejercicio de modelación muestran la posibilidad del desarrollo de una cantidad significativa de potencial hidroeléctrico traslapándose con un nivel relativamente bajo de OdV. La distribución espacialmente compacta del potencial hidroeléctrico en el contexto de la distribución uniforme de los objetos de valoración explica este resultado.

La orientación del presente estudio considera OdV como factores que pueden condicionar el desarrollo del potencial hidroeléctrico. Pasando a la etapa de planificación regional, sería importante profundizar y concretizar las maneras en que los OdV actúen en este ámbito. En algunos casos la interacción entre OdV y PH podría ser mutuamente exclusiva (o sea o OdV o PH); en otros casos la interacción puede ser una cuestión de prioridades; en otros, la interacción puede ser complementaria; en otros, OdV y PH pueden ser independiente. En este contexto, el presente estudio indica la necesidad de considerar las interacciones en esta forma más profunda a través de la planificación regional.

En general, la calidad y nivel de detalle de la modelación en el presente estudio produce una base bien orientada al inicio del proceso de planificación regional, con información relevante a escala de comunas y que en el contexto del SEIA muestra claramente las lagunas de información para la evaluación de otras cuencas para su desarrollo.

Algunas observaciones y comentarios específicos:

- El uso de proyectos (sus puntos de captación [PC] y restitución [PR], los tramos en que ocurren esos puntos, los tramos necesarios para conectar PC y PR plenamente – el núcleo del proyecto – y la distancia de su impacto aguas abajo – la huella del proyecto) como unidades de planificación [UP] fue extensamente estudiado en este proyecto y su utilidad para localizar los posibles condicionamientos de los OdV quedó razonablemente demostrado
- El uso del algoritmo de programación dinámica para formular la optimización de la selección de las UP como problema del tipo de 0-1 *Knapsack* también está probado en forma exitosa
- Existen algunas limitaciones en este enfoque:
 - Se trata con cada proyecto en forma independiente y no se considera la sinergia del desarrollo de proyectos vecinos
 - Con una formulación más compleja del problema y el uso de un mecanismo de optimización más sofisticado, probablemente se puede abordar este asunto.
 - En el caso del uso de esa formulación alternativa, sería útil hacer una comparación entre las dos formulaciones para investigar las diferencias.
 - El uso de los tramos clasificados por propósito de determinación de los OdV fluviales introduce áreas fuera del área de influencia real del núcleo del proyecto, pero en el mismo tramo en esta área y por ende indistinguible a los propósitos de la metodología considerada;
 - Se puede eliminar este problema a través de un corte más preciso al interior de los tramos donde se ubican los PC y PR, produciendo un área de influencia más precisa.
 - Sin embargo, ese corte podría reducir la conciencia de factores condicionantes cercanos a los límites de las áreas de influencia que pueden ser relevante debido a su proximidad.
 - Se pueden mitigar ambos problemas reduciendo la longitud de los tramos (por ejemplo, dividiéndolos en dos o más sub-tramos); en varias instancias la longitud de tramos es suficientemente grande para no reflejar la naturaleza local de los tramos ni las interacciones locales entre OdV y PH. Esto implicaría volver a construir los OdV a escala fluvial.

- El concepto de selección de proyectos escapa del ámbito del presente estudio y por esta razón debe ser parte de un proceso futuro de toma de decisiones, necesitando el traspaso de los atributos de proyectos seleccionados – las UP – a sus tramos y las sub-subcuencas [SSC] y comunas que los contienen.
- Existen otros niveles posibles de pruebas o escenarios a realizar; por ejemplo, cambiar la relevancia de distintos grupos de OdV, o introducir pequeños ajustes regionales para reflejar diferencias entre distintas regiones;
- Se puede evaluar las tres cuencas conjuntas en vez de tres cuencas separadas
 - Como comentario general, es común que la optimización de un problema genera soluciones a un costo más bajo o un valor más alto en vez de la separación del problema en sub-problemas y la optimización de las sub-problemas en forma independiente. Pero como en este ejercicio no se han considerado la totalidad de las cuencas con potencial hidroeléctrico en el país (ej. Cuenca del Rio Mataquito) no es posible realizar ese ejercicio de planificación global.
- A través de procesos de discusión futuros a nivel comunal, si una comuna determina que la generación de energía pueda ser una vocación de la comuna, podría ser necesario cambiar la normalización de los OdV o la ponderación de su relevancia para reflejar las preferencias relativas entre al desarrollo hidroeléctrico y los factores condicionantes. Esta consideración puede ser muy relevante en la evolución de planificación regional.
- La decisión de mantener la generación y transmisión de energía en forma separada en este estudio previene la determinación de sitios de generación que incorpora el costo y condicionamiento de su conexión; podría ser valioso investigar este tema en forma más profunda.
 - Por ejemplo, se puede introducir un diseño de una columna vertebral de conexión, diseñado por expertos en transmisión, y la modelación puede incorporar la generación de conexiones locales a esta columna, lo que implica la posibilidad de optimizar generación y conexión.

La dificultad introducida por este enfoque es la necesidad de considerar algún esquema de construcción secuencial en generación y transmisión; en el presente estudio, el momento de construcción de un proyecto no es relevante

7 Socialización, relevamiento de información y validación de metodologías

Dada la complejidad de este estudio, se hace necesario realizar una serie de actividades con distintos actores, buscando alcanzar los siguientes objetivos:

1. Crear una base de legitimidad. Para que este estudio tenga aceptación social, en su elaboración deben estar consideradas las opiniones de aquellos actores que representan a quienes se ven impactados, de forma negativa o positiva, por un proyecto de generación hidroeléctrica, motivo por el cual se desarrollaron varias instancias de comunicación con comunidades locales y otros actores.
2. Levantar información. La construcción de los OdV demanda de una gran cantidad de información, la que en muchas ocasiones no es posible obtener sino desde las mismas comunidades, o bien, consultando a expertos en determinadas temáticas. Esto ocurre, en particular, con todo aquello que tiene que ver con temas sociales, culturales y (en algunos casos) ambientales. A su vez, para los OdV que necesitan información físico-ambiental, se requiere ir a terreno para levantar esos datos. Sumado a esto, con el fin de obtener un completo diagnóstico del desarrollo de la hidroelectricidad en cada cuenca, se hace necesario preguntar directamente a los habitantes de las zonas de estudio cómo han vivido este desarrollo en su región y cuáles han sido los principales efectos que han visto, sin soslayar los conflictos que se han generado.
3. Validar metodologías. Los razonamientos, modelos, supuestos e inferencias que se realizan en este estudio, deben ser revisados y complementados por actores que dominan ciertas temáticas claves para que los resultados a los que se pretende llegar tengan validez.
4. Difusión. El Ministerio ha dado señales de que el Estado se está preparando para construir las políticas energéticas nacionales en conjunto con toda la sociedad, dando espacio para que todos aquellos que tienen algo que aportar sean escuchados y considerados, como se refleja en la construcción de la Política Energética 2050. El presente estudio busca proporcionar información que sea útil a procesos de planificación territorial a diferentes escalas y, por lo tanto, su difusión cobra gran relevancia para que la ciudadanía entienda los procesos en que se encuentra el Ministerio de Energía y pueda sumarse de forma constructiva.

Para cumplir con estos objetivos, se planificaron y desarrollaron una serie de actividades, las cuales se describen en las siguientes secciones, indicando también cómo se ha interactuado con distintos expertos y con la comunidad. Cabe señalar que se realizó un importante despliegue en

terreno para contactar a los actores relevantes para el estudio durante los 10 meses que duró, congregando a:

- Más de 25 expertos en temáticas específicas que van desde recursos naturales hasta cosmovisión mapuche.
- Más de 200 personas asistentes a talleres y seminarios en distintas ciudades, y más de 120 personas entrevistadas, sumando un total de cerca de 320 personas.

Este estudio contó con seminarios de presentación de resultados preliminares en cada una de las capitales regionales de las cuencas estudiadas, donde se contó con la presencia de 45 personas en Talca, 30 personas en Concepción y 31 personas en Temuco. Más información será detallada en este mismo capítulo.

7.1 Servicios públicos

En la primera fase, la comunicación con los servicios públicos que mantienen información de relevancia para la planificación de recursos hidrológicos permitió consolidar una gran cantidad de bases de datos.

En esta nueva fase la relación con servicios públicos continuó para contar con información actualizada (ver Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV). Por otra parte, la contraparte ha compartido los avances parciales del estudio con otros servicios públicos para recibir sus comentarios y aportes al estudio.

7.2 Talleres de expertos

Con el objetivo de validar y/o corregir las metodologías propuestas y de generar una reflexión en torno a las variables a considerar para realizar el diagnóstico de las cuencas y/o subcuencas consideradas para este estudio, se ha diseñado una instancia para convocar a un grupo de especialistas en distintas áreas, que corresponde a científicos, académicos, miembros del sector productivo y colaboradores del mundo mapuche, con quienes se sostuvieron talleres y reuniones de retroalimentación que fueron de utilidad para la caracterización de las cuencas, la definición y construcción de los objetos de valoración, la identificación de fuentes de información y metodologías apropiadas para las diferentes instancias de trabajo.

De esta forma, se ejecutaron tres instancias de consulta, las dos primeras en conjunto con el equipo de la Universidad de Chile:

- Taller de Expertos en temas Fluviales y Terrestres.
- Taller de Expertos en temas Sociales y Culturales.
- Entrevistas a actores sobre temas Productivos.

En cada uno de los talleres y entrevistas, se explicó a los expertos el detalle de los resultados del estudio anterior, para luego exponerles la aproximación propuesta para cumplir con los objetivos de este estudio y recoger su opinión y sugerencias al respecto. Los resultados de cada uno de estos talleres quedan plasmados en minutas debidamente visada por los participantes, las cuales están en los anexos referenciados al final de cada descripción de la actividad (ver Anexo VIII: Minuta Técnica 1º Taller de Expertos OdV).

7.2.1 Taller de Expertos en OdV Fluviales y Terrestres

Este taller fue realizado el día 19 de octubre de 2015. El taller contó con los investigadores de los equipos de trabajo del consorcio PUC/TECO y de la Universidad de Chile, además de expertos externos que apoyaron la labor de discusión de las propuestas metodológicas.

Se realizó una presentación del estudio, de sus objetivos y alcances, la metodología de Altos Valores de Conservación (AVC) y su aplicación inicial de la WWF en temas forestales. Se vuelven a presentar los Objetos de Valoración (OdV) como nuevo concepto a partir de fase anterior de este estudio y que sigue con la esencia de los AVC. Estos OdV pueden verse afectados por el desarrollo hidroeléctrico y son vistos como condicionantes para el desarrollo del potencial hidroeléctrico.

Se realizó una introducción para los OdV Fluviales en la que realiza una desvinculación entre OdV de carácter continuo (río) con lo estático de sub-subcuenca como territorio de estudio y la categorización en clases específicas de OdV. Se realizó la importancia de tener en cuenta los conceptos de propagación (continuidad espacial de una variable u OdV en una (río) o dos dimensiones (ecosistema)) y de la sensibilidad de algunas variables, de manera de entender cuáles OdV son más críticos en cuanto a que podrían perder la continuidad.

En este sentido, se propuso redefinir la unidad de análisis, desde la sub-subcuenca al tramo de río para estos OdV.

Se explicó, además, la metodología para la individualización de tramos homogéneos. Se presentó el fichero usado para el análisis de cada tramo, los criterios para la identificación de tramos y los elementos necesarios para la identificación de OdV en el fichero. Se explicó también el Modelo de Nicho que usa como datos de entrada los puntos de muestreo entregados por el Ministerio del Medio Ambiente, los datos del fichero y con otros puntos que se obtendrán de los terrenos. Este trabajo se realizó por cuenca y por especie para el modelo. Los resultados serán rangos de probabilidad de existencia de especies nativas (o del fenómeno que corresponda que se está midiendo con el modelo de nicho).

Para el caso de los OdV Terrestres también se presentó el Modelo de Nicho propuesto y que ya ha sido usado anteriormente, pero en este caso se actualizarían los datos con una base de datos más completa.

Finalmente, se presentó la metodología propuesta para cada OdV, en los cuales existían algunas dudas metodológicas que fueron discutidas por el panel de expertos externos y también los investigadores del consorcio PUC/TECO y de la Universidad de Chile.

Algunas de las conclusiones del taller fue la de aceptar la propuesta del grupo de trabajo en relación a los ficheros para la caracterización de los tramos de ríos para ser usados en los OdV Fluviales. También se discutió sobre la metodología de análisis de los OdV Terrestres, de manera de cambiar el enfoque en el OdV recién creado de Lagos y proponer una nueva versión.

Para mayor detalle, revisar el Anexo VIII: Minuta Técnica 1º Taller de Expertos OdV.

7.2.2 Taller de Expertos OdV Sociales y Culturales

Este taller fue realizado el día 21 de enero de 2016. El taller contó con los investigadores de los equipos de trabajo del consorcio PUC/TECO y de la Universidad de Chile, además de expertos externos que apoyaron la labor de discusión de las propuestas metodológicas.

En una primera parte del taller se discutió sobre la cosmovisión mapuche con el dirigente Mauricio Huenchulaf y con el machi Víctor Caniullán. En una segunda etapa, se discutió sobre la metodología utilizada con Anahí Urquiza, antropóloga experta en temas socioambientales de la Universidad de Chile y con Mauricio Folchi, experto en filosofía e historia socioambiental de la Universidad de Chile.

En la primera parte, la exposición de los expertos dejó varios aprendizajes respecto de la dinámica cultural y religiosa de los mapuches. Lo medular de ello es la presencia de espíritus y fuerzas en todos los elementos de la naturaleza, tales como cerros, humedales, ríos u otros elementos del paisaje, los que deben ser respetados y no alterados. Cualquier perturbación de estos elementos trae consecuencias negativas para el pueblo mapuche. Sin embargo, si una actividad que puede interferir con los espíritus se hace correctamente, es decir, a través de los intermediarios apropiados y validados por la comunidad, y con respeto, sí es posible intervenir algunos de estos lugares. Lo que ha ocurrido históricamente es que se ha dejado de lado la forma correcta de intervenir un lugar, y para evitar este error es vital asesorarse con personas que posean el conocimiento ancestral del lugar y de la cultura. Esto no quita que también se debe buscar el apoyo de toda la comunidad, para lo cual los desarrolladores deben demostrar un interés genuino en realizar un proyecto que sea beneficioso para todos.

Otra conclusión importante de esta primera sección del taller es la importancia de trabajar con las distintas identidades culturales del pueblo mapuche por separado: Pewuenches, Lafquenchés, Huilliches, Picunches, y otros. Para cada uno de ellos, la significación de distintos elementos de la naturaleza es distinta y no se puede inferir de la misma forma.

Con los expertos académicos, en la segunda etapa de este taller, se discutió sobre la metodología utilizada para la construcción de OdV y su utilidad. En general, se concordó que es una buena herramienta para manejar información, pero no para predecir conflictos, porque éstos muchas veces no son gatillados por algún tipo de impacto, sino por otras razones estructurales o previas a la aparición de un proyecto hidroeléctrico, que pueden terminar escudándose en afectaciones sociales o ambientales. Sumado a esto, debido a su gran dinamismo, recomiendan mantener los OdV actualizados permanentemente para que puedan tener validez.

Los expertos señalaron, además, y con mucha fuerza, que este estudio estaba considerando la manifestación cultural desde lo folklórico y religioso, lo que es una forma acotada de verlo. Para ellos, cualquier actividad humana es una manifestación cultural, incluso si no tiene muchos años de antigüedad. Por esto, advierten que existe un riesgo de que un tercero que lea este estudio lo tome literal y se confunda, por lo que recomiendan cambiar el nombre desde “sitios de manifestación cultural” a algo relacionado con “fiestas populares”.

Finalmente, los expertos advierten lo riesgoso de establecer umbrales, ya que éstos tienen que ver con niveles de tolerancia, y su medición siempre será arbitraria. Democratizar su determinación sería la solución, pero aun así sería muy difícil hacerlo. Por esto, y para no perder legitimidad, proponen utilizar estos OdV como fuentes de información más que como criterios para tomar decisiones.

Para mayor detalle, revisar el Anexo VIII: Minuta Técnica 1° Taller de Expertos OdV.

7.2.3 Entrevistas a Expertos OdV Productivos

En este caso se optó por un formato de entrevistas particulares con expertos de cada uno de los sectores productivos contenidos en este OdV. Se escogieron personas con amplia experiencia y conocimiento de las temáticas sociales y ambientales que se cruzan con el uso del recurso hídrico en las actividades productivas relacionadas con los ámbitos agrícola, forestal, turístico, acuícola y de servicios sanitarios. Los especialistas entrevistados son:

- OdV P.1 Producción Agrícola: Andreas Köbrich – Secretario de la Sociedad de Fomento Agrícola de Temuco (SOFO).
- OdV P.2 Producción Forestal: Osvaldo Cuadra - Jefe Comercial y de Proyectos, Forestal Cautín.

- OdV P.3 Servicios Sanitarios: Roberto Riva – Jefe de Producción Región del Biobío, ESSBIO.
- OdV P.5 Actividad Turística: Arlette Levy – Jefa de la Unidad de Territorio y Medio Ambiente del Servicio Nacional del Turismo (SERNATUR).
- OdV P.6 Actividad Acuícola: Francisco Sandoval – Gerente de Sustentabilidad y Relaciones con la Comunidad, Los Fiordos.

Estas entrevistas tuvieron una duración de aproximadamente una hora, previo envío de un cuestionario tentativo de preguntas a revisar durante la conversación.

Durante este proceso, se buscó indagar sobre cómo afecta el desarrollo de un proyecto hidroeléctrico, tanto de pasada como de embalse, junto con las líneas de transmisión que se veían involucradas, en el desarrollo de la actividad productiva de manera específica, ya sea durante su construcción como en su fase de operación. Con esto, se buscaba validar la hipótesis de que existe una competencia por el uso del recurso hídrico con cada una de las actividades productivas consideradas en el OdV productivo y que, por ello, estos OdV son considerados como restricciones o condicionantes para el desarrollo hidroeléctrico.

En el caso de los servicios sanitarios, se señaló que el principal impacto de una central hidroeléctrica es la falta de disponibilidad del agua, lo cual se agrava durante los periodos de sequía, lo que ha ido acentuando en los últimos años. En efecto, ya han tenido algunos episodios donde han tenido este tipo de inconvenientes. A nivel de impacto positivo, una mayor existencia de centrales de embalse podría actuar como ecualizador para mejorar la calidad del agua, por ejemplo, ante la erupción de un volcán.

Para la industria de la piscicultura, son tan importantes la calidad (necesidad de agua dulce pura) como la cantidad de agua (las pisciculturas son intensivas en el uso de agua). En el caso de lo primero, su operación se vería afectada si es que se instalara una central hidroeléctrica río arriba, ya que durante la construcción de ésta habría un problema por los sedimentos y otros elementos que pudieran afectar la calidad del agua; en términos de cantidad, la escasez de este recurso producto del cambio climático podría afectar la disponibilidad de los derechos de agua necesarios para desarrollar proyectos nuevos en esta industria. La distancia de las líneas de transmisión sería una posible amenaza por el riesgo de incendios forestales.

Respecto a la industria del turismo, el tipo de central hidroeléctrica sí es importante. Con una central hidroeléctrica de pasada, si bien la persona entrevistada señala que el paisaje prácticamente no se ve afectado, el desarrollo de la actividad turística sí tiene afectaciones. En el caso de los embalses, su impacto está relacionado con la posible inundación de una zona que posea un atractivo turístico, o el acceso a éste. Además, en este tipo de centrales, el paisaje se ve fuertemente afectado. En contraposición, un embalse puede tener un impacto positivo en un determinado territorio, ya que podría generarse un nuevo atractivo turístico y se podrían

desarrollar actividades turísticas que antes no existiesen en la zona. Por último, durante la construcción de cualquier tipo de central hidroeléctrica se produce un gran impacto negativo para esta industria, ya que hay riesgos, complicaciones y contaminación para los turistas, dificultando, en muchos casos, el acceso a los atractivos y generando falta de disponibilidad de alojamiento y servicios de comida.

Para el caso de la industria agrícola, el entrevistado señala que para ellos se genera gran incertidumbre al haber tantos derechos de agua solicitados, pero que no se sabe si se construirán o no las obras asociados a estos derechos, ya que no se tiene claridad de dónde podrán hacer obras de riego. En términos de escasez, en la zona de la Araucanía no tienen mayores problemas por la abundancia de este recurso, pero sí consideran que se debería usar de manera más eficiente: durante el invierno no es necesaria tanta agua para riego, es bueno que las centrales la utilicen para generar energía ya que también es la época donde hay mayor demanda, mientras que durante el verano, deberían tener preferencia en el uso los agricultores y la energía podrían sacarla de otras zonas o utilizar menos agua. Las líneas de transmisión no producen mayor impacto, excepto cuando se hace necesario realizar quema de pastizales (posibles cortocircuitos o caída de las líneas). Finalmente, señala que, para esta industria, los embalses son mucho más invasivos ya que podría inundar una zona productiva.

Por último, para la industria forestal, el entrevistado refiere que una central de embalse les afecta por la inundación de hectáreas, ya sean destinadas a plantaciones o bien que contengan los caminos que utilizan para llegar a sus plantaciones. También les afectan son las líneas de transmisión, las que tienen un impacto por la sustitución de bosque (cambiar árboles por las líneas). Cuando es necesario reemplazar los árboles, el arriendo que se paga por uso de suelo es, en general, atractivo y no hay pérdida económica por dejar de plantar árboles. En algunos casos, es mucho más atractivo el arriendo que tener árboles plantados (alternativas del uso del suelo). Incluso, esta industria ha estado evaluando proyectos eólicos funcionando en sus predios, siempre y cuando la superficie del predio destinado a este tipo de actividades no supere el 25% (si es más, deja de ser atractivo para la forestal). Cuando se realiza expropiación para poder realizar otro tipo de obras fuera de la plantación de árboles, el pago se realiza una sola vez, por lo que ya no es algo conveniente para ellos.

Las entrevistas, en una mayor extensión, se pueden encontrar en los anexos de este informe. Revisar Anexo IX: Entrevistas Expertos OdV Productivos.

7.3 Talleres locales con la comunidad: de Inicio y de Desarrollo

Esta nueva fase del Estudio de Cuencas plantea un desafío doble: por una parte, el mandato de profundizar lo realizado en la primera versión y, por otro, avanzar en cerrar las brechas de información que permitan describir de manera más completa e integral la realidad de los territorios y de las variables que se presentan para el desarrollo energético. De esta forma, los

talleres deben aportar en el desarrollo de una profundización de los OdV en los territorios seleccionados y en el proceso de participación que se abrió de manera paralela y complementaria a través de los talleres realizados en la primera etapa.

Sostener diálogos sobre energía, cuencas y comunidad en las cuencas del Maule, Toltén y Biobío es una oportunidad privilegiada para tener una panorámica de cómo están viendo las comunidades y los actores de cada territorio estos asuntos. Como se pudo apreciar en la primera fase de este estudio, surgen con fuerza al menos tres tipos de asuntos:

- Los asuntos puntuales, que se refieren a experiencias concretas sobre proyectos que se han instalado o pretendido instalar en el territorio y que han contribuido para bien o para mal, a moldear la percepción que se tiene respecto de cómo se desarrollan los procesos de la energía en Chile.
- Los asuntos estructurales respecto del ejercicio de la ciudadanía y su expresión en lo ambiental y energético.
- Los asuntos propiamente territoriales locales que son específicos de cada sector y de sus dinámicas y que dicen relación con aspectos locales permanentes vinculados a la identidad, al desarrollo productivo local, a asuntos culturales, a la relación que se tienen con los ecosistemas y recursos naturales en las áreas aledañas a las zonas de alto potencial.

El primer ciclo de Talleres "Cuencas, Comunidad y Energía", realizados en el marco de la fase anterior de este estudio, fue un espacio valorado y respetado por la comunidad, por lo que habría altas expectativas sobre lo que ocurriría en esta etapa. Estas expectativas se resumen en los siguientes puntos:

- Que la mirada integral del territorio que el estudio propone no sea archivada por el Ministerio. Esta segunda etapa es la evidencia empírica de que el Ministerio sigue comprometido con este proceso.
- Que se completen las brechas de información, en especial lo referente a peces y fauna terrestre. Sobre este asunto habrá avances sustantivos en algunas áreas y en otras no, por lo que es relevante explicar las razones.
- Que se incorporen de mejor manera aspectos turísticos, paisajísticos y elementos culturales no indígenas. Los talleres de desarrollo cumplirán un rol importante en este sentido y es relevante explicar este aspecto para invitarlos a participar de este proceso, ahora en un rol más orientado a discutir y construir criterios respecto de los OdV.
- Que el estándar de participación no baje y que ellos continúen siendo parte de un proceso, sin ser instrumentalizados para aprobar proyectos. Esto apunta a las señales de las que se hablaba al comienzo del capítulo, en ese sentido es relevante contar con el apoyo del Ministerio, como ha sido hasta ahora.

- Que haya una bajada más territorial del proceso y que haya un rol más activo de los municipios. La localización de la nueva ronda de talleres de inicio dio cuenta de que se atendió esta demanda.
- Que se alfabetice mejor sobre la realidad energética de cada territorio (qué se produce, cuánto, cómo, dónde va). Esta fase de talleres de inicio y desarrollo hace un esfuerzo en llevar información local a los talleres.
- Que el proceso conserve cierta imparcialidad técnica, de modo que, en efecto, la información generada pueda servir a todos los actores. Se buscará que haya continuidad y flujo de información constante, dado que los actores no quieren “perder de vista el estudio”. También se ha solicitado que haya canales para participar del levantamiento de información, abierta a los aportes locales y que una vez finalizado el estudio sea adecuadamente difundido.

Para hacer frente a estas expectativas, en esta segunda etapa se recogen los elementos exitosos de la etapa anterior, y se busca potenciarlos y ajustarlos para alinearlos de mejor manera con el nuevo proceso de estudio. Estos elementos son:

1. Buscar la representación adecuada de cada territorio -sin exclusiones- con especial énfasis en aquellos que tienen dificultades para participar, ofreciéndoles facilidades de transporte, alojamiento y alimentación. Convocar especialmente a los territorios y a los actores relevantes de cada uno de las áreas de las cuencas que presentan mayor potencial hidroeléctrico y/o niveles de conflictividad importantes, en función de que se presume que son, precisamente, quienes tienen más desarrollada y fundada su opinión y reflexión sobre estos asuntos.
2. Dar amplia libertad para opinar, delimitada solamente por el marco del respeto mutuo y de los objetivos del estudio.
3. Declarar con claridad y entusiasmo sobre qué, con quiénes y con qué alcance se está invitando a conversar, además de qué dosis de incidencia estará puesta en la mesa.
4. Generar un diseño participativo de las condiciones de dicho diálogo, flexible respecto de horarios, tiempos, fechas, contingencias, lugares, y formas.
5. Utilizar lugares con un adecuado estándar de calidad y confort, cercano a las vías de acceso de los convocados o facilitando su arribo. Tener sillas cómodas si son conversaciones largas, pausas de café adecuadas y otros aspectos logísticos que resultan importantes para el cumplimiento del objetivo del taller.
6. Asegurar un espacio de diálogo en igualdad de condiciones. El mensaje de “todos quienes estamos acá somos importantes para este proceso” debe ser transmitido también a través de estos gestos y por cierto, no debe quedarse sólo en el mensaje, sino que debe ser una constante durante todo el proceso, tanto en la forma como en el fondo. Particularmente cuidadoso se debe ser con la deferencia y trato

- interculturalmente adecuado para con las autoridades tradicionales del pueblo mapuche.
7. Dar garantías de que el proceso no va a ser instrumentalizado, y en esto se requiere el apoyo y compromiso de la autoridad política como garantía de buena práctica para cuidar la instancia. Para esto, el rol de la autoridad y demás servicios públicos debe apuntar a que sean receptores activos y colaborativos del proceso.
 8. Realizar un apresto en materia de Energía, previamente al diálogo, para ayudar a los participantes a tener una mejor y correcta noción técnica de los conceptos que se discuten, de las diferencias entre los tipos de proyectos y de toda la complejidad técnica que implica el diálogo.

7.3.1 Objetivos de los talleres

Los objetivos para los talleres fueron:

- 1 Identificar elementos que condicionan el desarrollo hidroeléctrico a escala de sub-subcuenca desde la perspectiva ambiental, social, cultural y productiva.
- 2 Recopilar, validar y levantar información.
- 3 Validar *proxies* y umbrales.
- 4 Dialogar entre actores, identificar variables y condicionantes para cada unidad de análisis.
- 5 Difundir y validar metodologías y resultados en tres niveles (público, privado y ONG).
- 6 Recoger, desde la comunidad, elementos históricos que complementen el diagnóstico del desarrollo de la hidroelectricidad que se construye en este estudio.

7.3.2 Diseño de los talleres

Dado que los talleres tienen varios objetivos para distintos momentos del proyecto, se decidió dividirlos en dos instancias temáticamente diferentes, de modo de dar un tiempo adecuado a cada una de las tareas que se propone cumplir. Así, se propuso realizar dos talleres: de Inicio y de Desarrollo en una misma jornada (mañana y tarde).

El Taller de Inicio tuvo como foco la presentación del estudio y la generación de condiciones para su viabilidad en el territorio. Sus objetivos fueron:

- 1 Presentar el estudio y la metodología.
- 2 Presentar a los equipos de terreno.
- 3 Generar un espacio de co-construcción del proceso.

- 4 Consensuar las dinámicas de trabajo con los actores locales.
- 5 Consensuar niveles de colaboración con los actores locales.
- 6 Identificar actores relevantes de ser incorporados.

El Taller de Desarrollo tuvo como foco levantar y construir información participativamente que alimente al estudio. Sus objetivos fueron:

- 1 Identificar elementos que condicionan el desarrollo hidroeléctrico.
- 2 Co-construir con los actores locales criterios de interpretación frente a la existencia de determinados OdV, especialmente culturales y productivos.
- 3 Generar un proceso colaborativo de generación de *proxies* para las variables más complejas y menos cuantificables.
- 4 Discutir sobre los principales procesos históricos que han construido la realidad hidroeléctrica actual en la cuenca.

En particular, para el último objetivo descrito, se ha diseñado un instrumento denominado línea de tiempo, montado en una aplicación web (<http://timeglider.com/>), en la que se presentan algunos hitos históricos para provocar una discusión respecto de los mismos y complementar dicha línea con elementos que surjan de este debate. La línea de tiempo contiene una cantidad pequeña de hitos, la mayoría de ellos puntuales, localizables con claridad en una línea del tiempo, pero dos de ellos responden a procesos históricos desarrollados a lo largo de algunos años. Esto es intencional, debido a que no se busca que en el taller ellos puedan identificar, sólo con precisión exacta, hitos históricos relacionados al desarrollo hidroeléctrico o referirse a procesos que se sitúan en temporalidades más extendidas difíciles de datar con tanta exactitud. Con libertad, los participantes pueden expresarse respecto de los hitos seleccionados, recogiendo sus inquietudes, críticas y evaluaciones, ya sean positivas o negativas, sobre los distintos tipos de impactos que el desarrollo hidroeléctrico ha generado en sus comunas. Pueden, también, proponer hitos que parezcan relevantes o discutir respecto de otros que no hayan tenido trascendencia en lo local.

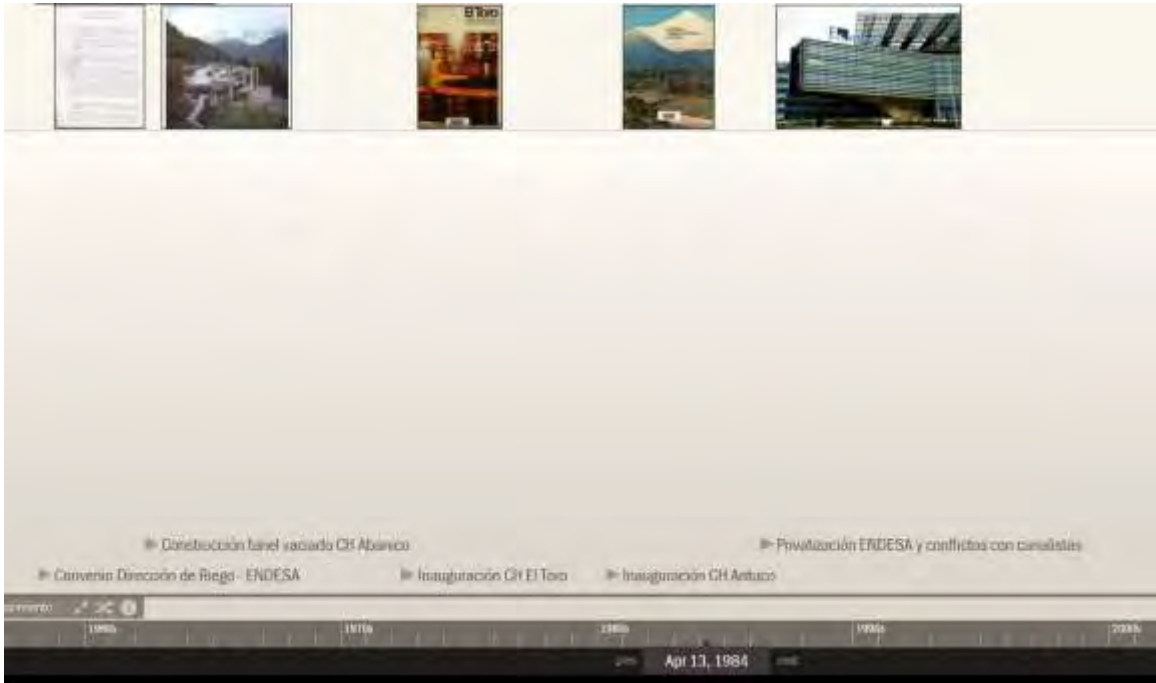


Figura 220. Vistas de la línea de tiempo mostrada en los talleres
 Fuente: elaboración propia.

La información obtenida de esta actividad ha alimentado la construcción del diagnóstico de la hidroelectricidad, ya expuesta en el capítulo correspondiente de este informe.

Para seleccionar la ubicación de los talleres, se realizó una comprensión territorial y política de la cuenca, determinando que se realizaran en lugares específicos en función de la lógica territorial de cada cuenca y no necesariamente en ciudades principales. De este modo, se busca que el proceso sea cercano y accesible a las comunidades y, a su vez, facilitar que se logren convocatorias que permitan un buen estándar de participación, desagregando lo más posible para abordar cada territorio en su especificidad.

Así, se propusieron los siguientes niveles de trabajo y organización territorial:

Cuenca del Maule:

- 1 Nudo Focal Colbún: comprende Linares, Longaví, Colbún, Parral, Retiro y otras cercanas que se considere adecuado incorporar.
- 2 Nudo Focal San Clemente: San Clemente, Molina, Talca, Río Claro, Maule, San Javier, Villa Alegre, Yervas Buenas y otras cercanas que se considere adecuado incorporar.

Cuenca del Biobío:

- 1 Nudo Focal Alto Biobío: comprende Alto Biobío, exclusivamente.
- 2 Nudo Focal Los Ángeles: comprende Los Ángeles, Quilleco, Santa Bárbara, Quilaco, Mulchén, Negrete, Laja, Renaico y otras cercanas que se considere adecuado incorporar.
- 3 Nudo Focal Nacimiento: comprende Hualqui, Nacimiento, Yumbel, San Rosendo, Santa Juana Coronel, San Pedro de la Paz, Concepción, Hualpén y otras cercanas que se considere adecuado incorporar.
- 4 Nudo Focal Lonquimay: comprende Curacautín, Lonquimay, Collipulli, Melipeuco, y otras cercanas que se considere adecuado incorporar.

Cuenca del Toltén

- 1 Nudo Focal Villarrica: comprende Villarrica, Pucón, Curarrehue.
- 2 Nudo Focal Freire: comprende Freire, Cunco, Pitrufquén, Temuco, Gorbea, Toltén y otras cercanas que se considere adecuado incorporar.

En las siguientes láminas, se superpuso al mapa de comunas de la cuenca, el potencial hidroeléctrico (en colores, a escala de sub-subcuenca), de modo que el cruce de ambos determina las comunas y territorios que son prioritarios para la convocatoria a los talleres, dado que presentan alto potencial hidroeléctrico y, por lo tanto, son los que se ven expuestos a mayores controversias respecto de estos desarrollos.

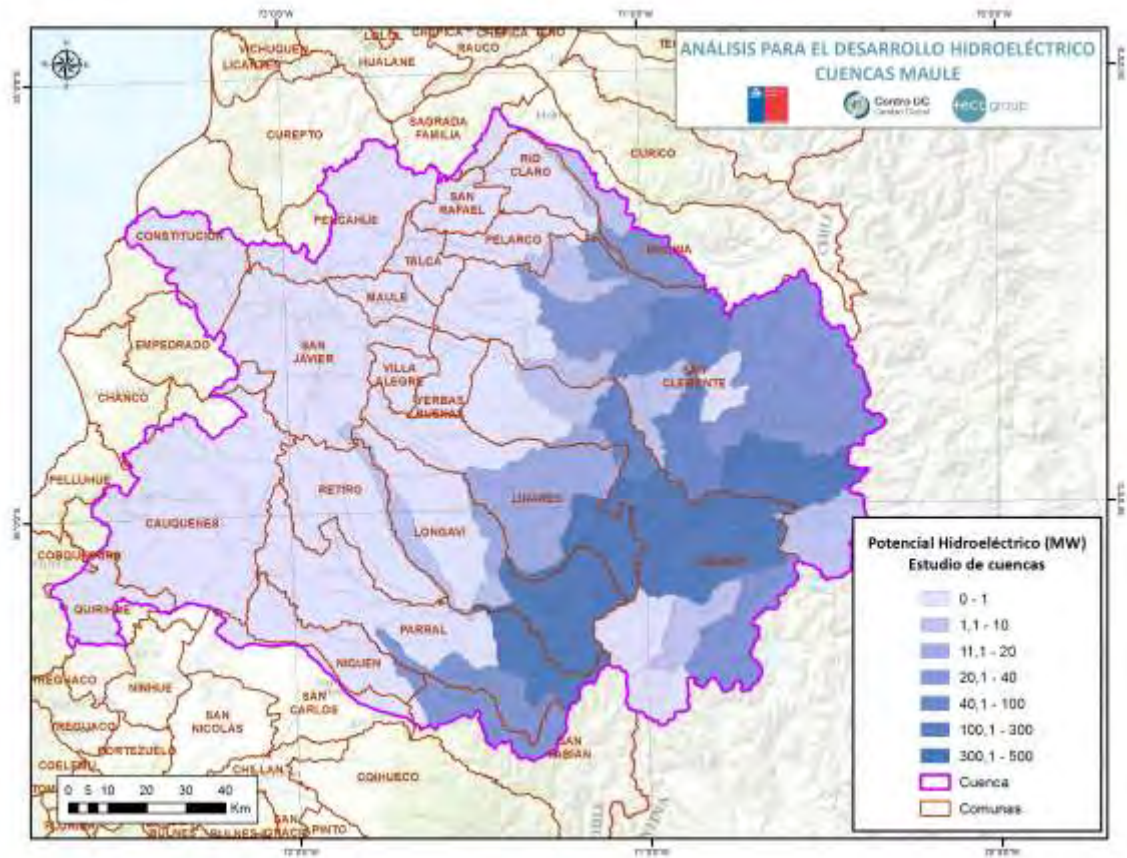


Figura 221. Cuenca del río Maule
Fuente: elaboración propia.

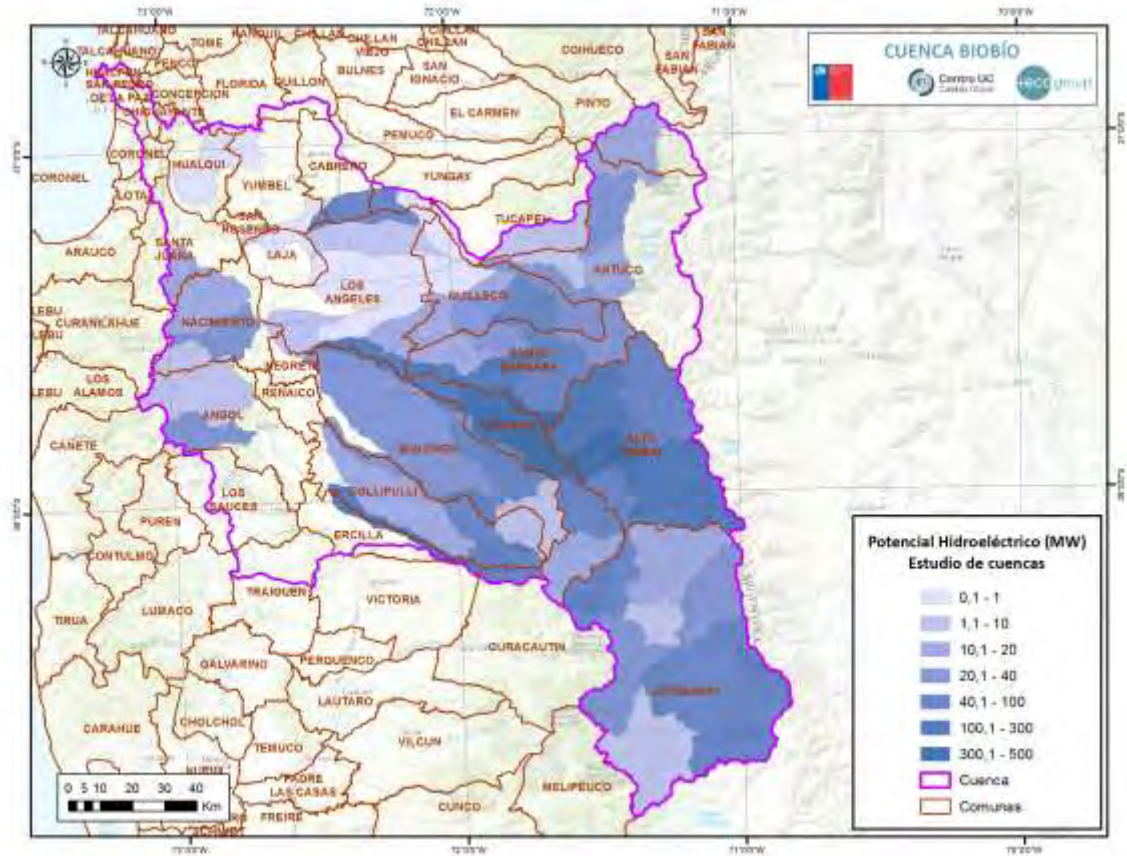


Figura 222. Cuenca del río Biobío
 Fuente: elaboración propia.

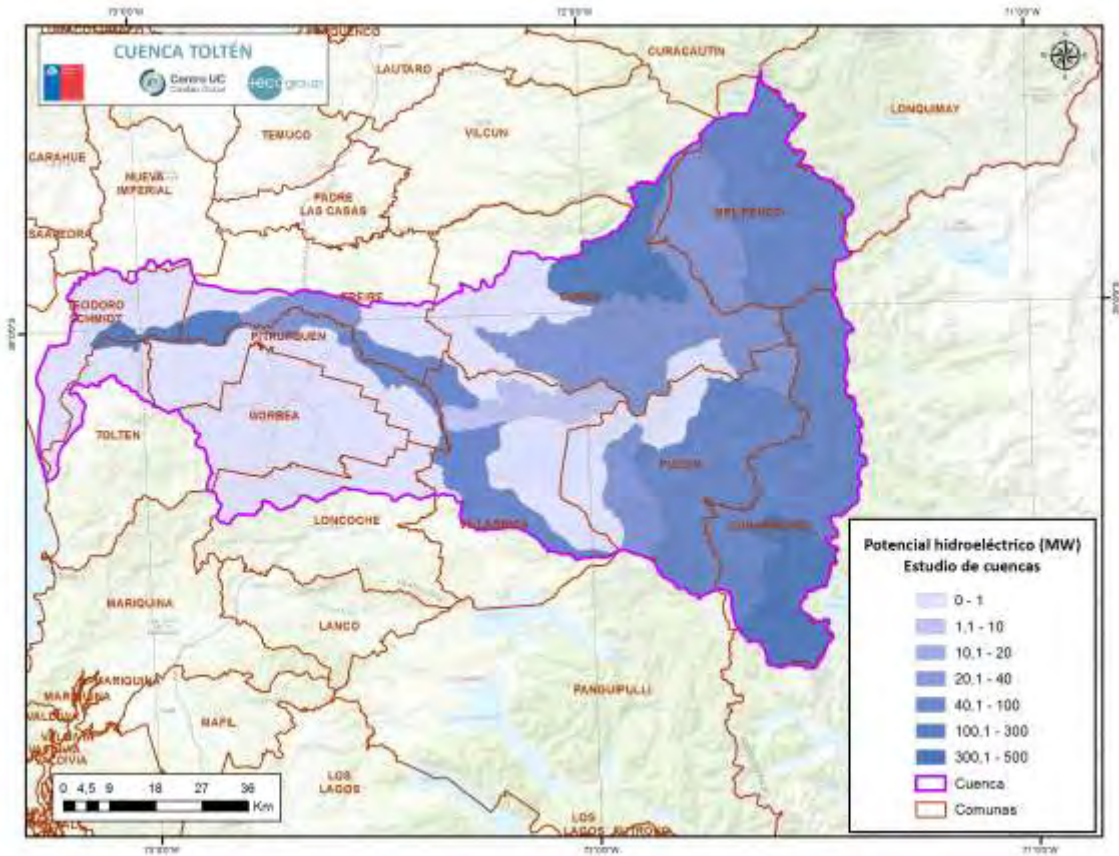


Figura 223. Cuenca del río Toltén
Fuente: elaboración propia.

7.3.3 Talleres desarrollados

Se realizaron los siguientes talleres:

Tabla 171. Talleres realizados a la fecha

Cuenca	Localidad	Fecha
Cuenca del Maule	Nudo Focal San Clemente	20 de octubre de 2015
Cuenca del Biobío	Nudo Focal Los Ángeles	27 de octubre de 2015
	Nudo Focal Nacimiento	29 de octubre de 2015

Fuente: elaboración propia.

Los restantes cinco talleres que habían sido proyectados (Nudos focales Colbún, Alto Biobío, Lonquimay, Villarrica y Freire), fueron reemplazados por entrevistas a actores locales, en acuerdo con la Contraparte, y respetando cubrir las zonas que quedaron pendientes, lo que se detalla en la sección 7.4.

A continuación, se detalla el desarrollo de los tres talleres ejecutados a la fecha.

Taller de San Clemente

El taller de San Clemente tuvo por foco cubrir la parte norte de la cuenca del Maule, abarcando las comunas desde Talca hacia el norte. Realizarlo en San Clemente obedeció a la lógica de acercar los talleres a los territorios y a que es una comuna con alto potencial hidroeléctrico y presencia de proyectos, por lo que se consideró que era un lugar idóneo para una discusión de esta naturaleza.

El taller se realizó el martes 20 de octubre en el Rancho Benjamín Salazar, un conocido centro de eventos ubicado a la entrada de la zona urbana de la comuna, facilitando así el acceso a los invitados que venían de otras comunas.

Al taller se convocó por la vía formal a través de un correo enviado desde una cuenta del Ministerio de Energía destinada para estos efectos y también a través de la vía telefónica con un equipo especialmente entrenado para realizar estas tareas. Se ofreció a los participantes un almuerzo, además de la devolución de pasajes en caso de ser necesario.

También se hizo llegar la invitación de forma personal o vía correo-e a municipios aledaños, con el fin de que, a través de sus departamentos ambientales o DIDECO, pudiesen hacer llegar la invitación a quienes no estaban registrados en los listados originales de convocados (originales desde la fase anterior).

Al municipio local también se le convocó vía correo-e y, adicionalmente, se le visitó el día anterior, tomando contacto con el jefe del departamento ambiental (el alcalde estaba ausente) y dejando invitados a varios funcionarios.

En el taller se registraron 25 personas y algunas que también participaron decidieron no registrarse por razones personales. En suma, la asistencia total fue de alrededor de 28 personas.

A esta cantidad se sumó, el equipo de la SEREMI de Energía de la Región del Maule, compuesto por tres funcionarios y el equipo central del Ministerio de Energía y encargado de esta licitación, compuesto por dos profesionales liderados por Estaban Tohá.

Durante la mañana se desarrolló el taller de inicio, que tenía por finalidad actualizar a los participantes respecto de los contenidos y resultados de la fase anterior de este estudio, para luego introducirlos en los componentes y dinámicas de la fase en curso.

Este bloque se desarrolló con normalidad y con numerosas preguntas de los líderes participantes, que en su mayoría no habían participado de la primera fase del estudio, por lo que desconocían la metodología de los OdV y tenían dudas respecto de los alcances de este trabajo.

Uno de los asuntos centrales de la conversación abordó el efecto del cambio climático en la escasez de agua, que es uno de los puntos presentados por especialistas de la Universidad Católica. Al respecto se hizo hincapié por parte de los participantes en lo relevante que resulta el agua en la cuenca, no solo para las actividades productivas, sino también para garantizar la soberanía alimentaria de Chile, dada la importancia de la producción agrícola en la zona y también para el sector exportador. En este sentido, se relevó que, si bien los canalistas tienen la administración del agua para riego relativamente ordenada desde hace décadas, en los últimos años se ha dado una disputa importante al interior de las organizaciones de usuarios del agua.

También se abordó como problemática la situación de los canales en los que se han construido centrales de pasada, ya que las temporalidades de uso son diferentes entre la agricultura y la generación eléctrica, consignándose que ésta es la raíz de muchos de los conflictos en la zona.

La segunda parte del taller abordó la línea de tiempo que es parte del trabajo histórico y de diagnóstico que se ha incorporado en esta segunda etapa. En ella se relevó el hecho de la larga historia de la hidroelectricidad en la cuenca, pero también poniendo de manifiesto los conflictos actuales, relacionados con supuestas irregularidades (que han sido denunciadas, según indican los participantes) respecto de la aprobación y construcción de la central Los Cóndores y que para la mayoría de los participantes supone una amenaza para ecosistemas frágiles y para la agricultura de la zona.

También se discutieron criterios respecto de cómo abordar los OdV culturales no indígenas, llegando a un consenso respecto de que es relevante considerarlos y que es uno de los temas que genera conflicto entre proyectos y comunidades, pero que no es sencillo dado lo subjetivo y discrecional que parecen. Se propuso la escala comunal para relevar esa información porque permite reducir la subjetividad, pero, a la vez, rescatar los elementos de la cultura e identidad local que estudios más amplios o más distantes (de mayor escala, o más alejados) no son capaces de distinguir.

Hacia el final del taller, concurrieron al mismo, una concejala de San Clemente y un dirigente, quienes pidieron la palabra para referirse a la construcción de la central Los Cóndores. Esto generó el apoyo de varios de los presentes, pero también otros les señalaron que estos temas ya se habían abordado en el transcurso del taller y que respetaran la metodología propuesta. Finalmente, se sumaron a la discusión que estaba en curso.

Taller de Los Ángeles

Este taller se ejecutó el 27 de octubre de 2015 y fue el primero de la cuenca del Biobío. Su foco fue convocar a la zona precordillerana de la cuenca hasta Santa Bárbara e incluyendo a la cuenca del Ñuble, quienes fueron parte del estudio en la primera etapa de este mismo.

Se excluyó la comuna de Alto Biobío dado que se había programado otro taller para esa zona hacia la semana siguiente, especialmente diseñado para que asistieran las comunidades pehuenches que habitan ese territorio, para no dificultar su desplazamiento e incorporando elementos culturales del pueblo mapuche pehuenche.

La convocatoria se realizó de la misma forma que el taller de San Clemente, agregándole visitas a líderes ambientales y a varios municipios, en especial el de Los Ángeles, que apoyó la convocatoria.

El taller tuvo, desde el comienzo, cerca de 40 participantes, más dos profesionales del Ministerio de Energía, una representante regional de la SEREMI de Energía y dos representantes de la DGA.

Los participantes representaban a municipios cercanos, organizaciones ambientales y sociales, canalistas, académicos, agricultores, emprendedores turísticos, y ciudadanos particulares.

Alrededor de un tercio de los presentes había participado en el taller realizado en Concepción el año 2014, en el marco de la primera etapa de este estudio. Por esto, estaban al tanto de los conceptos y del espíritu de este trabajo. Los dos tercios restantes no conocían el estudio, por lo que hubo que hacer una recapitulación más exhaustiva que lo previsto inicialmente en la programación del taller para responder a las preguntas de los asistentes, y abrir un espacio de comunicación más significativo.

Mientras se llevaba a cabo esta inducción, un grupo de tres personas mapuche irrumpió en la sala gritando consignas contra las centrales y en particular contra Endesa, exigiendo que se suspendiera el taller y que se presentara la SEREMI de Energía, Carola Venegas (que venía en camino desde Concepción). Desde el principio la actitud de los manifestantes fue en extremo agresiva y, sin que mediara provocación, agredieron al equipo organizador. Los participantes del taller fueron trasladados a un salón contiguo donde aguardaron para poder continuar el taller mientras esta situación fue resuelta, a través de una conversación entre los manifestantes y representantes del Ministerio. Posteriormente, el taller prosiguió con su agenda programada, hasta el final de la jornada, gracias a la buena disposición de interés de los participantes.

El tema hidroeléctrico es controversial en el territorio, pues hay quienes están a favor y quienes están en contra de la hidroelectricidad. Dentro de estas posturas hay también matices, dado que se percibe que hay proyectos mejores que otros. Por ejemplo, un representante de la comuna de Quilaco valora los aportes de la Central Angostura en comparación con las otras centrales previamente instaladas, estableciendo que provoca una mejora de las napas y de la calidad de las aguas en general, indicando que cuando un río se embalsa las napas aledañas mejoran. Señala también valorar la política de relacionamiento de Endesa y Colbún, quienes permiten visitar sus centrales y embalses, conocer las máquinas y las compuertas, indicando que existe mucha desconfianza entre quienes no han tenido esa oportunidad.

Esta opinión suscitó un debate acerca de si efectivamente hay un avance en los estándares de relacionamiento y aporte a los territorios por parte de los sucesivos proyectos. La opinión mayoritaria es que probablemente sí hay avance, pero todavía es poco significativo y no compensa los impactos adecuadamente y que en este sentido no logran los proyectos hidroeléctricos constituirse aun en una oferta de valor para los territorios. Otros, en cambio, desaprobaron completamente la instalación de centrales hidroeléctricas, aunque sean de menor tamaño o del tipo “de pasada”.

Taller de Nacimiento

Este taller se desarrolló el jueves 29 de octubre de 2015 y convocó a los actores de la zona del secano y desembocadura de la cuenca del Biobío. Contó también con la presencia de representantes del Ministerio de Energía (tanto la contraparte, la División de Desarrollo Sustentable como la Unidad de Participación y Diálogo, así como de la SEREMI de Energía del Biobío y profesionales de la SEREMÍA).

Así como en los dos talleres anteriores, por parte del Ministerio se presentaron los alcances del estudio de cuencas en su primera fase y los desafíos que se abordarán para la segunda etapa. Además, se contestó a preguntas en torno a la finalidad última del estudio, su continuidad y alcances en su expresión más legal y normativa, en particular para convertirse o no en instrumento de política pública, que es lo que más interesó a los participantes de este taller.

Luego de eso, la SEREMI Carola Venegas expuso una visión más territorial de la estrategia energética de la Región del Biobío y sus desafíos, siendo una intervención bien valorada por los participantes. La SEREMI enfatizó que los asuntos energéticos son de todos, que la energía no le pertenece solamente al mercado o a los técnicos, sino que también a las casas a las que llega. Es importante que las comunidades participen en estos temas porque las metas no se lograrán de manera centralizada. Señaló que, tal como el Ministro de Energía ha dicho, lo que se requiere es retomar las energías sustentables a través de una Hoja de Ruta hasta el año 2050, pero contar nuevamente con costos más bajos es algo paulatino.

También contextualizó el estudio de cuencas en el territorio señalando que el río Biobío atraviesa 18 de las 50 comunas de la Región, y es un río que no solamente aporta electricidad, sino que es parte del paisaje, entrega agua para beber, para la agricultura y permite los procesos de distintas empresas. La SEREMI hace la invitación a comprender la importancia de este río no sólo desde la energía potencial que tiene, sino también desde el punto de vista del arraigo. Esto ayudará a trabajar, a conversar y a entender mejor la riqueza del río, recuperando su participación armónica en todos los beneficios que se generan para los habitantes de la Región.

Uno de los presentes pregunta si el resultado del taller será enviado a las organizaciones, a lo que los expositores responden que es un estudio público del que la primera etapa ya está lista. Deberá pasar, sin embargo, por verificaciones y revisiones del Ministerio. El estudio es multipropósito, y se espera que les sea útil a todos los actores.

Surgen, entonces, preguntas respecto de los alcances que este estudio pudiera ofrecer: ¿qué garantía existe de que metodologías como la de los ODV considerada en este estudio que se desarrollen, y consoliden sean considerados al momento de estudiar y de aprobar proyectos? Esta pregunta es reflejo de que los participantes valoran la información que el estudio compila y pone a disposición, pero ven difícil que se logre de él un aporte más allá de lo indicativo y, por lo mismo, creen que se debiese avanzar en el sentido de que las metodologías tengan valor normativo que consideren de este modo los territorios y que sirvan en efecto como herramienta de planificación territorial.

Se habla de estudios que no prosperaron y que involucraron grandes costos poniendo como ejemplo los relacionados con el borde costero.

7.4 Entrevistas con actores locales

En reemplazo de algunos talleres, se diseñó una alternativa metodológica que contempla entrevistas con actores claves en los territorios. Esta aproximación tiene los mismos objetivos que los talleres de inicio y desarrollo, a saber:

- i) socializar los objetivos del estudio con actores relevantes;
- i) levantar información para la construcción de OdV (especialmente aquellos de carácter cultural);
- ii) aportar a la construcción del diagnóstico territorial sobre desarrollo energético con una perspectiva histórica.

A través de estas actividades también se contribuyó a dar continuidad a la conexión con los actores locales en el territorio.

Las entrevistas se plantearon indicando los objetivos anteriores y se consideraron además las peticiones o sugerencias que los entrevistados realicen sobre entrevistar o incorporar a otros actores cuya opinión o representatividad se consideren relevantes.

El contacto para entrevistas usará como base de información a los líderes que fueron convocados y/o participaron en la primera fase de este estudio y a los municipios de las cuencas seleccionadas con los equipos técnicos correspondientes en cada caso.

7.4.1 Selección de comunas a entrevistar

Para seleccionar las comunas donde realizar entrevistas, se utilizaron dos criterios:

1. Comunas que hubieran participado de fases previas de este estudio.
2. Comunas con el mayor potencial hidroeléctrico de la cuenca donde se encuentran.

Para el segundo punto, se aplicó una metodología de asignación de potencial hidroeléctrico a las comunas, asignándoles todo el potencial que ésta posee dentro de sus límites administrativos; en algunos casos los límites de comunas están dados por los mismos ríos donde se encuentra el potencial, por lo que éste es sumado a ambas comunas. De esta forma, más que identificar un valor de potencial hidroeléctrico por comuna, se identifica un orden de magnitud del potencial dentro de estas unidades, que se presenta a continuación.

Tabla 172. Comunas de la cuenca del Maule que cuentan con potencial hidroeléctrico, ordenadas de mayor a menor

Cuenca	Comuna
Maule	Colbún
	San Clemente
	Linares
	Longaví
	Parral
	San Fabián
	Molina
	Río Claro

Cuenca	Comuna
	Pelarco
	Retiro
	Ñiquén
	Curicó
	San Carlos

Fuente: elaboración propia.

Tabla 173. Comunas de la Cuenca del Biobío que cuentan con potencial hidroeléctrico, ordenadas de mayor a menor

Cuenca	Comuna
Biobío	Quilaco
	Santa Bárbara
	Mulchén
	Alto Biobío
	Quilleco
	Lonquimay
	Los Ángeles
	Collipulli
	Ercilla
	Antuco
	Victoria
	Tucapel
	Curacautín
	Nacimiento
	Angol
	Yumbel
	Cabrero
	Negrete
	Yungay
	Los Sauces
	Pinto
	Laja
	Melipeuco
	Renaico
	Santa Juana
	Florida
	Hualqui
	San Rosendo

Fuente: elaboración propia.

Tabla 174. Comunas de la Cuenca del Toltén que cuentan con potencial hidroeléctrico, ordenadas de mayor a menor

Cuenca	Comuna
Toltén	Curarrehue
	Pucón
	Cunco
	Pitrufquén
	Melipeuco
	Freire
	Villarrica
	Gorbea
	Teodoro Schmidt
	Toltén
	Loncoche
	Lonquimay
	Panguipulli
	Vilcún

Fuente: elaboración propia.

Así, en la cuenca del Maule se seleccionaron las comunas de **Colbún, San Clemente, Longaví, Parral y Talca**. Las cinco primeras fueron se escogieron debido a que concentran gran parte del potencial hidroeléctrico de la cuenca. Si bien en San Clemente se había realizado un taller, se decidió incluir a esa comuna en esta etapa para aumentar la representatividad de las autoridades comunales. En el caso de Talca, si bien no tiene un potencial hidroeléctrico, se ha decidido incluirla ya que sus autoridades tuvieron una importante participación en la fase anterior, sumado a que en esa ciudad se encuentran representadas las principales ONG que se oponen a la hidroelectricidad en la cuenca.

Por su parte, en la cuenca del Biobío se seleccionaron las comunas de **Quilaco, Santa Bárbara, Mulchén, Quilleco y Lonquimay**, las cuales sumadas a la comuna de Los Ángeles, ya abordada en el taller realizado en esa ciudad, concentran la mayor parte del potencial asociado a la cuenca. Por su parte, en la comuna de Alto Biobío trabajará directamente el Ministerio de Energía, desde su SEREMIA y desde el nivel central.

Finalmente, en la cuenca del Toltén, se seleccionaron las comunas de **Curarrehue, Pucón, Cunco, Pitrufquén, Melipeuco, Freire y Villarrica**, ya que además de concentrar gran parte del potencial hidroeléctrico de la cuenca, se están experimentando situaciones de conflictos en relación al desarrollo de proyectos hidroeléctricos, por lo que su visión es importante de recoger.

7.4.2 Resultado del proceso de entrevistas

Como ya se señaló, se ejecutaron entrevistas grupales con líderes locales y funcionarios municipales, seleccionados en base a los listados de líderes que fueron convocados en la primera etapa del proceso, seleccionando a quienes pueden tener una mirada informada, dado su rol en una organización o de su función en el municipio (PRODESAL, DIDECO, Oficina de Asuntos Indígenas, Oficina de Turismo, etc.).

Estas entrevistas y los grupos conformados conforman una mirada interesante para enriquecer los resultados de este estudio y no buscan ser la opinión única o representativa de los territorios visitados. Estas actividades permitieron obtener información referencial que diera cuenta de ciertos aspectos centrales en la articulación del discurso que hay en cada territorio respecto de la hidroelectricidad. Ese fue el planteamiento que se hizo a las personas que fueron contactadas y para muchas esto fue una condición clave para acceder a la entrevista, dado que no se consideraban a sí mismos como únicos voceros del territorio.

Respecto de los actores municipales, la comunicación partió por los alcaldes, a quienes se les comentó del estudio y su alcance por medio de una carta enviada por correo electrónico y que detallaba la intención del trabajo, su enfoque, el por qué se requería información relevante que ellos podrían aportar y se describía a los consultores y sus ámbitos de acción. Luego de esto, un equipo de facilitadores, tomaba contacto con los funcionarios respectivos a través de visitas o comunicación telefónica. En algunos casos se conversó con los alcaldes y en otros, con los funcionarios y profesionales que se designaran. Se realizaron una o más reuniones de acuerdo a la disponibilidad de agenda de los entrevistados, al igual que con los representantes de la sociedad civil.

Los facilitadores habían recibido una adecuada inducción respecto del enfoque del proyecto y de la metodología, por lo que podían responder preguntas e inquietudes que surgieran, lo que resultó positivo dado que, aun cuando numerosos participantes entrevistados tenían alguna información del proceso (por el estudio anterior o porque algo habían oído del presente estudio), en general era muy pocos los que manifestaban saber a plenitud de que se trataba. Al igual que ocurrió en los talleres, la disposición de los participantes mejoró a medida que se conversó sobre el objetivo de la entrevista y su enfoque, participando activamente y sin dejar de plantear sus puntos de vista, en muchos casos bastante críticos, pero siempre constructivos.

Los facilitadores contaban con un cuestionario semi estructurado que daba un eje a la conversación y que apuntaba, en la misma línea de los talleres, a profundizar elementos sobre la visión y el contexto de la hidroelectricidad en los territorios y cómo los OdV actúan o debiesen actuar como condicionantes de la misma. A este respecto, también se recogieron insumos para construir y afinar los elementos sobre los cuales se pueden levantar la información para los OdV

que son más subjetivos como los de índole cultural y sobre los cuales no existen bases de datos adecuadas.

Como primera conclusión de este ejercicio, surge la necesidad de generar mejores y más sistemáticos canales de información con los territorios respecto de las políticas energéticas, en general, y en especial sobre los asuntos relativos a la hidroelectricidad, sus impactos, sus potencialidades y lo que los entrevistados llaman “la real necesidad del país”, apuntando a que si se va a “sacrificar los ríos” como ellos señalan, al menos debiera quedar claro para todos, el para qué de esta acción, a quién contribuye, qué tan necesario es, qué costos alternativos tiene, etc.

Una de las dificultades que se enfrentó al realizar las entrevistas (y también en el diseño inicial de los talleres) radica en esa escasez de espacios de información y discusión técnica sobre asuntos de energía y desarrollo hidroeléctrico. Se constató que existe en las cuencas estudiadas una masa crítica de personas con información y una reflexión personal y colectiva respecto de estas materias y en particular del uso de los recursos naturales en sus territorios, con quienes es posible generar discusiones muy constructivas cuando se dan las condiciones adecuadas. Este segmento de líderes y profesionales se ha ido formando en los últimos 20 años a partir del ejercicio profesional y del trabajo de las organizaciones territoriales contra determinados proyectos, lo que los ha obligado a aprender más sobre el tema y también por interés propio en temas como cambio climático, la escasez hídrica y otros aspectos que han puesto de manifiesto la vulnerabilidad de los ecosistemas locales y han movido a los líderes de los territorios a dotarse de una mirada más integral para entender estos asuntos.

Es interesante que, en estos procesos, se observa consistencia de las posturas críticas en las tres cuencas analizadas y, enlazándolo con la fase anterior de este estudio, en todas las cuencas analizadas. Estas posturas críticas y de rechazo al desarrollo hidroeléctrico tienen matices y soluciones diferentes dependiendo de cada territorio, pero en general, hay coincidencia en que hay una deficiencia en la planificación de las políticas públicas, lo que redundaría en una insatisfacción respecto del rol que han jugado el Estado y sus organismos en estas materias. Hay una consistente crítica a las prácticas de las empresas que promueven proyectos y al modelo de mercado eléctrico y de agua que finalmente se traduce en que las personas perciban, consistentemente, proyectos que son juzgados como mezquinos en su aporte al territorio (con diferentes grados) y generosos en sus afectaciones a prácticas de vida, ecosistemas, fuentes de desarrollo económico local, entre otros.

En la cuenca del Maule, se entrevistaron a 30 personas de las comunas de Parral, Longaví, Colbún, San Clemente y Talca. La comuna de Linares no fue abordada porque el Ministerio de Energía estaría desarrollando un proceso de diálogo específico en la comuna.

En la cuenca del Biobío se seleccionaron cuatro comunas (Mulchén, Santa Bárbara, Quilaco y Quilleco), abarcando un número de 30 personas.

En la cuenca del Toltén, se ejecutaron entrevistas en las comunas de Melipeuco, Pucón, Villarrica, Freire y Cunco, abarcando a 36 personas. Originalmente, se contemplaba entrevistar a personas de Curarrehue, pero un grupo importante de participantes de la entrevista colectiva de Pucón, provenía de Curarrehue (varios de ellos habían participado en el taller de Temuco y el de Villarrica, realizado en la primera fase del estudio de cuencas) y fueron enfáticos en señalar que tenían profundas desconfianzas respecto de los procesos que impulsa el Estado en estas materias y que no estaban dadas las condiciones para realizar una conversación abierta en dicho territorio a raíz de conflictos recientes y abiertos con la autoridad en la materia. Así, no se insistió en tomar contacto con esa comuna, pero sí fue recogida su visión en la entrevista en Pucón.

7.5 Seminarios de presentación de resultados preliminares

Se realizaron tres seminarios de presentación de resultados preliminares de este estudio, uno en cada cuenca:

1. Cuenca del Maule: seminario en Talca.
2. Cuenca del Biobío: seminario en Concepción.
3. Cuenca del Toltén: seminario en Temuco.

La estructura de estos seminarios siguió la siguiente lógica: apertura y bienvenida del Seremi correspondiente, presentación de resultados del estudio por parte de un profesional del Ministerio de Energía y finalmente un espacio para discutir dudas e inquietudes.

La presentación de los resultados del estudio tuvo la siguiente estructura:

- Primer Bloque:

- Diagnóstico territorial.
- Potencial hidroeléctrico.
- Objetos de Valoración (OdV).

- Segundo bloque:

- Herramienta de apoyo para la toma de decisiones.
- Instrumentos de planificación territorial.
- Discusión y preguntas.

7.5.1 Seminario cuenca del Maule

El seminario se efectuó el 24 de junio de 2016 en la ciudad de Talca, en el Hotel Diego de Almagro, al que asistieron 45 personas. Uno de los temas de mayor interés de los concurrentes respecto del estudio fue la incorporación del cambio climático. En otros temas, también estuvieron interesados en profundizar sobre electricidad en la Región (tarifas y desarrollo de nuevos proyectos) y el avance de energías renovables.



Figura 224. Seminario de cierre cuenca del río Maule.

Fuente: elaboración propia.

7.5.2 Seminario cuenca del Biobío

El seminario se efectuó el 15 de junio de 2016 en la ciudad de Concepción, en el Hotel Diego de Almagro, al que asistieron 30 personas. Las inquietudes de los participantes giraron en torno a los siguientes temas:

- La escala espacial en que se realiza el análisis.
- La utilización de la base de datos de peces.
- El significado de tener OdV que valoran la pristinidad en un tramo de río.



Figura 225. Seminario de cierre cuenca del río Biobío
Fuente: elaboración propia.

7.5.3 Seminario cuenca del Toltén

El seminario se efectuó el 28 de junio de 2016 en la ciudad de Temuco, en el Hotel Diego de Almagro. Este evento contó con 31 participantes, y las reflexiones y discusiones giraron principalmente en torno a:

- Cómo el estudio analizó el tema de riesgos en relación a los desastres naturales (deslizamientos de tierras, inundaciones, otros).
- Cómo se analizó el tema del cambio climático.
- Cómo se están planificando los proyectos hidroeléctricos que compiten con el turismo.



Figura 226. Seminario de cierre cuenca del río Toltén

Fuente: elaboración propia.

8 Instrumentos de Planificación Territorial

El objetivo de este capítulo es revisar la vinculación de los instrumentos de planificación territorial con el desarrollo de la hidroelectricidad.

Se revisan los instrumentos existentes a nivel nacional, regional y comunal, con la finalidad de identificar aquellos que estén relacionados con la temática energética y en específico a la hidroelectricidad. Lo anterior, basado en la premisa de generar recomendaciones y alternativas para la vinculación de los resultados de este estudio a los instrumentos.

En cuanto a los instrumentos nacionales y regionales, se revisaron todos los disponibles que atendieran al o los territorios abordados en este estudio. Respecto de los instrumentos de alcance comunal, se seleccionaron las mismas 21 comunas que fueron escogidas en la etapa de socialización de este estudio, cuyo criterio se enmarca dentro su alto potencial hidroeléctrico, o bien de su activa participación en el proceso y el estudio.

Es relevante mencionar que la población estimada de habitantes para las cuencas en estudio, según las proyecciones del INE¹⁰⁹ para el año 2015, es de 775.547 para el Maule, 1.489.992 en el Biobío y 386.624 en la del Toltén. Por otra parte, las proyecciones para las 21 comunas analizadas en este capítulo, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 175. Población estimada por comuna para el año 2015

Cuenca	Comuna	Habitantes
Maule	Talca	233.339
Maule	San Clemente	41.556
Maule	Linares	91.030
Maule	Colbún	19.444
Maule	Longaví	29.526
Maule	Parral	38.686
Biobío	Los Ángeles	194.870
Biobío	Mulchén	30.485
Biobío	Nacimiento	28.392

¹⁰⁹Instituto Nacional de Estadísticas. Proyecciones basadas en el Censo del año 2002.

Cuenca	Comuna	Habitantes
Biobío	Quilaco	4.103
Biobío	Quilleco	10.033
Biobío	Santa Bárbara	12.929
Biobío	Alto Biobío	6.118
Toltén	Cunco	19.047
Toltén	Curarrehue	7.443
Toltén	Freire	24.746
Toltén	Melipeuco	5.837
Toltén	Pitrufquén	24.672
Toltén	Pucón	27.680
Toltén	Villarrica	55.002
Toltén	Lonquimay	10.957

Fuente: elaboración propia en base a INE¹⁰⁹.

En lo concerniente a los instrumentos identificados, se revisaron y sistematizaron los que se consideraron necesarios para plantear un desarrollo estratégico e integral para el crecimiento energético a nivel nacional. Las herramientas de planificación vistas abordan el área de infraestructura de centros poblados y rurales, áreas naturales, estrategias de desarrollo, áreas indígenas, entre otros.

De los tipos instrumentos identificados de alcance general (pudiendo ser nacional, regional o comunal), cabe destacar que se revisó un total de 27, de los cuáles hay 13 con una categoría de estratégicos, 8 enfocados en planificación territorial y 6 enfocados con el ordenamiento territorial, como se muestra más adelante en la tabla. En cuanto a la información contenida en las columnas de ésta última, se caracterizan de la siguiente forma:

- **Tipo de instrumento:** tiene relación con la categorización de los planes, donde los de carácter estratégico están relacionados con estrategias impuestas por un ente en particular o por el gobierno. En cambio, los planes de ordenamiento territorial se caracterizan por espacializar los objetivos económicos, sociales, culturales y ecológicos de la sociedad. Por último, un plan de planificación territorial tiene como fin dirigir la

ordenación del territorio sobre la base de un análisis técnico, un consenso ciudadano y un compromiso político, con un claro objetivo de organizar la ocupación racional del suelo, respetando y garantizando un desarrollo humano sostenible.

- **Propiedades legales:** están definidas por los instrumentos de carácter normativo e indicativo. El primero es aquel que cuenta con fuerza legal para imponer criterios, en cambio los indicativos no tienen poder impositivo, pero es atractivo y puede tener consecuencias en el ordenamiento del territorio.
- **Plazos de vigencia:** tiene relación con el tiempo de validez que tiene cada instrumento, esto puede estar determinado por una cantidad específica de años o con plazos indefinidos.
- **Marco regulatorio:** tiene relación con la norma, política o plan que contiene y/o regula el instrumento de planificación territorial.
- **Fecha de publicación:** es la data de publicación de cada norma, política o plan.
- **Objetivo:** contiene los principales lineamientos, generales y específicos de cada instrumento.

8.1 Listado de instrumentos

Tabla 176. Instrumentos de Planificación Territorial

Escala de aplicación	Nombre de instrumento	Tipo de instrumento	Propiedades legales	Plazos de vigencia	Marco regulatorio	Fecha publicación	Objetivo
Nacional	Plan de Expansión Sistema Troncal	Estratégico	Normativo	Vigente	Proyecto de Ley de Transmisión	19-01-2016	Este instrumento busca que Chile reduzca los precios de la energía eléctrica y mejorar el actual sistema, a través de uno que permitirá mayor competencia en la generación, además de ser participativo, seguro, de calidad y respetuoso con el medio ambiente.
Nacional	Franjas de Transmisión	Estratégico	Normativo	En elaboración	Decreto Exento Nº 349	23-07-2015	Convenio de colaboración suscrito entre el Ministerio de Energía y el Ministerio de Obras Públicas, que tiene como objetivo “determinar e implementar mecanismos que posibiliten la autorización para el emplazamiento de proyectos de paralelismo de estructuras de transmisión de energía eléctrica en la faja fiscal de los caminos públicos”.
Nacional	Áreas Silvestres Protegidas	Estratégico	Normativo	Vigente	Ley 18.362	10-10-2014	Administrar un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas, que incluya los parques y reservas marinas, con objeto de asegurar la

Escala de aplicación	Nombre	Tipo de instrumento	Propiedades legales	Plazos de vigencia	Marco regulatorio	Fecha publicación	Objetivo
							diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental.
Nacional	Áreas Silvestres Protegidas Privadas	Estratégico	Normativa	Vigente	Ley 19.300	13-11-2010	Permitir la participación del sector privado a las tareas de protección y conservación del patrimonio ambiental. Estas áreas estarán afectas a igual tratamiento tributario, derechos, obligaciones y cargas que las pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.
Nacional	Reservas Marinas y Áreas de Manejo	Estratégico	Normativo	Vigente	Decreto Supremo Nº 238	21-06-2006	Proteger los ecosistemas marinos que se encuentran delimitados bajo esta normativa.
Nacional	Distritos de Conservación de Suelo, Bosque y Agua	Estratégico	Normativo	Vigente	Ley 18.378	30-07-2008	Establecer normas sobre la conservación de suelos, bosques y aguas. Establecer facultad al MMA para fijar distritos de conservación en suelos erosionados o con inminente riesgo de erosión.
Nacional	Manejo Integrado de Cuencas	Ordenamiento Territorial	Indicativa	Vigente (Piloto)	Piloto ejecutado por el Ministerio	06-04-2015	Compatibilizar los usos y vocaciones de los territorios. Nota: éste es un proyecto piloto que

Escala de aplicación	Nombre	Tipo de instrumento	Propiedades legales	Plazos de vigencia	Marco regulatorio	Fecha publicación	Objetivo
					de Medio Ambiente con el apoyo de la Dirección General de Aguas		partió hace más de seis años pero requiere que tenga un respaldo legal, que sea un proceso vinculante y participativo.
Nacional	Espacios Costeros Marinos de los Pueblos Originarios	Ordenamiento Territorial	Normativo	Vigente	Ley 20.249	16-02-2008	Regular el uso de los espacios marinos utilizados por comunidades o asociaciones indígenas que han ejercido el uso consuetudinario de estos espacios. La delimitación está determinada por la superficie que asegure el ejercicio del uso tradicionalmente realizado. Los territorios a ser considerados como tal, deben ser constatados por la CONADI.
Nacional	Ley y Reglamento de Concesiones Marítimas	Ordenamiento Territorial	Normativo	Vigente	D. F. L. Nº 340 Sobre Concesiones Marítimas; Decreto 2	21/01/1992; 20-04-2006	Regular, fiscalizar y vigilar toda la costa, mar territorial de la República.
Nacional	Concesiones de Acuicultura	Ordenamiento Territorial	Normativo	Vigente	Ley 19.397, D.S.(E) Nº 290/93	5-09-1995	Establecer permisos de ocupación transitoria a peticionarios de concesiones de acuicultura, con el objeto de realizar actividades de cultivo de especies hidrobiológicas.

Escala de aplicación	Nombre de instrumento	Tipo de instrumento	Propiedades legales	Plazos de vigencia	Marco regulatorio	Fecha publicación	Objetivo
							Estas concesiones se otorgan en áreas que se encuentran definidas como apropiadas para el ejercicio de la acuicultura, son de carácter indefinido, transferible y susceptible de negocio jurídico.
Nacional	Política Nacional de Desarrollo Urbano	Planificación Territorial	Indicativa	Vigente	Política nacional de desarrollo urbano	2014	Guiar el desarrollo de las ciudades de Chile, centrando su atención en las personas y su calidad de vida, abarcando las áreas urbanas y los asentamientos humanos en el país, y proponiendo un crecimiento sustentable.
Nacional	División de Predios Rústicos	Planificación Territorial	Normativo	Indefinido	Decreto Ley 3.516	11-09-2012	Los predios rústicos son aquellos inmuebles de aptitud agrícola, ganadera o forestal; ubicados fuera de los límites urbanos o fuera de los límites de los planes reguladores. Los predios que se encuentran bajo la situación anterior podrán ser subdivididos, siempre y cuando los lotes resultantes tengan una superficie no inferior a 0,5 hectáreas físicas.
Regional	Estrategia Regional de Desarrollo	Estratégico	Normativo	Vigencia de 10 años	--	--	Definir, en el sentido más amplio, cómo se logrará el desarrollo de la región y dónde estarán puestos los

Escala de aplicación	Nombre	Tipo de instrumento	Propiedades legales	Plazos de vigencia	Marco regulatorio	Fecha publicación	Objetivo
							acentos que darán pie a dicho progreso.
Regional	Plan Energético Regional (PER)	Ordenamiento Territorial	Indicativo	Indefinido aún	Política Energética 2050	2015	Expresar de manera instrumental el proceso de ordenamiento territorial energético regional que nace a partir de las metas y acciones definidas en la Agenda de Energía. En ellos, se deberá plasmar la visión energética de la región y se establecerán las condicionantes territoriales para su desarrollo, en concordancia con las Estrategias Regionales de Desarrollo.
Regional	Planes Regionales de Ordenamiento Territorial	Ordenamiento Territorial	Indicativo	Vigencia de 10 años	Decreto Supremo N° 28 / 2006	2-09-2006	Realizar ordenamiento a nivel regional. Orientar los usos que, en una etapa posterior y de gestión, posibilitarán evaluar la compatibilidad entre estos y entre ellos y la sustentabilidad ambiental, con el objeto de establecer condiciones de actuación, uso e intervención, en virtud de los diferentes intereses en el territorio.
Regional	Plan Regional de Desarrollo Urbano	Planificación Territorial	Indicativo	En modificación, será reemplazado por PROT	DDU N° 9 Circ. Ord. N°1083	18-12-1996	Fijar roles de centros urbanos, áreas de influencia, relaciones gravitacionales y metas decrecimiento. Es la base de las estrategias de

Escala de aplicación	Nombre	Tipo de instrumento	Propiedades legales	Plazos de vigencia	Marco regulatorio	Fecha publicación	Objetivo
							desarrollo regional.
Regional	Plan de Zonificación de Uso del Borde Costero	Planificación Territorial	Indicativo	Indefinido	Decreto Supremo N°475	14-12-1995	Propender a una adecuada consideración de la realidad geográfica de cada uno de los sectores o áreas del litoral.
Regional	Planes Directores para la Gestión de los Recursos Hídricos	Planificación Territorial	Indicativo	Hasta que se genere uno nuevo	Planes Directores para la Gestión de los Recursos Hídricos	1994/95	Planificar, considerando los efectos agregados de las diversas intervenciones locales, de tal manera que contribuya a orientar las decisiones públicas y privadas, con el fin último de maximizar la función económica, social y ambiental del agua, en armonía con el medioambiente y con condiciones de equilibrio que permitan la sustentabilidad dentro de una visión de corto, mediano y largo plazo.
Regional	Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico	Planificación Territorial	Indicativo	Hasta 2021	Cartera Planes Regionales de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021	2012	Planificar las intervenciones del Ministerio de Obras Públicas en cada una de las regiones del país al año 2021. Incluye los ámbitos de los servicios de infraestructura, así como, el ámbito de la Dirección General de Aguas vinculado a la gestión de los recursos hídricos.

Escala de aplicación	Nombre	Tipo de instrumento	Propiedades legales	Plazos de vigencia	Marco regulatorio	Fecha publicación	Objetivo
Inter Comunal	Planes Reguladores Intercomunales	Planificación Territorial	Normativas	Entre 10 y 20 años	Decreto con fuerza de ley N° 458	19-12-2015	Un Plan Regulador Intercomunal constituye un instrumento de planificación territorial cuya función consiste en regular el desarrollo físico de las áreas urbanas y rurales de diversas comunas que, por sus relaciones, se integran en una unidad urbana.
Comunal	Áreas de Desarrollo Indígena	Estratégico	Normativo	Indefinido	Ley N° 19.253	25-03-2014	Beneficiar el desarrollo armónico de los indígenas y sus comunidades. Para su establecimiento deberán concurrir los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> - Espacios territoriales en que han vivido ancestralmente las etnias indígenas; - Alta densidad de población indígena; - Existencia de tierras de comunidades o individuos indígenas; - Homogeneidad ecológica. - Dependencia de recursos naturales para el equilibrio de estos territorios, tales como manejo de cuencas, ríos, riberas, flora y fauna.
Comunal	Plan de Desarrollo Comunal	Estratégico	Indicativo	4 a 6 años		26-07-2006	Orientar el desarrollo de la comuna.

Escala de aplicación	Nombre de instrumento	Tipo de instrumento	Propiedades legales	Plazos de vigencia	Marco regulatorio	Fecha publicación	Objetivo
Comunal	Plan de Desarrollo Turístico	Estratégico	Indicativo	Indeterminados	Ley Nº 18.695	02-11-2015	Elaborar un instrumento orientador del desarrollo turístico de las comunas que incluya lineamientos y estrategias para el fomento de la actividad turística, de forma que sea sustentable en el tiempo
Comunal	Zonas de Interés Turístico	Estratégico	Normativo	Cada 2 años	Ley Nº 20.423	17-12-2010	Fomentar la actividad turística que se ejecuta por medio de la construcción participativa, coordinación y el compromiso de ejecución de un Plan de Acción en un territorio determinado dentro de un plazo de ejecución de dos años. Estos territorios estarán liderados por el municipio, en conjunto con otros actores (públicos y privados) y organizaciones de carácter local, acompañados técnicamente por las Direcciones Regionales de Turismo de SERNATUR.
Comunal	Concesiones Mineras	Estratégico	Normativo	Concesión de exploración : 4 años. Concesión de explotación	Ley 18.097	21-01-1992	Otorgar los permisos sobre un territorio con el objeto de explorar o explotar con fines mineros.

Escala de aplicación	Nombre	Tipo de instrumento	Propiedades legales	Plazos de vigencia	Marco regulatorio	Fecha publicación	Objetivo
				tendrá duración indefinida.			
Comunal	Concesiones Energéticas	Estratégico	Normativo	30 años	Decreto N° 1.939; Ley 19.300; Ley General de Servicios Eléctricos; D.S. N° 327.	2014	Establecer e implementar un conjunto de procedimientos para el catastro y gestión de bienes fiscales para el desarrollo de proyectos de Energías Renovables No Convencionales ERNC.
Comunal	Plan Regulador Comunal	Planificación Territorial	Normativo	Entre 15-20 años	Decreto con fuerza de ley N° 458	13-04-1976	Promover el desarrollo armónico del territorio comunal, en especial de sus centros poblados, en concordancia con las metas regionales de desarrollo económico-social.

Fuente: elaboración propia.

8.1.1 Instrumentos de planificación a nivel nacional

Entre los documentos revisados, y que incorporan de alguna forma la temática energética se encuentran:

- Plan Nacional de Expansión de Troncal, el cual incorpora la necesidad nacional de una nueva Ley de Transmisión Eléctrica, con el fin de abastecer los requerimientos de consumo eléctrico. En este proyecto de ley en uno de sus capítulos, se indican los procedimientos y requerimientos para la planificación energética a nivel nacional que luego decantarán en las regiones, además de las bases y requerimientos para las licitaciones de obras de transmisión, entre otros.
- Convenio firmado entre el Ministerio de Energía y el Ministerio de Obras Públicas, para determinar e implementar mecanismos que posibiliten la autorización para el emplazamiento de proyectos de paralelismo de estructuras de transmisión de energía eléctrica en la faja fiscal de los caminos públicos.
- Manejo Integrado de Cuencas, instrumento que incorpora la generación de hidroelectricidad y las restricciones que ello conlleva donde se destaca que se debieran considerar aquellas restricciones particulares para cada cuenca, tales como; caudales ecológicos y embalse - establecidas por las distintas resoluciones-. Así, para el caso de la cuenca del Maule, en aquellos embalses destinados a la generación hidroeléctrica, se deberá considerar las restricciones de riego, conforme a lo establecido en la resolución DGA 105/83; por otro lado, para el caso de esta misma cuenca, existen restricciones asociadas a la extracción de agua, relacionadas con el caudal ecológico. Cabe destacar que para las cuencas del Biobío y Toltén, también se aplica una restricción asociadas a las extracciones de agua, las cuales están impuestas en la Ley 20.017, la cual modifica el Código de Aguas e incorpora el caudal ecológico.

Para mayor detalle de los instrumentos revisados ver

Anexo XI: Análisis de Instrumentos.

8.1.2 Instrumentos de planificación a nivel regional

Los instrumentos que hacen referencia puntual al tema energético son los presentes en la Tabla. De estos se destaca la postura de la Región del Biobío, ya que mencionan la necesidad de implementar fuentes de energía alternativas de bajo impacto ambiental y por ello concretan objetivos relacionados con la adecuada implantación de proyectos del tipo energéticos. Por otra parte, en el Maule tienen una visión más de resguardo acerca de los proyectos relacionados con la hidroelectricidad, ya que no quieren que el riego y la agricultura se vean amenazados (

Anexo XI: Análisis de Instrumentos).

Además, cabe destacar que las Estrategias Regionales de Desarrollo enfocan algunos de sus lineamientos estratégicos a la eficiencia energética, apuntado a: formalizar una política regional que incentive la inversión pública y privada en eficiencia energética y en la generación con ERNC; incrementar y diversificar el abastecimiento de energía requerida para las actividades productivas y de consumo doméstico de la Región desde fuentes confiables y diversas de bajo impacto ambiental; por último, contar el desarrollo sustentable de ciudades y entornos, el cual permita organizar y planificar los territorios con una visión de largo plazo, de modo que las futuras demandas por espacios, recursos y servicios se vean solventadas de manera íntegra y sin perjudicar el desarrollo presente ni futuro de la sociedad.

Entre los planes que abordaron directamente la hidroelectricidad está el Plan Regional de Desarrollo Urbano del Biobío, donde colocan a la hidroelectricidad como una restricción del sistema turístico, de algunos sectores, sin embargo, tienen como desafío compatibilizar el desarrollo actual y el potencial hidroeléctrico en concordancia con el resto de los atributos territoriales de la zona.

En el caso de los Planes Regionales de Infraestructura y Gestión de los Recursos Hídricos –elaborados por el MOP–, se apunta a la hidroelectricidad como una de las aristas que generan demanda por el recurso. Explícitamente, en el plan para el Maule, se destaca que en el ámbito energético se proyectan varias inversiones de tipo hidroeléctrico y termoeléctrico, donde el MOP mantiene un especial interés en el uso eficiente del recurso hídrico. En el caso del Biobío se destacan las brechas de infraestructura para los sectores productivos prioritarios, específicamente en servicios de puentes y vialidad para conectividad en nuevos desarrollos de proyectos de energías limpias en la Región.

Tabla 177. Instrumentos de planificación territorial a nivel regional

Instrumento	Cuenca	Región	Estado	Fecha publicación	Referencia a asuntos energéticos
ESTRATEGIAS REGIONALES DE DESARROLLO	Biobío	Biobío	En Vigencia (2008-2015)	01-12-2008	<p>Contempla "Incrementar el abastecimiento de energía requerido para las actividades productivas y de consumo doméstico de la Región desde fuentes confiables y diversas de bajo impacto ambiental".</p> <p>Los proyectos e iniciativas propuestas son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Desarrollo de fuentes de energía alternativa. 2.- Centro de Investigación y Uso de Energías Renovables. 3.- Promoción del uso eficiente de energía.
	Maule	Maule	En Vigencia (2009-2020)	15/07/2009	<p>En el ítem Territorio, Infraestructura y Medio Ambiente, describen un eje orientador denominado "Prácticas sustentables ambientales", el cual tiene, entre sus lineamientos estratégicos, la eficiencia energética, cuya estrategia apunta a: - Formalizar una política regional que incentive la inversión pública y privada en eficiencia energética y en la generación con ERNC. - Impulsar programas a nivel local para instruir y apoyar a la comunidad en el uso eficiente de la energía y la adopción de tecnologías alternativas de energía limpia. - Promover la utilización de sistemas limpios y eficientes de calefacción domiciliar y de generación de calor para uso industrial.</p>

Instrumento	Cuenca	Región	Estado	Fecha publicación	Referencia a asuntos energéticos
	Toltén	Araucanía	En Vigencia (2010-2022)	8/07/2010	En sus lineamientos estratégicos destaca el punto "Desarrollo sustentable de ciudades y Territorios", el cual tiene entre sus las estrategias el fomentar la diversificación de la matriz energética regional, favoreciendo la utilización de fuentes de ERNC y el uso eficiente de la energía. Para esto último proponen cinco líneas de acción: a) Elaborar una política de energía y eficiencia energética regional. b) Fomentar la diversificación de la Matriz Energética Regional mediante el impulso a la utilización, aplicación y desarrollo de ERNC. c) Fomentar el aumento de instrumentos de financiamiento y de subsidio para la generación e implementación de energía basadas en sistemas RNC. d) Propiciar y fomentar la reducción de la demanda energética de la edificación existente público-privada y del sector productivo. e) Fomento a la edificación y equipamiento con altos estándares de eficiencia energética.
PLAN REGIONAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL	Maule	Maule	En evaluación	--	Se considera como problema ambiental el conflicto en el uso y gestión del recurso hídrico (Riego/Generación de Energía Hidroeléctrica) en las cuencas del Maule, Mataquito y Costeras. Se manifiesta un efecto de escasez de recurso hídrico generalizado en las actividades productivas que se realizan en la región, junto con un deterioro de los sistemas de cuencas y costeros. Es por ello que tiene, entre sus objetivos ambientales, el resguardar los recursos hídricos superficiales y subterráneos de las cuencas del Maule, Mataquito y Microcuencas Costeras, mediante la incorporación de este objetivo estratégico territorial en los criterios consultivos de pronunciamiento de evaluación ambiental del Gobierno Regional del Maule y en los proyectos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) que estén asociados al uso y manejo del recurso hídrico.

Instrumento	Cuenca	Región	Estado	Fecha publicación	Referencia a asuntos energéticos
PLAN REGIONAL DE DESARROLLO URBANO	Maule	Maule	En Vigencia	2007	La definición conceptual de este plan esta descrita por “La Región binuclear” que se caracteriza por una mayor relación con la identidad de la Región; ya que reconoce las diferencias históricamente existentes entre la zona al norte y al sur del río Maule. Este río ha sido una barrera natural que ha determinado espacial y funcionalmente a la Región y de esta forma se puede distinguir el sector norte íntimamente vinculado con la actividad agrícola del valle central de la VI Región y con el borde costero de ésta y el sector al sur del río Maule su vinculación con la VIII Región, su borde costero y el puerto de Talcahuano.
	Biobío	Biobío	En vigencia	2005	<p>En sus Objetivos territoriales, específicamente en Ocupación del Territorio está la siguiente gestión: "Crear una instancia regional para el uso sustentable del recurso hídrico por encima de los sectores involucrados".</p> <p>La tendencia y necesidades energéticas se han instalado en la Región a causa de lo demandante que son las industrias presentes en el Biobío. Es por ello que incluyen en el plan la temática energética. Sin embargo, colocan a la hidroelectricidad como una restricción del sistema turístico de algunos sectores. Tienen como desafío compatibilizar el desarrollo actual y el potencial hidroeléctrico en concordancia con el resto de los atributos territoriales de la zona.</p>
	Toltén	Araucanía	En vigencia	2005	Considera como eje central reconocer a la Araucanía, como patrimonio natural y cultural, lo que será la base para proponer a la Región como: competitiva, sostenible y pluricultural . No incluye a la temática energética, sin embargo, las temáticas económicas abordadas en el desarrollo de la región son: actividad agropecuaria-silvícola, destacando dentro de esta a los cultivos tradicionales, ganadería y producción forestal, y tiene como potencialidades otras actividades como: floricultura, producción de

Instrumento	Cuenca	Región	Estado	Fecha publicación	Referencia a asuntos energéticos
					semillas, turismo, agroindustria, las que, de acuerdo al Plan, han comenzado a ganar espacio en la Región.
PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS	Maule	Maule	Vigente	01-05-2008	Se aborda en dos líneas del plan. La primera en el diagnóstico, describiendo la demanda del agua para electricidad, y la segunda en las acciones, planes y programas identificadas en la cuenca del río Maule, donde tiene como proyecto el "Plan de incorporación de empresas hidroeléctricas a la Junta de Vigilancia del río Maule".
PLAN REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS	Biobío	Biobío	Vigente	2012	En las brechas de infraestructura mencionan que para los sectores productivos prioritarios tienen un déficit de estándar de servicio de puentes y vialidad para conectividad en nuevos desarrollos de proyectos de energías limpias en la Región del Biobío. A consecuencia de lo mencionado anteriormente, en la imagen objetivo del plan se considera "Infraestructura para la generación de energía".

Fuente: elaboración propia.

8.1.3 Instrumentos de planificación a nivel comunal

En los instrumentos a nivel comunal sólo se observaron menciones a temas relacionados con energía en las concesiones mineras y concesiones energéticas. En el caso de la primera, la arista energética es abordada puntualmente para describir la producción de recursos energéticos tales como el carbón, petróleo crudo y el gas natural. En el caso de las concesiones energéticas, son permisos otorgados por organismos del Estado, principalmente para geotermia, hidroelectricidad y transmisión eléctrica.

Sumado a lo anterior, se observan dos lineamientos distintos en lo que compete a instalación de centrales de generación hidroeléctrica. Por un lado, instrumentos que las visualizan como un aporte al desarrollo económico y productivo de las comunas, y por otro, instrumentos que manifiestan oposición por la incompatibilidad con el entorno natural. Para mayor detalle ver Tabla 178.

Algunos de los documentos, como el Plan Regulador Intercomunal Colbún-Machicura, describen su historia con las centrales hidroeléctricas y señalan que los embalses representan un atractivo para su uso con fines turísticos recreativos.

Por otra parte, la comuna de San Clemente en su Plano Regulador, define que en la zona rural consideran como sector primario a la agricultura, y secundario las construcciones eléctricas, de gas y agua.

A su vez, el PLADECO de Santa Bárbara describe que la existencia de proyectos hidroeléctricos ha fortalecido el trabajo, asegurando por medio de un acuerdo, un porcentaje mínimo de contratación de mano de obra local.

Distinto es el caso de Melipeuco, donde en su PLADECO se plantea la preocupación de los ciudadanos por la instalación de centrales de paso.

Tabla 178. Instrumentos de planificación territorial a nivel comunal

Instrumento	Cuenca	Comuna	Estado	Referencia a asuntos energéticos
PLAN DE DESARROLLO COMUNAL	Biobío	QUILLECO	Vigente (2009-2015)	Dentro del diagnóstico menciona que los principales ríos de la Región del Biobío son utilizados para la generación de energía. Así también menciona que el agua que es un recurso natural que requiere de grandes inversiones económicas para asegurar su disponibilidad y preservar su calidad. Igualmente, refiere a la demanda energética regional y su incremento, indicando que la gran demanda por agua del sector productivo de energía, solo podrá ser satisfecha por grandes represas, las que a su vez permitirán regular el flujo, el que dada las condiciones climáticas, presentan altos caudales en el invierno los que se reducen en el periodo estival, de esta manera las represas permitirán almacenar el agua y liberarla en la época en que es más requerida para el riego en la agricultura.
PLAN DE DESARROLLO COMUNAL	Biobío	SANTA BÁRBARA	Vigente (2012-2016)	La hidroelectricidad es abordada desde dos líneas: - Se menciona que la existencia de proyectos hidroeléctricos ha fortalecido el trabajo, asegurando por medio de un acuerdo, un porcentaje mínimo de contratación de mano de obra local. Del mismo modo, destaca el rubro de la gastronomía y alojamiento en la comuna, que se ven potenciados por la llegada de trabajadores que trabajan en la construcción de centrales hidroeléctricas. - Por otro lado, menciona a las forestales e hidroeléctricas como el principal causante del mal estado de la comuna. Del mismo modo, menciona dentro de los problemas ambientales futuros, la inundación significativa del lecho de los ríos Huequecura y Biobío por la construcción de la central Angostura.
PLAN DE DESARROLLO COMUNAL	Biobío	ALTO BIOBÍO	Vigente.	Se refiere al contexto histórico de los proyectos hidroeléctricos en la comuna, lo hace mencionando los principales proyectos presentes y hace un resumen de su historia. Por otro lado, caracteriza las principales actividades industriales de la comuna, mencionando que éstas están dadas por el potencial hidroeléctrico de la zona.

Instrumento	Cuenca	Comuna	Estado	Referencia a asuntos energéticos
PLAN DE DESARROLLO COMUNAL	Biobío	LONQUIMAY	Vigente (2009-2012) No hay posterior	Dentro de los lineamientos estratégicos menciona: fomentar la protección de las cuencas hidrográficas y suelos degradados mediante el establecimiento de obras de recuperación de suelos, además de investigación orientada a la protección de las cuencas. Por otro lado, dentro de la infraestructura, menciona que la comuna es proveedora de agua y energía a nivel nacional.
PLAN DE DESARROLLO COMUNAL	Maule	SAN CLEMENTE	Vigente (2005-2009) No hay posterior	Nombra, dentro de los principales servicios energéticos, dos complejos hidroeléctricos: Central Maule y Central Colbún, realizando una descripción histórica de cada uno de ellos. En el análisis FODA de la comuna, se indica como amenaza el daño ambiental por proyectos energéticos. Presenta una tabla de diagnóstico para el turismo, donde mencionan como problema, la protección de las cuencas hidrográficas de la comuna, mencionando como solución la creación de una política de protección al río Maule por los entes gobernantes.
PLAN DE DESARROLLO COMUNAL	Maule	LINARES	Vigente (2014-2018)	Dentro de los lineamientos y desafíos está: incorporar nuevas tecnologías y el uso de energías alternativas y limpias, además de generar conocimiento específico sobre el impacto de determinadas actividades productivas sobre las personas y el patrimonio arqueológico, arquitectónico y paisajístico presente en la comuna. Las condiciones naturales de la comuna, sus cielos limpios y vientos propicios permitirían recuperar de forma masiva la utilización de energías limpias en la zona eólica y solar, principalmente).

Instrumento	Cuenca	Comuna	Estado	Referencia a asuntos energéticos
PLAN DE DESARROLLO COMUNAL	Maule	COLBÚN	Vigente (2013-2017)	<p>Se refiere, dentro de la producción eléctrica, a distintas centrales de gran importancia en el territorio comunal y nacional, sin embargo, menciona que la ocupación de mano de obra local y de ingresos en este sector no es significativa.</p> <p>Por otro lado, indica que, actualmente, existen numerosas autorizaciones de exploración de energía geotérmica en la zona cordillerana, lo que prevé un interesante panorama respecto a la construcción de centrales de energía no tradicional.</p>
PLAN DE DESARROLLO COMUNAL	Maule	PARRAL	Vigente (2014) No hay posterior	Dentro de las problemáticas de la comunidad, menciona el temor persistente por posibles instalaciones de proyectos hidroeléctricos.
PLAN DE DESARROLLO COMUNAL	Toltén	CUNCO	Vigente (2014-2018)	En este diagnóstico se reconoce que Cunco, por su ubicación, posee un enorme potencial hídrico, dado por su ubicación geográfica, la cual está drenada por la cuenca del río Cautín y dos subcuencas, la del río Allipén y la del río Trancura, es por ello que existe la intervención en algunos de estos cursos de agua, utilizados para embalses de riego y agua potable, embalses para generación eléctrica y centrales de pasada. Se propone que la comuna genere, mediante una ordenanza municipal o decreto alcaldicio, ciertos alineamientos u orientaciones/restricciones antes que los proyectos ingresen al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
PLAN DE DESARROLLO COMUNAL	Toltén	PITRUFQUEN	Vigente (2014-2017)	<p>Menciona como amenaza a la hidroelectricidad, fundamentando que su construcción sería un peligro en diversos aspectos culturales, ambientales y económicos para la comuna, además de que afectaría a las comunidades del sector.</p> <p>Así también, señala que el principal énfasis de este territorio es la alta preocupación por los impactos negativos que puede causar la instalación de centrales hidroeléctricas, tanto en la vida comunitaria como sobre la naturaleza, la medicina, el</p>

Instrumento	Cuenca	Comuna	Estado	Referencia a asuntos energéticos
				turismo, la agricultura y el abastecimiento de agua, entre otros.
PLAN DE DESARROLLO TURÍSTICO	Maule	SAN CLEMENTE	Vigente	<p>En la comuna existen cinco centrales hidroeléctricas, que pertenecen al complejo eléctrico Pehuenche, todas ellas ubicadas en la cuenca del río Maule. Aunque es común que diversas centrales se instalen a lo largo de una misma cuenca, en este caso es relevante la secuencia en que operan las centrales y ubicación estratégica de las bocatomas y aducciones, ya que permite un aprovechamiento eficiente de las aguas.</p> <p>El documento, además, destaca el lago Colorado, lago artificial construido para el funcionamiento de las plantas hidroeléctricas Colbún y Machicura, el que permite importantes inversiones en zonas de camping, casas de descanso, hoteles, canchas de golf, entre otras.</p>
PLAN DE DESARROLLO TURÍSTICO	Biobío	MULCHÉN	Vigente	<p>En lo concerniente a energía sólo se describen los proyectos ingresados al SEIA, donde están del tipo eólico, biomasa, hidroeléctrico y líneas de transmisión.</p> <p>Por último, en las estrategias del plan está el eje sustentabilidad donde se considera la Responsabilidad Social Empresarial, donde harán un diagnóstico del sector privado y sus aportes a la comunidad con el objetivo de canalizar de forma adecuada los aportes y convenios generados para el desarrollo comunal.</p>
CONCESIONES ENERGÉTICAS	Maule	COLBÚN	Vigente	<p>El Ministerio de Energía otorga a Empresa Eléctrica Portezuelo SpA concesión definitiva para establecer la "Central Hidroeléctrica Los Hierros II" en la Región del Maule, Provincia de Linares, Comuna de Colbún.</p> <p>El objetivo de estas instalaciones será inyectar la energía producida al SIC, ayudando a satisfacer las necesidades actuales y el aumento progresivo de la demanda del sector energético nacional.</p>

Instrumento	Cuenca	Comuna	Estado	Referencia a asuntos energéticos
PLAN REGULADOR COMUNAL	Maule	SAN CLEMENTE	Vigente	<p>En el ítem Industrias mencionan las dos centrales hidroeléctricas instaladas en la década de 1960 en la comuna;</p> <ul style="list-style-type: none"> - CH Cipreses, a 115 km de Talca con una potencia de 101,4 MW y que fue puesta en marcha en mayo de 1955. - CH Isla, a 115 km de Talca con una potencia de 68 MW y que fue puesta en marcha en marzo de 1963. <p>En lo concerniente a actividades económicas, la comuna de San Clemente en la zona rural considera como sector primario la agricultura y como secundario, las construcciones eléctricas, de gas y agua.</p>
PLAN REGULADOR COMUNAL	Maule	COLBÚN	Vigente	<p>La comuna de Colbún es un territorio fuertemente identificado con la actividad hidroeléctrica generada por grandes embalses, que alimentan centrales productoras de energía eléctrica para el SIC. Esta comuna alberga unas de las más grandes represas hidroeléctricas del país (Colbún-Machicura). Además, deja en claro que la actividad más importante en la comuna es la producción energética, está basada en la explotación de las centrales hidroeléctricas de la hoya hidrográfica del Maule: Los Cipreses, Curillinque, Pehuenche y el complejo Colbún-Machicura.</p> <p>Sin embargo, la ocupación en este sector no es significativa en términos de empleo.</p>
PLAN REGULADOR COMUNAL	Maule	LONGAVÍ	Vigente	<p>En los riesgos antrópicos relevados en el diagnóstico del plan se menciona la infraestructura energética presente en la comuna: los estanques acumuladores de combustibles de la Refinería ENAP, El Trazado del Oleoducto de ENAP, Líneas de Alta Tensión, una red perteneciente a Transelec S.A. y Subestación Eléctrica.</p>
PLAN REGULADOR COMUNAL	Maule	PARRAL	Vigente	<p>Dentro de la zonificación de las áreas de la comuna, señala áreas especiales de restricción, indicando, como uso permitido la instalación de infraestructura vial, infraestructura sanitaria, infraestructura energética e infraestructura de</p>

Instrumento	Cuenca	Comuna	Estado	Referencia a asuntos energéticos
				comunicaciones.
PLAN REGULADOR COMUNAL	Biobío	LOS ÁNGELES	Vigente	Dentro del análisis de crecimiento poblacional menciona que no hay que olvidar que las nuevas industrias de la celulosa y el papel, o las grandes centrales hidroeléctricas, son intensivas en capital, pero no generan gran cantidad de empleos. Dentro de los riesgos antrópicos en el territorio comunal, menciona que en la comuna existen dos líneas de alta tensión que transportan la energía de las centrales hidroeléctricas localizadas en las comunas orientales limítrofes como Antuco y Santa Bárbara, además de la existencia de una gran cantidad de tendidos menores destinados a alimentar el área rural de la comuna.
PLAN REGULADOR COMUNAL	Biobío	NACIMIENTO	Vigente	Dentro de las condiciones de uso, generales y específicas, menciona como uso prohibido: “queda prohibido dentro del área urbana realizar uso de infraestructura energética de centrales de generación o distribución de energía y similares, con excepción de subestaciones eléctricas”. Por otro lado, menciona que todo proyecto a realizarse en el álveo de cualquier cauce y/o cuerpo hídrico superficial, deberá dar cumplimiento a lo establecido en el Art.171 en relación con el Art. 41 del Código de Aguas. Es decir, previo a la ejecución de éstas se deberá remitir a la DGA.
PLAN REGULADOR COMUNAL	Biobío	SANTA BÁRBARA	Vigente	Para fortalecer y complementar el desarrollo de las actividades económicas predominantes en la comuna y de las nuevas infraestructuras energéticas en desarrollo. En lo concerniente a materia hidroeléctrica, la ordenanza del plan indica que "todo proyecto u obra a realizarse en el álveo de cualquier cauce y/o cuerpo hídrico superficial, deberá dar cumplimiento a lo establecido en los artículos 41 y 171 del Código de Aguas, Ley 19.300 y al D.S. Nº 95/01 del MINSEGPRES."

Fuente: elaboración propia.

8.2 Análisis del vínculo de los instrumentos y el estudio de cuencas

Este análisis tiene como objetivo analizar e identificar estrategias y/o lineamientos de los Instrumentos de Planificación Territorial –de aquí en adelante IPT- que abordan o limitan de alguna manera la temática energética, puntualmente en lo referido a la hidroelectricidad y los objetivos del presente estudio.

Cabe destacar que en este capítulo no se consideró ni analizó la Ley de Transmisión, a causa de que aún no era aprobada aun en el tiempo que se desarrolló este estudio, por lo cual no se pudo evaluar su versión final.

8.2.1 Lineamientos sugeridos para abordar la temática energética.

Este ítem tiene relación con identificar qué elementos de los IPT debieran abordarse para incorporar el tema energético en el actual análisis para el desarrollo hidroeléctrico de las cuencas del Maule, Biobío y Toltén.

De los instrumentos revisados a nivel regional, cabe señalar que sólo las estrategias de desarrollo incorporan y describen entre sus lineamientos acciones relacionadas con la arista energética, como se muestra a continuación:

Región del Maule: Formalizar una política regional que incentive la inversión pública y privada en eficiencia energética y en la generación con ERNC¹¹⁰ e impulsar programas a nivel local para instruir y apoyar a la comunidad en el uso eficiente de la energía y la adopción de tecnologías alternativas de energía limpia.

Región del Biobío: Incrementar el abastecimiento de energía requerido para las actividades productivas y de consumo doméstico de la región desde fuentes confiables y diversas de bajo impacto ambiental. Lo anterior:

- a) Promoviendo la investigación en implementaciones de fuentes de energía renovable.
- b) Diversificando las fuentes de generación de energía utilizando los recursos existentes para generar nuevas fuentes energéticas -biomasa forestal, solar, eólica, mareomotriz, etc.
- c) Promover cambios en los procesos productivos y hábitos de consumo que tiendan a un mejor aprovechamiento de la energía.

¹¹⁰ Energías Renovables No Convencionales.

- d) Promover el uso del potencial hidroeléctrico regional a través de la construcción de centrales de pasada.

Región de la Araucanía: Fomentar la diversificación de la matriz energética regional, favoreciendo la utilización de fuentes de ERNC y el uso eficiente de la energía, para lo cual proponen cinco líneas de acción:

- a) Elaborar una política de energía y eficiencia energética regional.
- b) Fomentar la diversificación de la Matriz Energética Regional mediante el impulso a la utilización, aplicación y desarrollo de ERNC.
- c) Fomentar el aumento de instrumentos de financiamiento y de subsidio para la generación e implementación de energía basadas en sistemas RNC.
- d) Propiciar y fomentar la reducción de la demanda energética de la edificación existente público-privada y del sector productivo.
- e) Fomento a la edificación y equipamiento con altos estándares de eficiencia energética.

En tanto a los instrumentos a nivel comunal de identificaron los siguientes componentes, que son potenciales a abordar en la temática energética:

- Apuntar a que los planes establezcan condiciones que permitan la accesibilidad pública a las riberas de embalses que se han creado por algún sistema hidroeléctrico y que representen un atractivo con fines turísticos recreativos, fijando además políticas claras de acción que permitan -a los organismos privados y públicos- un adecuado desarrollo del área¹¹¹.
- Para evaluar y elegir la alternativa de estructuración final de algún Plan, es necesario considerar al menos cuatro factores que le otorguen solidez a una propuesta:
 - 1) Factibilidad social, en orden a que la alternativa sea aceptada por la comunidad.
 - 2) Factibilidad política, donde existan las voluntades y los compromisos necesarios por parte de las autoridades y las organizaciones sociales que apoyen la propuesta.
 - 3) Factibilidad técnica, es decir, que la propuesta sea técnicamente sustentable, especialmente en la infraestructura sanitaria y energética.

¹¹¹Plan Regional Intercomunal San Clemente – Colbún; Plan de Desarrollo Turístico de San Clemente.

- 4) Factibilidad ambiental, en relación a las acciones que se lleven a cabo -para implementar la alternativa elegida- de modo que no afecten el medio ambiente ni el futuro de la comuna.

8.2.2 Análisis a los instrumentos de planificación territorial

Cabe destacar que la temática hidroelectricidad en los IPT se, enfoca mayoritariamente, en:

- Diagnósticos acerca de la demanda por el recurso hídrico y la mala gestión del mismo.
- Descripción los impactos negativos que generan en la ecología de los ríos.
- Restricciones de algunas áreas que compiten por el recurso, por ejemplo: riego y turismo.
- Programas que incrementen el abastecimiento energético, promoviendo centrales de pasada y/o que protejan las cuencas.
- Uso sustentable del recurso hídrico, donde se pretende zonificar e identificar áreas con potencialidades de generación hidroenergética.
- Acuerdos de contratación de mano de obra local.
- Y por último, el temor de la población por los proyectos hidroeléctricos.

Por lo mencionado anteriormente, se considera relevante que los IPT incorporen de manera íntegra y transversal la arista energética, ya que debieran tener la capacidad de zonificar áreas de desarrollo energético de forma de optimizar el uso de los territorios en el progreso tanto urbano como rural. Esto basado en el criterio de que el ordenamiento territorial es un proceso mediante el cual se orienta la ocupación y utilización del territorio, con el objetivo de mejorar las condiciones de vida, proteger y conservar recursos naturales y, por último, suplir y responder a las falencias, debilidades y oportunidades presentes en un territorio determinado.

Por otra parte, ocurre una situación en la cual no existen exigencias transversales para todos los tipos de IPT, un ejemplo de ello es el carácter de los mismos, los instrumentos indicativos no tienen poder impositivo en los territorios a diferencia de lo normativos que impone criterios que deben estar resueltos. Si bien estos últimos, cuentan con criterios claros y deben ser aplicados como lo estipula la ley, cuentan con una escasa regulación ya que la mayoría de ellos -Planes Regionales de Desarrollo Urbano, Planes Regionales Intercomunales y Planes Reguladores- no abordan ni zonifican íntegramente los territorios rurales. Es por ello que se genera una incertidumbre respecto al uso real en los territorios, por lo que se torna necesario aclarar la manera en que el instrumento aborda el sector energético, indicando su orientación y

lineamientos estratégicos entorno a la materia energética, abarcando unidades urbanas y con un especial foco en lo rural, ya que son las zonas donde se pretenden desarrollar gran parte de las inversiones de proyectos en base a ERNC.

8.2.3 Estudio y su influencia en los IPT

En la revisión de los distintos instrumentos de planificación territorial y su vinculación con el presente estudio de cuencas, se identificó un elemento que pudiese entorpecer la gestión y/o aplicación de dichas herramientas, éste tiene relación con la ausencia de zonificación de áreas de desarrollo energético a nivel regional y comunal, puesto que se identificaron algunas áreas que son restrictivas para la implementación de infraestructura energética y en específico hidroenergía, como lo es el caso del Plan de Ordenamiento Territorial de la Región del Maule, donde dentro del objetivo estratégico territorial se genera una Zona Restricción por Uso de Agua (ZRUA), la cual establece las zonas donde el recurso hídrico es clave tanto para el riego como para el consumo y limita la instalación de centrales hidroeléctricas. Esta situación se replica en el Plan Regulador Comunal de Nacimiento, donde se menciona que “Queda prohibido dentro del área urbana reglamentada por el PRC, realizar uso de infraestructura energética de centrales de generación o distribución de energía y similares, con excepción de subestaciones eléctricas”.

Es relevante mencionar que cuando los planes no son claros y el elemento energético está ausente, se genera una incertidumbre en materia ambiental y estratégica, ya que no direccionan, potencian, ni cuentan con criterios para el uso del suelo, lo cual conlleva a una importante carencia estructural para lograr un desarrollo sustentable, en ocasiones abriendo la puerta a proyectos que puedan ser desfavorables para los territorios y su sociedad.

Esto se justifica en que el D.S. N° 40/2012, que rige el Sistema de Evaluación Ambiental, describe en su artículo 13¹¹²: “Los proponentes de proyectos o actividades, deberán describir la forma en que sus proyectos o actividades se relacionan con las políticas, planes y programas de desarrollo regional, así como con los planes de desarrollo comunal del área de influencia del proyecto, para evaluarlo, el titular deberá indicar si la tipología del proyecto o actividad se encuentra reconocida en alguna de las definiciones estratégicas, objetivos generales u objetivos específicos de dichos instrumentos. Del mismo modo, deberá indicar cuáles de dichas definiciones y objetivos se ven favorecidos o perjudicados por el proyecto”. En este contexto, se demuestra que no existe una norma o directriz que restrinja o regule el desarrollo de ciertas actividades como el desarrollo hidroeléctrico, lo cual se traduce en un vacío que es menos complejo para el inversionista, ya que en el caso contrario de haber una prohibición o restricción explícita, no se

¹¹²Relación con las políticas, planes y programas de desarrollo.

puede ejecutar un proyecto que esté fuera de las políticas, planes y/o programas de un área determinada.

Por último, una de las herramientas que se estima adecuada para incorporar la temática energética y en específico la hidroelectricidad –enfocándolo a los IPT- es el “Principio del uso múltiple sostenido”, el cual surge como un mecanismo que permite incorporar la perspectiva de la diversidad de ámbitos y ecosistemas que existen en el espacio urbano-rural, y las múltiples necesidades y expectativas de la sociedad, dando curso a un ordenamiento espacio-temporal de los territorios, considerando ejes estratégicos y de propuestas para elegir los posibles escenarios de desarrollo a futuro. Cabe destacar que este principio está considerado en el Cuaderno 1: “Zonificación para la planificación territorial”¹¹³, contenido en el análisis de las metodologías para incorporar la dimensión territorial en las estrategias y planes de desarrollo, elaborado en el año 2006 por el Ministerio de Planificación -actual Ministerio de Desarrollo Social. Además, existe el caso de la Provincia de Colchagua, donde se aplicó este principio¹¹⁴. Por último, se considera relevante de mencionar que, en junio de 1960, en EEUU se promulgó la Ley de Uso Múltiple Sostenido como un mecanismo que permitiera hacer la mejor combinación de uso de las tierras y satisfacer plenamente las necesidades de la población. Esto sin que necesariamente el valor de los recursos fuese menoscabado por la mayor rentabilidad a obtener de ellos (Muñoz *et al.*, 2010).

El objetivo de incorporar este principio se basa en permitir la participación de los actores del territorio para que expresen de manera vinculante sus opiniones de las intervenciones que la hidroelectricidad pudiese generar. Lo anterior, debido a que en el historial de desarrollo hidroeléctrico del presente estudio, se describen intereses que entran en conflicto con el desarrollo hidroeléctrico, en particular se ha ahondado en el activismo ambiental, la defensa por actividades productivas –principalmente turismo- y la defensa de la cultura mapuche (ver capítulo 2.2 de Diagnóstico). La visión del “Principio de uso múltiple sostenido” permitiría observar un sistema ordenador desde abajo hacia arriba, conocido como *bottom-up*, empoderando a los actores y las funcionalidades de los territorios de una forma absolutamente distinta a las regulaciones impuestas desde las autoridades centrales, que no contemplan la voluntad de estos ni sus contextos. Los actores sociales son fundamentales a la hora de establecer lineamientos de ordenamiento sustentable en sus ámbitos físicos de acción (Gastó *et al.*, 2002). Si bien este estudio no se hace cargo de este principio ordenador, es relevante destacar que abarca de manera acabada e íntegra los OdV, que son elementos o clases a considerar en la planificación estratégica.

¹¹³ Disponible en: <http://www.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/btca/txtcompleto/mideplan/cuad1-zon.planterrit.pdf>

¹¹⁴ Muñoz *et al.* 2010. Hábitat y territorio: coherencia para el ordenamiento territorial. El caso de la provincia de Colchagua, Chile. 2010. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-83582010000300004

8.3 Conclusiones

8.3.1 Instrumentos de Planificación Territorial

A nivel nacional existen políticas claras con ejes que apuntan a un crecimiento energético acorde con los polos de desarrollo de cada territorio¹¹⁵, sin embargo, aún falta implementar y bajar, a nivel regional y comunal, las estrategias que se han diseñado a futuro, de forma que la sociedad las integre de manera adecuada.

A nivel regional, los instrumentos muestran una línea similar en las tres regiones que abarcan las tres cuencas en estudio, puesto que tienen integrada la necesidad energética y el requerimiento de implementar mecanismos adecuados para su desarrollo, el que debe ser compatible con el desarrollo sostenible de los territorios.

A nivel comunal, existe una postura dispar frente a proyectos energéticos, con manifestaciones a favor y en contra. Es por ello que se visualiza que en ocasiones los planes y estrategias son incompatibles con los requerimientos y necesidades reales a nivel local. Por otra parte, como algunos de los instrumentos aplicados a nivel comunal son de carácter indicativo, genera que los diagnósticos y estrategias no sean comparables entre comunas, existiendo en ocasiones un déficit de información.

8.3.2 Análisis del vínculo de los instrumentos y el presente estudio

En primera instancia, el estudio trasciende a la forma en cómo se enfoca la planificación, estrategias y/o ordenación de los territorios, ya que a la fecha no existe una ley que regule los criterios y lineamientos acerca del ordenamiento territorial en el país, mirando al territorio como una unidad -integrando lo urbano y rural-. Esto a causa de que la carencia existente de instrumentos de planificación que consideren y aborden el espacio rural como una unidad.

Por otra parte, se visualiza una necesidad de formalizar una política regional que incentive e impulse programas a nivel local para instruir y apoyar a la población en temas de eficiencia energética y generación con Energías Renovables No Convencionales, teniendo en cuenta la vinculación de la opinión y punto de vista de los actores locales relevantes de cada territorio.

Por último, se recomienda incorporar en una etapa futura -de creación de Planes Energéticos Regionales- las zonas y delimitaciones impuestas por los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial, puesto que marginarlas del análisis, pudiese generar un foco de

¹¹⁵Hoja de ruta 2050, Planes Energéticos Regionales, Guía de estándares de participación para el desarrollo de proyectos de energía, entre otros.

conflicto de intereses entre las áreas con potencial hidroeléctrico y los intereses y lineamientos a nivel local, regulados por los ejes estratégicos y planes de cada instrumento.

9 Recomendaciones

El proceso completo de mapeo de cuencas, que comprende hasta el momento esta fase de estudios y la anterior, ha significado un esfuerzo conjunto de expertos, profesionales y académicos que han diseñado una aproximación para sentar las bases para el ordenamiento sustentable de los recursos hidroeléctricos del centro-sur de Chile. Así, este estudio ha alcanzado importantes resultados, y en la actualidad el Estado cuenta con mayor y mejor información para tomar decisiones respecto de qué tipo de desarrollo hidroeléctrico promover en el país.

Ahora resta ver como pueden ser mejor capitalizados estos resultados, por organismos de gobierno, desarrollares y la ciudadanía. En esta línea, a continuación, se presentan algunas recomendaciones de carácter general y algunas específicas.

RECOMENDACIÓN GENERAL

Como primer punto, se recomienda que exista un proceso de difusión y transferencia de los alcances de este estudio al interior del Ministerio de Energía, así como al Ministerio del Medio Ambiente, y a la Dirección General de Aguas. No sólo se trata de compartir los resultados, sino de discutir los alcances y proyección que pueden tener estos resultados.

Así, se recomienda discutir y decidir, al menos:

- ¿Qué difusión se dará a los resultados particulares (por ejemplo, potencial y OdV) y generales (por ejemplo, cuencas de mayor pertinencia de generación por la combinación de potencial versus presencia de OdV)?
- ¿Qué nuevas políticas públicas podrían ser generadas o modificadas, en base a los resultados del estudio?

Dado que los mecanismos de toma de decisiones son tan relevantes como las decisiones mismas -en especial, cuando se trata de la gestión de recursos naturales-, se recomienda decidir en

forma previa la forma en que se quiere avanzar respecto de la implementación de estos resultados. Si bien este estudio consideró, de modo general, instancias de participación, previo a decidir respecto de asuntos particulares se recomienda generar nuevas oportunidades específicas de participación con grupos locales o de expertos atingentes.

Por ejemplo, se recomienda evaluar la posibilidad de convocar a una Mesa de Expertos o Comisión que en un plazo determinado (por ejemplo, seis meses) analice los resultados del estudio y haga recomendaciones político-técnicas respecto de los cursos a seguir en pro de un desarrollo hidroeléctrico sustentable. De esta forma, a fines de 2016 el Gobierno podría contar con una base sólida para apoyar la toma de decisiones en diferentes niveles.

Mediante este proceso, u otros en paralelo, se podrá ir desagregando el estudio y determinando cursos prioritarios de acción.

Además, dado que este estudio se enfocó en las siete cuencas del país con mayor potencial hidroeléctrico, se recomienda realizar estudios similares en las otras cuencas que signifiquen un potencial relevante. A este fin, se sugeriría continuar con las cuencas de mayor potencial luego de las cuencas ya estudiadas en la fase anterior del mapeo de cuencas. Estas cuencas, en orden de mayor a menor potencial hidroeléctrico serían: Mataquito, Itata, Maipo, Imperial y Rapel.

RECOMENDACIONES PARTICULARES

Respecto del diagnóstico sobre la hidroelectricidad en Chile

Se recomienda complementar los diagnósticos de cada cuenca con miradas más amplias en términos territoriales. Entendiendo la lógica de las cuencas y el estudio fragmentado de las mismas, en materia de OdV y sus cambios, o de actores, políticas y conflictos, hay que prestar atención no sólo a lo que ocurre en cuencas específicas, sino en Chile en general, o en la región y el mundo. Esto, porque las materias energéticas de Chile no solo se explican con elementos propios del país: hay imaginarios, valores, ideas y actores, recursos, inversiones y políticas, como las derivadas de acuerdos internacionales, a las que hay que prestarles atención al momento de diseñar políticas energéticas.

Así, al momento de tomar decisiones, se deberá profundizar en la perspectiva más socio-cultural y política de las cuencas. A este fin, se sugiere recurrir a instrumentos como la Evaluación Ambiental Estratégica.

Respecto del potencial hidroeléctrico

Se recomienda reevaluar el potencial hidroeléctrico con una periodicidad de cuatro a cinco años. Esto implica la actualización por parte de la DGA de su catastro de derechos de aprovechamiento de aguas no consuntivos y el cálculo del potencial de cada posible proyecto,

según la metodología mostrada en el capítulo correspondiente. De esa manera, se podrán comparar, por cuenca o subcuenca, los valores obtenidos entre períodos de evaluación.

Esta actualización implicaría también una nueva evaluación de los posibles impactos del cambio climático en la generación hidroeléctrica.

Respecto de transmisión eléctrica

La principal recomendación que surge del estudio es que, dada la alta influencia de la coordinación en los costos totales (en base a los resultados obtenidos), se recomienda que el regulador (o la figura institucional pertinente) incentive un proceso de coordinación entre los agentes del mercado eléctrico (generadores), de modo de establecer el desarrollo del sistema de transmisión en las cuencas analizadas.

En este sentido se observa, por un lado, la disminución del territorio intervenido producto de la infraestructura de transmisión en los casos coordinados, llegando a tener hasta un 55% menos de kilómetros de líneas construidas en el caso pseudo-coordinado respecto a un desarrollo sin coordinación.

Por otro lado, económicamente, es atractivo un desarrollo de la transmisión desde un punto de vista coordinado con especial énfasis en el caso full coordinado, el cual presenta los menores costos totales. Se destaca la gran baja en los costos que existe en este caso en el sistema de transmisión troncal respecto a un desarrollo sin coordinación. Se cree que este punto es muy importante dado que, al aprobarse el nuevo proyecto de ley de transmisión eléctrica, el cargo de la infraestructura del sistema troncal será de responsabilidad directa de los clientes finales, los que se verán beneficiados producto de una coordinación en el sistema de transmisión de los potenciales estudiados.

Finalmente, si se decide profundizar en la línea de este estudio, se recomienda analizar algunos asuntos desde la perspectiva de la planificación de la transmisión, como es el caso de ejercicios de poder de mercado en temas de planificación, lo que podría llevar a diferencias en las redes adicionales consideradas en los casos coordinados; y estudios de confiabilidad y seguridad de suministro del sistema eléctrico, los cuales podrían mostrar, por ejemplo, que el caso full coordinado tiene ventajas mucho mayores que los demás.

Respecto de los Objetos de Valoración (OdV)

Una de las mayores innovaciones de este estudio es la introducción de los OdV como una forma de estructurar la sustentabilidad del desarrollo del potencial hidroeléctrico, pero también se podrían utilizar como herramienta de análisis de los recursos naturales y de las características sociales y culturales de las cuencas, en general.

El concepto de los OdV deberá ser internalizado por los diferentes servicios públicos que estén relacionados con temas de recursos naturales. De la lista de OdV generada en este estudio, hay

otros que podrían sumarse en relación a otras actividades en el territorio y su importancia relativa también tendría que ser analizada de acuerdo a la actividad evaluada. Se recomienda discutir con los servicios públicos pertinentes las estrategias de construcción de OdV a escala agregada y su inclusión en los ejercicios de modelación con la herramienta desarrollada para la hidroelectricidad. Se deben también discutir con estos servicios las brechas de información que este estudio evidencia y estrategias para poder reducirlas (por ejemplo, fauna íctica y valor paisajístico).

En particular, respecto de los OdV culturales indígenas se recomienda trabajar en mayor profundidad en procesos de generación de confianza que permitan acceder a información de sitios y actividades culturales.

Respecto del ejercicio de modelación

Este estudio propone una herramienta de modelación o análisis matemático que se concentra en la relación que existe entre potencial hidroeléctrico y los Objetos de Valoración y sus atributos. El uso de esta herramienta busca responder una serie de preguntas relevantes respecto de la planificación territorial y el desarrollo hidroeléctrico de las cuencas Maule, Biobío, Toltén; y las cuencas abordadas por el equipo de la Universidad de Chile (Valdivia, Bueno, Puelo y Yelcho). Si bien, se ha buscado que las bases conceptuales y conclusiones generales de este estudio se compartan para todas las cuencas del país, se recomienda confirmar su pertinencia antes de tomar decisiones.

Aunque el modelo tiene un buen fundamento metodológico de respaldo, se reconocen una serie de limitaciones reales e intrínsecas a todo ejercicio de modelación que intenta representar de manera aproximada realidades complejas en torno a la relación que existe entre el desarrollo hidroeléctrico y los objetos que la sociedad valora y el proceso de toma de decisiones en el que estas relaciones cobran relevancia. Algunas de las principales limitaciones que deben tenerse presente son: la acotada información base con que se construyeron los algoritmos; la variabilidad de las situaciones en los distintos territorios, y la diversa manifestación de las variables consideradas; la complejidad de factores que inciden en la ponderación que distintas comunidades dan a los distintos objetos de valoración; la volatilidad de las expectativas de la población, y lo dinámico de sus visiones respecto de la importancia de los factores sociales y medioambientales; entre otras.

Así, tomando en cuenta la complejidad técnica y política asociada al desarrollo de la herramienta de modelación se recomienda iniciar una etapa de discusión y sociabilización de los detalles técnicos de la herramienta que involucre otros ministerios sectoriales (Medio Ambiente, Agricultura u otros) y espacios de discusión a nivel regional.

También, se recomienda desarrollar herramientas similares en aquellas cuencas que tienen un potencial hidroeléctrico importante pero que no han sido consideradas en esta etapa (ej. cuenca

del río Mataquito). De esta manera, se podrá tener mejor información en la toma de decisiones a nivel nacional respecto del desarrollo hidroeléctrico futuro.

Respecto de la socialización del estudio

Si bien durante este estudio se hicieron esfuerzos importantes para generar instancias de participación de la comunidad, éstas aún pueden ser complementadas al momento de tomar decisiones.

En términos generales, se recomienda resolver qué difusión se dará a los resultados parciales y finales del estudio. Asimismo, se recomienda en el corto plazo complementar la plataforma Hidroelectricidad Sustentable con toda la información de potencial y OdV resultante del estudio.

Respecto de las iniciativas de ordenamiento territorial y evaluación ambiental

La forma en que los resultados de este estudio pueden servir para las diversas decisiones de índole político y de ordenamiento del territorio se recomienda sea una discusión que se de en la Mesa de Expertos o Comisión de Hidroelectricidad Sustentable que se sugiere se conforme. Esta instancia debería proponer medidas específicas para la transferencia de información hacia procesos de planificación territorial a escala comunal (PLADECOS) y regional (PROT), y la forma de mejor utilizar la información generada en procesos de EIA.

10 Referencias

	Título
1)	Barriga, A. 2006. Ser o no ser campesinos. Una mirada antropológica al turismo rural. Tesis para optar al Título de Antropólogo, Academia de Humanismo Cristiano, Santiago.
2)	Bauer, C. 2002. Contra la Corriente. Privatización, mercados de agua y el Estado de Chile. Lom, Santiago.
3)	Brierley, G., Fryirs, K. 2005. Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework. Wiley-Blackwell. 416 p.
4)	Briones, A. 1994. El racionamiento eléctrico en la zona de concesión eléctrica de la Compañía Chilena de Electricidad Limitada (1946-1949). Tesis para optar al grado de Licenciada en Historia, PUC, Santiago.
5)	Brown, A., Sisneros, J., Jurasin, T., Nguyen, C., Coffin A. 2013. Difference in Lateral Line Morphology Between Hatchery- and Wild-Origin Steelhead. WSC Publications.
6)	Brown, E., Dudley, N., Lindhe, A., Muhtaman, D., Stewart, C., Synnott, T. 2013. Common guidance for the identification of High Conservation Values, HCV Resources Network.
7)	Butkus, S., Villalobos, S. 2001. Modelación de la respuesta del lago Villarrica ante aportes de fósforo. Gobierno de Chile; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Agua, Vida y Desarrollo. Santiago de Chile, IICA, oct. 2001. p.1-8, Ilus. III Encuentro de las Aguas, Santiago de Chile, 24-26 oct. 2001.
8)	Campor, F., Larenas-Salas, J. 2012. La despolitización del conflicto socio-ecológico en la legislación medioambiental chilena a partir de los años noventa. Bitácora, volumen 21(2): 45-56.
9)	Colin, N., Piedra, P., & Habit, E. (2012). Variaciones espaciales y temporales de las comunidades ribereñas de peces en un sistema fluvial no intervenido: Río San Pedro, Cuenca del Río Valdivia (Chile). <i>Gayana Especial</i> , 75(2), 24–35. doi:10.4067/S0717-65382012000100003
10)	Comisión Interamericana de Derechos Humanos de la Organización de Estados Americanos. 2014. Acuerdo definitivo de solución amistosa entre el Estado de Chile y las familias mapuche pehuenche peticionarias del Alto Biobío, 11 de marzo de 2004. Disponible en la web: http://www.cidh.oas.org/annualrep/2004sp/Chile.4617.02.htm Leído el 5 de enero de 2016.
11)	Comisión Interamericana de Derechos Humanos de la Organización de Estados Americanos. Informe n° 30/04, Petición 4617/02. 2004. Solución Amistosa Mercedes Julia Hueteano Beoiza y otras, 11 de marzo 2004. Disponible en la web: http://www.cidh.oas.org/annualrep/2004sp/Chile.4617.02.htm Leído el 5 de enero de 2016.
12)	Comisión Nacional de Energía (CNE). 2015. Informe Técnico Definitivo de octubre 2015. On line: http://www.cne.cl/tarificacion/electrica/precio-nudo-corto-plazo/
13)	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. 2007. El sector de la energía en Chile. Capacidades de investigación y áreas de desarrollo científico-tecnológico. Conicyt, Santiago. Disponible en la web: http://www.conicyt.cl/documentos/dri/ue/Energia_Energy_BD.pdf Leído el 10 de diciembre de 2015.
14)	Corenblit, D., Davies, N. S., Steiger, J., Gibling, M. R., & Bornette, G. (2015). Considering river structure and stability in the light of evolution: Feedbacks between riparian vegetation and hydrogeomorphology. <i>Earth Surface Processes and Landforms</i> , 40, 189–207. doi:10.1002/esp.3643

Título	
15)	CORFO. 1959. Veinte años de labor, 1939-1959. Santiago.
16)	CORFO. 1969. 30 años al servicio de Chile. Santiago.
17)	Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2006. Catastro de Bosque Nativo (CBN).
18)	Cubillo, A., Estenssoro F. 2011. Energía y Medio Ambiente, Una ecuación difícil para América Latina, Santiago, IDEA /Instituto Igualdad.
19)	Devenish, C., Díaz Fernández, D., Clay, R, Davidson, I. Yépez Zabala, I. 2009. Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. Quito, Ecuador: Bird Life International (BirdLife Conservation Series No. 16).
20)	DGA. (2003). <i>Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad</i> . Preparado por Consultores en Ingeniería. Santiago, Chile.
21)	Dirección General de Aguas. 1995. Gestión de los recursos hídricos, Corporación de cuenca del río Biobío.
22)	Dirección General de Aguas. 1997. Central Ralco. Descripción de Proyecto.
23)	Dirección General de Aguas. 1998. Estudios limnológicos de los lagos Caburgua y Maihue, S.I.T. N° 46, pp. 16-17.
24)	Dirección General de Aguas. 2003. Bases plan director para la gestión de los recursos hídricos en la cuenca del río Maule, Diagnóstico.
25)	Dirección General de Aguas. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Toltén. CADE-IDEPE Consultores de Ingeniería. Disponible en la web: http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Toltén.pdf Leído el 7 de noviembre de 2015.
26)	Dirección General de Aguas. 2014. Base de datos de capas SIG, Ministerio de Obras Públicas.
27)	Dirección General de Aguas. 2016. Derechos de aprovechamiento de aguas concedidos. http://www.dga.cl/
28)	Dirección General de Aguas. 2016. Información pluviométrica, fluviométrica, estado de embalses y aguas subterráneas. Boletín N° 454, pp. 3-32.
29)	Dirección General de Aguas. 2008. Plan director para la gestión de los recursos hídricos cuenca del río Maule. Fase II, Actualización del modelo de operación del sistema y formulación del plan.
30)	Dudgeon, David; Arthington, Angela H.; Gessner, Mark O.; Kawabata, Zen-Ichiro; Knowler, Duncan J.; Lévêque, Christian; Naiman, Robert J.; Prieur-Richard, Anne-Hélène; Soto, Doris; Stiassny, Melanie L.; Sullivan, Caroline A. (2006) "Freshwater biodiversity: importance, threats, status, and conservation challenges" <i>Biological Reviews</i> 81: 163-182. DOI: 10.1017/S1464793105006950
31)	Eatenssoro, F. 2008. Medio Ambiente e Ideología, la discusión pública en Chile, 1992- 2002, Santiago, Ariadna-USACH.
32)	Edgar, G., et al. 2014. Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. <i>Nature</i> 506, pp. 216–220.

Título	
33)	Elith, J., Graham, C., Anderson, R., Dudik, M., Ferrier, S., Guisan, A., Zimmermann, N. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. <i>M. Ecography</i> 29, pp. 129–151.
34)	Elosegi, A., Buttutini, A., & Armengol, J. (2009). El caudal circulante. In A. Elosegui & S. Sabater (Eds.), <i>Conceptos y técnicas en ecología fluvial</i> . Fundación BBVA.
35)	Endesa (a). 1986. Empresa Nacional de Electricidad S.A., Santiago.
36)	Endesa (b). 1986. Producción y Consumo de Energía en Chile, Santiago.
37)	ENDESA, MOP. 1947. Convenio Endesa-Dirección de Riego del MOP para uso compartido de los recursos del embalse Laguna del Maule.
38)	Endesa. 2014. Memoria Anual 2014. Disponible en la web: http://www.endesa.cl/es/conocenos/gobierno/Memorias%20Anuales/Endesa_Chile_2014.pdf Leído el 27 de octubre de 2015.
39)	Federación Internacional de los derechos humanos. 2006. Chile. La otra transición chilena: Derechos del pueblo mapuche, política penal y protesta social en un estado democrático. Informe Misión Internacional de Investigación N° 445/3 abril, 2006. pp. 64.
40)	Folchi, M., Rubio, M., Yañez, C., Carreras, A. Energy as an indicator of modernization in Latin America, 1890-1925. <i>Economic History Review</i> , volumen 63(3): 769-804.
41)	Fryirs, K. A., Brierley, G. J., Preston, N. J., & Spencer, J. (2007). Catchment-scale (dis)connectivity in sediment flux in the upper Hunter catchment, New South Wales, Australia. <i>Geomorphology</i> , 84, 297–316. doi: 10.1016/j.geomorph.2006.01.044
42)	Gallardo, B., Gascón, S., González-Sanchís, M., Cabezas, A., & Comín, F. A. (2009). Modelling the response of floodplain aquatic assemblages across the lateral hydrological connectivity gradient. <i>Marine and Freshwater Research</i> , 60, 924–935. doi:10.1071/MF08277
43)	García de Jalón, D. (2008). La regulación de los caudales y su efecto en la biodiversidad. In <i>Agua para la vida. Expo Zaragoza 2008</i> .
44)	Gastó, J., Gálvez, C., Guzmán, D., Retamal, A. 2002. Uso múltiple sostenido en la ordenación territorial comunal y predial. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. LOM Ediciones. Santiago, Chile.
45)	Geldmann, J., Barnes, M., Coad, L., Craigie, I., Hockings, M., Burgess, N. 2013. Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing biodiversity and habitat loss. <i>Biological Conservation</i> 161, pp. 230–238.
46)	GEMS/WaterProgramme, U. (2008). <i>Water Quality for Ecosystems and Human Health</i> . United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System/WaterProgramme.
47)	Grebe, M., Pacheco, S., Segura, J. 1972. Cosmovisión mapuche. Cuadernos de la realidad nacional. Universidad Católica de Chile, Centro de estudios de la realidad nacional - CEREN, p.71.
48)	Gurnell, A. M., Bertoldi, W., & Corenblit, D. (2012). Changing river channels: The roles of hydrological processes, plants and pioneer fluvial landforms in humid temperate, mixed load, gravel bed rivers. <i>Earth-Science Reviews</i> , 111, 129–141. doi:10.1016/j.earscirev.2011.11.005
49)	Hijmans, R., Cameron, S., Parra, J, Jones, P., Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. <i>International Journal of Climatology</i> , 25(15), pp. 1965–1978.
50)	Huber, M. 2015. Theorizing Energy Geographies. <i>Geography Compass</i> , volumen 9(6): 327-338.
51)	Instituto de Ingenieros de Chile. 1988. Plan de Electrificación del País, Santiago, Editorial Universitaria.
52)	Iriarte, J., Lobos, G., Jaksic, F. 2005. Invasive vertebrate species in Chile and their control and monitoring by governmental agencies. <i>Revista Chilena de Historia Natural</i> , volumen 78: 143-154.
53)	Iriye, A. 2002. Global Community. The Role of International Organizations In the Making of the Contemporary World. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London.

Título	
54)	Johnston, B., Terence, T. 1999. The American anthropological association, the World Bank group, and ENDESA S.A.: Violations of human rights in the Pangué and Ralco dam projects on the Biobío river, Chile. <i>Identities</i> , volumen 6(2-3): 387-434.
55)	Josephson, P. 2002. <i>Industrialized Nature. Brute Force Technology and the Transformation of the Natural World</i> . Island Press, Washington.
56)	Josephson, P. 2013. <i>An Environmental History of Russia</i> . Cambridge, Cambridge University Press.
57)	Khagram. 2004. <i>Dams and Development. Transnational Struggles for Water and Power</i> , Ithaca, Cornell University Press.
58)	Linton, J. 2010. <i>What is Water? The History of a Modern Abstraction</i> , Vancouver, UBC Press.
59)	Luebert, F., Pliscoff, P. 2006. <i>Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile</i> . Editorial Universitaria, Santiago.
60)	Malard, F., Tockner, K., Dole-Olivier, M. J., & Ward, J. V. (2002). A landscape perspective of surface-subsurface hydrological exchanges in river corridors. <i>Freshwater Biology</i> , 47, 621–640. doi:10.1046/j.1365-2427.2002.00906.x
61)	Marchetti, Michael P.; Moyle, Peter B.; Levine, Richard (2004) "Invasive species profiling? Exploring the characteristics of non-native fish across invasion stages in California" <i>Freshwater Biology</i> 49: 646-661.
62)	Marquet, P., Abades, S., Armesto, J., Barria, I., Arroyo, M., Cavieres, L., Gajardo, R., Garín, C., Labra, F., Meza, F., Prado, C., Ramírez de Arellano, P., Vicuña, S., Pliscoff, P. 2010. Estudio de vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la eco-región mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático. IEB (Instituto de Ecología y Biodiversidad), Centro de Cambio Global (Universidad Católica), Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB). Santiago.
63)	McGarigal, K., SA Cushman, Ene, E. 2012. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst.
64)	McNeill, J. 2000. <i>Something New Under the Sun: An Environmental History of the Twentieth Century</i> . W.W. Norton & Company, New York y London.
65)	MINEDUC, CNM, CONADI. 2007. Informe Final Proyecto: Identificación de complejos ceremoniales mapuche, regions del Biobío, La Araucanía y Los Lagos. Temuco. 410 pp.
66)	Ministerio de Energía. 2015a. Bases para planificación territorial en el desarrollo hidroeléctrico futuro. Licitación N° 584105-11-LP14.
67)	Ministerio de Energía. 2015b. Hoja de ruta 2050. Gobierno de Chile.
68)	Ministerio de Obras Públicas. 2012. Plan regional de infraestructura y gestión del recurso hídrico al 2021, Región del Biobío. Dirección regional de planeamiento.
69)	MMA. (2011). Capítulo 8. Recursos hídricos. In MMA (Ed.), <i>Informe del estado del medio ambiente</i> . Santiago de Chile.
70)	MMA. (2014). Especies de Chile. Retrieved December 20, 2014, from http://www.mma.gob.cl/biodiversidad/1313/w3-propertyvalue-15616.html
71)	Muñoz, C., Dziekoski, M., Soto, G., Lamilla, N. 2010. Hábitat y territorio: coherencia para el ordenamiento territorial. El caso de la provincia de Colchagua, Chile. <i>Revista invi</i> , volumen 25: 119-149.
72)	MOP. 2014. Agua Potable Rural.

Título	
73)	Naciones Unidas. 2007. Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas. Resolución aprobada por Asamblea General, 13 de septiembre de 2007. http://www.cinu.org.mx/especiales/2008/pueblosindigenas/declaracionpueblosep.html
74)	Nazer, R., Couyoumdjian, J., Camus, P. 2005. Compañía General de Electricidad, 1905-2005, Santiago, Ediciones UC.
75)	Nesti, L. 2002. The Mapuche-Pehuenche and the Ralco Dam on the Biobío River: The Challenge of Protecting Indigenous Land Rights. <i>International Journal on Minority and Group Rights</i> , volumen 9: 1-40.
76)	Nieto, Daniel; Norambuena, Ricardo; González, Exequiel; González, Laura y Brett, Daniel. 2010. Sistemas de Producción de Smolts en Chile. Análisis de alternativas desde la perspectiva ambiental, sanitaria y económica. Valdivia, Chile: WWF. 44p.
77)	Pardo, R., Vila, I., Capella, J. 2009. Competitive interaction between introduced rainbow trout and native silverside in a Chilean stream. <i>Environmental Biology of Fishes</i> , volumen 26: 353-359.
78)	Penaluna, B., Arismendi, I., Soto, D. 2009. Evidence of Interactive Segregation between Introduced Trout and Native Fishes in Northern Patagonian Rivers, Chile. <i>Transactions of the American Fisheries Society</i> , volumen 138: 839-845.
79)	Phillips, S., Anderson, R., Schapire, R. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. <i>Ecological Modelling</i> volume, 190, pp. 231-259.
80)	Pichinao, H., Mellico, F., Huenchulaf, E., Uriarte, L. 2001-2003. Pu Mapuche ñi Gijañmawün estudios sobre la religión mapuche en gulu y pwel mapu. Informe Comisión Verdad histórica y nuevo trato.
81)	Pliscoff, P. 2015. Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile. Informe Técnico elaborado por Patricio Pliscoff para el Ministerio del Medio Ambiente. 32 p.
82)	Pliscoff, P., Luebert, F., Hilger, H., Guisan, A. 2014. Effects of alternative sets of climatic predictors on species distribution models and associated estimates of extinction risk: A test with plants in an arid environment. <i>Ecological Modelling</i> , volumen 288: 166-177.
83)	Poff, N. L., Allan, J. D., Bain, M. B., Karr, J. R., Prestegard, K. L., Richter, B. D., ... Stromberg, J. C. (1997). A paradigm for river conservation and restoration. <i>BioScience</i> , 47(11), 769-784. doi:10.2307/1313099
84)	Raby, G. 1897. Empresa de transmisión de fuerza de Chivilingo. <i>Anales del Instituto de Ingenieros de Chile</i> . pp. 241-251.
85)	Rinaldi M., Surian N., Comiti F., Bussetini, M. 2013. A method for the assessment and analysis of the hydromorphological condition of Italian streams: The Morphological Quality Index (MQI). <i>Geomorphology</i> , volumen 180: 96-108.
86)	Robinson, S. 1992. El Proyecto Hidrológico Pangué, Río Biobío, Chile y su importancia para el futuro de las obras de infraestructuras. <i>Alteridades</i> , volumen 2(4): 85-91.
87)	Romero, H., Toledo, X. 2009. Agua, poder y discursos en el conflicto socio-territorial por la construcción de represas hidroeléctricas en la Patagonia Chilena. <i>Anuario de Estudios Americanos (España)</i> , volumen 66(2): 81-103.
88)	Sagredo, R. 2012. Electricidad para el desarrollo. En Reinaldo Harnecker, <i>Política Eléctrica Chilena</i> . Dibam-Cámara Chilena de la Construcción-PUC, Santiago.
89)	Salazar, G., Pinto, J. 2002. Historia Contemporánea de Chile. Vol III. La economía: mercados, empresarios y trabajadores. Editorial Lom, Santiago.
90)	SEA, SERNATUR. 2013. Guía de evaluación de impacto ambiental valor paisajístico en el SEIA.
91)	Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin). 2014. Atlas de Faenas Mineras del 2014.
92)	Shapiro, J. 2001. Mao's War Against Nature. Politics and the Environment in Revolutionary China. Cambridge University Press, Cambridge.

Título	
93)	Shapiro, J. 2001. Mao's War Against Nature. Politics and the Environment in Revolutionary China. Cambridge, Cambridge University Press
94)	Sneddon, C. 2015. Concrete Revolution: Large Dams, Cold War Geopolitics, and the US Bureau of Reclamation. University of Chicago Press, Chicago.
95)	Soazo, P. Rodríguez Jorquera, I., Arrey Garrido, P., Jaramillo, A. 2009. Chile. Pp 125 –134 in C. Devenish, D. F. Díaz Fernández, R. P. Clay, I. Davidson & I. Yépez Zabala Eds. Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. Quito, Ecuador: Bird Life International (Bird Life Conservation Series No. 16).
96)	Soto, Doris; Arismendi, Ivan; González, Jorge; Sanzana, José; Jara, Fernando; Jara, Carlos; Guzman, Erwin; Lara, Antonio (2006) "Southern Chile, trout and salmon country: invasion patterns and threats for native species" <i>Revista Chilena de Historia Natural</i> 79: 97-117.
97)	Steen, Paul J.; Zorn, Troy G.; Seelbach, Paul W.; Schaeffer, Jeffery S. (2008) "Classification tree models for predicting distributions of Michigan stream fish from landscape variables" <i>Transactions of the American Fisheries Society</i> 137: 976-996. DOI: 10.1577/T07-119.1
98)	Strbac, G., Moreno Vieyra, R., Konstantelos, I., Aunedi, M., Pudjianto, D, 2014. Strategic Development of North Sea Grid Infrastructure to Facilitate Least-Cost Decarbonisation. http://e3g.org/docs/NorthSeaGrid_Imperial_E3G_Technical_Report_July_2014.pdf
99)	Strbac, G., Moreno, R., Konstantelos, I., Pudjianto, D., Aunedi, M. 2014. Strategic Development of North Sea Grid Infrastructure to Facilitate Least-Cost Decarbonisation. Imperial College London.
100)	Surian, N., & Rinaldi, M. (2003). Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy. <i>Geomorphology</i> , 50, 307–326. doi:10.1016/S0169-555X(02)00219-2
101)	Teish, J. 2011. Engineering Nature. Water, Development, and the Global Spread of American Environmental Expertise. The University of North Carolina Press, Chapel Hill.
102)	Ter Braak, C. J. F., and C. W. N. Looman. 1986. Weighted averaging, logistic regression and the Gaussian response model. <i>Vegetatio</i> 65:3-11.
103)	Thoms, M. C. (2003). Floodplain-river ecosystems: Lateral connections and the implications of human interference. <i>Geomorphology</i> , 56, 335–349. doi:10.1016/S0169-555X(03)00160-0
104)	Valdovinos, C., Parra, O. 2006. La cuenca del río Biobío: Historia natural de un ecosistema de uso múltiple. Publicaciones Centro EULA, pp. 3-25
105)	Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., & Cushing, C. E. (1980). The river continuum concept. <i>Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences</i> , 37, 130–137.
106)	Vergara, A. 2012. A treinta años de la Ley General de Servicios Eléctricos. Orígenes y desafíos. AdEner, Actas de Derecho de Energía, volumen 2: 275-283.
107)	Vila, I.; Fuentes, L.; Contrás, M. (1999) "Peces límnicos de Chile" <i>Boletín Museo Nacional de Historia Natural, Chile</i> 48: 61-75.
108)	Vila-Gispert, Anna; Alcaraz Carles; García-Berthou, Emili (2005) "Life-history traits of invasive fish in small Mediterranean streams" <i>Biological Invasions</i> 7: 107-116.
109)	Vila, I., Habit, E. 2015. Current Situation of the Fish Fauna in the Mediterranean Region of Andean River Systems in Chile. FISHMED Fishes in Mediterranean Environments, pp. 1-19.
110)	Villalobos, S. 1990. Historia de la Ingeniería en Chile. Hachette, Santiago.
111)	Ward, J. V., Tockner, K., Arscott, D. B., & Claret, C. (2002). Riverine landscape diversity. <i>Freshwater Biology</i> , 47, 517–539. doi:10.1046/j.1365-2427.2002.00893.x
112)	Watson, J., Dudley, N., Segan, D., Hockings, M. 2014. The performance and potential of protected areas. <i>Nature</i> , volumen 515(7525): 67–73.
113)	Wohl, E. (2013). Floodplains and wood. <i>Earth-Science Reviews</i> , 123, 194–212. doi:10.1016/j.earscirev.2013.04.009

Título	
114)	Wohl, E., Bledsoe, B. P., Jacobson, R. B., Poff, N. L., Rathburn, S. L., Walters, D. M., & Wilcox, A. C. (2015). The natural sediment regime in rivers: Broadening the foundation for ecosystem management. <i>BioScience</i> , 65(4), 358–371. doi:10.1093/biosci/biv002
115)	Zorn, T., Seelbach, P., Wiley, M. 2009. Relationships between Habitat and Fish Density in Michigan Streams, Ann Arbor: Michigan Department of Natural Resources.

Anexo I: Cumplimiento de Objetivos del estudio

La tabla siguiente muestra la ubicación de los resultados en el estudio, de acuerdo a cada objetivo requerido en las bases de licitación.

Objetivo	Servicio	Descripción	Avances
1. Actualizar el potencial hidroeléctrico e incluir los escenarios de cambio climático	1.1. Actualización del potencial hidroeléctrico	Cálculo del potencial de generación hidroeléctrico a la escala de sub-subcuenca (SSC), en base a los estudios desarrollados por el Ministerio de Energía, descontando el potencial de derechos de aprovechamiento de aguas asociados a proyectos en operación, construcción o tramitación ambiental, identificando en las SSC con alto potencial, dónde aún no se solicitan derechos. Análisis técnico y crítico, en base a criterios de expertos de la industria hidroeléctrica, sobre la factibilidad de explotar los potenciales modelados para las SSC, comparando los potenciales teóricos con los caudales existentes.	Realizado. Se actualizó el potencial hidroeléctrico para las tres cuencas del estudio en base a la información entregada por el Ministerio de Energía. Se eliminaron del análisis las centrales existentes y en construcción y los proyectos ingresados a la institucionalidad ambiental. Revisar capítulo III.
	1.2. Sensibilidad del potencial de la cuenca del cambio climático	Análisis semi cualitativo para evaluar la sensibilidad del potencial hidroeléctrico de las cuencas a los efectos del cambio climático, considerando las variables pluvio-meteorológicas en tres escenarios para los periodos de corto, mediano y largo plazo.	Se realizó un análisis cualitativo de los posibles impactos del cambio climático en la generación de energía hidroeléctrica en base a cambios en las precipitaciones y temperaturas hacia el futuro con respecto a un período histórico o actual. Revisar capítulo III.
2. Recopilar brechas de	2.1. Recopilación, validación y	Se completarán los OdV recopilados en el estudio "Base para la	Se completó la información faltante en varios de los OdV

información y validar umbrales	levantamiento de información	<p>planificación territorial energética en el desarrollo hidroeléctrico futuro”, según recomendaciones metodológicas planteadas en dicho estudio.</p> <p>Se completará la información de todos los OdV identificados en el estudio anterior y levantando la información de los mismos en la escala de sub-subcuenca cuando corresponda.</p>	<p>propuestos en la primera fase del estudio, gracias al uso de nuevas herramientas y el trabajo de toma de datos en terreno. En este estudio, se agruparon los OdV en cinco categorías distintas: Fluviales, Terrestres, Sociales, Culturales y Productivos. Se crearon algunos nuevos OdV, como el OdV Lagos y Lagunas y se eliminaron otros, como el OdV Actividad Minera. Revisar capítulo V.</p>
	2.2. Validación de proxys y umbrales	<p>Discusión los proxys y umbrales propuestos en el estudio “Base para la planificación territorial energética en el desarrollo hidroeléctrico futuro”, en una instancia de comité de expertos y en talleres con la comunidad.</p>	<p>En base a los nuevos OdV y nueva información recopilada o generada a través de visitas a terreno o modelaciones, se modificaron varios de los <i>proxies</i>. El detalle se encuentra en cada OdV. Revisar capítulo V.</p>
	2.3. Brechas de información estructurales	<p>Análisis en base a la experiencia nacional e internacional, de mecanismos de cooperación entre organismos (públicos, privados, ONG y académicos) para la generación o incorporación de bases de información, que no se pueden obtener a través de los servicios públicos. En base a este análisis, se propondrán mecanismos que aborden esta problemática en el corto, mediano y largo plazo.</p>	<p>Realizado. En el capítulo II y en el capítulo V se detalla la forma en que se abordó la información disponible y cómo se abordaron los casos en que ésta no existía.</p>
3. Modelo para desarrollo hidroeléctrico al menos costo posible	3.1. Actualización de parámetros	<p>Actualización del modelo, la información y parámetros definidos por el estudio “Base para la planificación territorial energética en el desarrollo hidroeléctrico futuro”. Para esto se considerará la información base utilizada en el estudio, los potenciales hidroeléctricos actualizados a agosto 2014 y la actualización de información y umbrales.</p>	<p>Se actualizó el modelo completo. Los parámetros son los atributos más importantes de los OdV y esos atributos se pueden modificar de acuerdo a la simulación que se quiera modelar. Revisar capítulo VI.</p>
	3.2. Aplicación de modelo de optimización	<p>Aplicación del (los) modelos desarrollados para el estudio “Base para la planificación territorial energética en el desarrollo hidroeléctrico futuro” a la información actualizada, incluyendo el algoritmo <i>knapsack</i>.</p>	<p>Se modificó y mejoró el algoritmo original de manera de poder simular usando los atributos de los OdV. Revisar capítulo VI.</p>
	3.3. Aplicación de modelo de	<p>Elaboración de un modelo, a partir del potencial teórico calculado en el</p>	<p>Se aplicó el modelo actualizado con los parámetros de los OdV</p>

	potencial teóricamente utilizable	objetivo, incorporando limitaciones técnicas, ambientales, sociales, culturales y productivas, a fin de identificar el potencial teóricamente utilizable.	actualizados de manera de obtener una serie de simulaciones de alternativas de selección de potencial hidroeléctrico. Revisar capítulo VI.
4. Participación de actores y difusión de resultados	4.1. Participación y retroalimentación de información con los actores relevantes.	Propuesta de una metodología de diálogo entre actores del sector hidroeléctrico, sociedad civil y organizaciones ciudadanas, contemplando 10 etapas de participación para cada grupo de cuencas. En cada una de las instancias se contempla una etapa de aproximación, la definición de actores relevantes, la coordinación /preparación de la actividad y ejecución de la misma.	Realizado. En el capítulo VII se describen todas las actividades realizadas para cumplir con este objetivo.
	4.2. Conformación de comité de expertos	Conformación de un grupo interdisciplinario de expertos para cada grupo de cuencas, el que participará en, al menos, dos talleres. El comité reunirá al menos cinco miembros con una estrecha vinculación en la cuenca de estudio que representen las siguientes especialidades: limnología, biología de peces/invertebrados de agua dulce, hidrología/hidráulica, ecología de ríos, ingeniería forestal con especialidad en vegetación ribereña, ingeniería ambiental, química ambiental, geomorfología, planificación territorial y dinámicas socio ambientales.	Se realizaron una serie de actividades con expertos en los distintos temas relacionados con los OdV, potencial hidroeléctrico y cambio climático y líneas de transmisión eléctrica. En base a estas discusiones, se logró reformular algunos de los OdV y entender las limitaciones de las metodologías propuestas, en base a tiempo, recursos y objetivos del estudio. Revisar capítulo VII.
	4.3. Difusión de resultados	Generación de instancias de difusión y validación de los resultados para los tomadores de decisiones de alto nivel vinculados al sector privado y público y para representantes de las asociaciones de la sociedad civil y de las organizaciones no gubernamentales. Se desarrollará al menos un taller para cada Grupo de Cuencas.	Realizado. En el capítulo VII se describen los seminarios de cierre que se realizaron para mostrar los resultados en las distintas cuencas que aborda este estudio. Revisar capítulo VII.
5. Vinculación con instrumentos de planificación y gestión existentes	5.1. Vinculación con instrumentos de planificación y gestión existentes	Recomendaciones y alternativas para la vinculación de los resultados de este estudio a los instrumentos de planificación existentes, que faciliten la integración del desarrollo hidroeléctrico en el territorio. Identificación las potencialidades y los	Realizado. Temática desarrollada en capítulo VIII.

		principales obstáculos detectados en el estudio que pueden entorpecer la gestión existente. Análisis y/o un indicador de desempeño que apoye la gestión de la cuenca para el desarrollo hidroeléctrico.	
6. Análisis de la situación actual de la hidroelectricidad	6.1. Diagnóstico actual de la hidroelectricidad en la cuenca	Análisis de la situación actual de cada cuenca, en relación al desarrollo hidroeléctrico actual, en el que se reflejarán los siguientes aspectos: a. Infraestructura hidroeléctrica presente en la cuenca (Proyectos en construcción y evaluación ambiental; Infraestructuras fluviales relacionadas con el permiso de obras mayores del Art. 294 del Código de Aguas, detalladas en el Art. 3 DS 95/2011 y otras obras e infraestructuras relevantes en la cuenca; Modificaciones de cauce que afecten la conectividad del río). b. Identificación de otros usos del agua y su relevancia en la cuenca, mediante la información obtenida del Catastro Público de Aguas de la Dirección General de Aguas u otra aproximación. c. Los procesos históricos del desarrollo hidroeléctrico en las sub-subcuencas. d. Mapa, relación y percepción de los actores actuales en relación a la hidroelectricidad. e. Conflictos presentes y origen de los mismos. f. Mecanismos de buena gobernanza de proyectos hidroeléctricos en las sub-subcuencas validados por los actores. Para esto se realizaron entrevistas semi-estructuradas y trabajo de gabinete.	Se realizó un análisis completo de la historia de la hidroelectricidad en Chile y de cómo esa historia sirve para entender los procesos actuales. Se analizan también los conflictos en torno a la hidroelectricidad desde una perspectiva histórica y se analizan algunos conflictos actuales. Se identifican otros usos del agua en el territorio y como estos usos pueden entrar o han entrado en conflicto con el desarrollo hidroeléctrico. Se identificaron todas las centrales hidroeléctricas operando en el territorio, las centrales en construcción y los proyectos de centrales que están siendo evaluados por la institucionalidad ambiental. Revisar capítulo II y capítulo VII.

Anexo II: Base de Datos del Estudio

Para la materialización de la gran base de datos de este estudio, se ha pensado en un ambiente de *geodatabase*¹¹⁶ de ArcGIS, fruto de que la gran mayoría de los servicios del Estado trabaja su información geográfica bajo licencias de software ArcGIS de ESRI. Se eligió el tipo de *geodatabase de archivos*¹¹⁷, debido a la ventaja de almacenamiento de hasta 1 TB por cada *dataset* (el límite de 1 TB se puede aumentar a 256 TB para los *datasets* de imagen extremadamente grandes). Cada clase de entidad puede escalar hasta cientos de millones de entidades vectoriales por *dataset* y, a su vez, se pueden almacenar datos opcionalmente en un formato comprimido de sólo lectura para reducir los requisitos de almacenamiento, facilitando el intercambio.

Para la transferencia de archivos a la contraparte técnica del estudio, se ha desarrollado-a modo de maqueta- un servidor FTP (Protocolo de Transferencia de Archivos) con el objetivo de contar con un sistema tecnológico moderno que permita contener la base de datos que se ha recopilado, posibilitando un rápido acceso a la información, a alta velocidad de conexión y usando un conjunto de comandos muy simples.

En relación a la arquitectura de la *geodatabase*, ésta se encuentra conformada por nueve *datasets*. Cada *dataset* contiene información almacenada en formato *feature class*¹¹⁸, utilizadas por cada una de las metodologías para los cálculos de cada uno de los OdV junto con los resultados y los pasos intermedios de los procesos.

¹¹⁶ *Geodatabase*: es un "contenedor" utilizado para alojar un conjunto de *datasets* o set de datos. (ESRI).

¹¹⁷ Conjunto de varios tipos de *datasets* SIG alojados en una carpeta de sistema de archivos. (Este es el formato de datos nativos almacenados y administrados en una carpeta de sistema de archivos recomendado para ArcGIS). www.esri.com

¹¹⁸ una colección de elementos geográficos con el mismo tipo de geometría (como punto, línea o polígono), los mismos atributos y la misma referencia espacial.

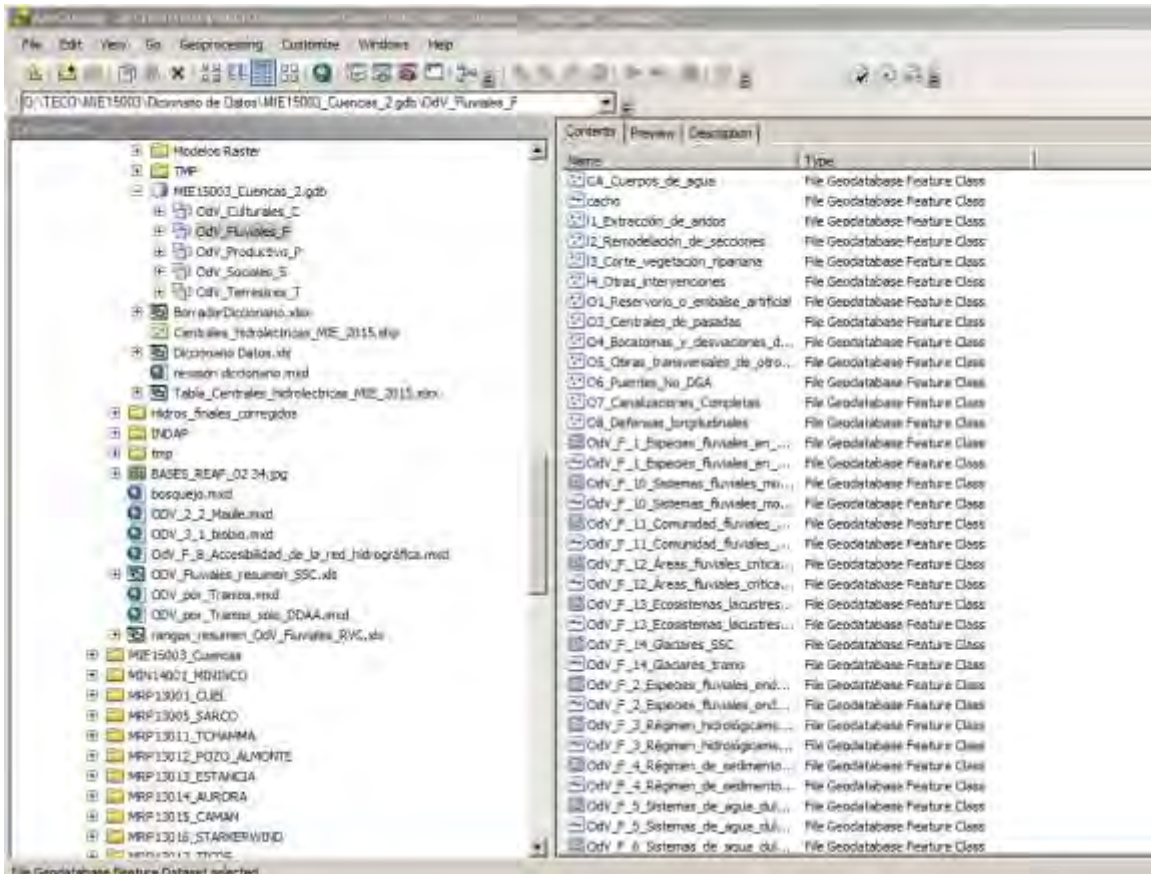


Figura 227. Ejemplo de la geodatabase de este estudio

Fuente: elaboración propia.

Para una mejor descripción de la esta *geodatabase*, se procedió a la confección de una metadata en un formato de un diccionario de datos, en donde se detallan la arquitectura de la *geodatabase*, los *datasets*, *feature class*, fecha actualización y descripción tanto las coberturas de resultado como las de los procesos intermedios.

El diccionario se entrega en formato digital.

EDG ID	Feature Dataset	Feature Class	Description	No Mide	No Mide	No Tienen
C.1.1	Dev. Culturales_C	ADI				
C.1.1	Dev. Culturales_C	Atractivos turísticos				
C.1.1	Dev. Culturales_C	C.1.1.1 Tipos significación cultural, manifestaciones y actividades culturales indígenas	destacar y resaltar aspectos de la cultura, los cuales tienen un valor histórico y/o sagrado, ya que están ligados a aspectos de carácter social, espiritual, económico y político; lo conforman e incluyen (que forman parte de la conformación, constituyendo parte del patrimonio arquitectónico, cultural e histórico de los pueblos indígenas, por lo que su mantenimiento y resguardo tiene directa relación con la sobrevivencia de la cultura) y existencia de sitios donde se realizan manifestaciones o actividades culturales propias o idiosincrásicas de una comunidad indígena, y que			
C.1.2	Dev. Culturales_C	C.1.1.2 Reservas de tierra indígena	terrenos en forma que cumplan con algunas de las características establecidas en el artículo 12 de la Ley indígena.			
C.1.3	Dev. Culturales_C	C.1.1.3 Reservas de área de desarrollo indígena	Existencia de terrenos geográficos delimitados con alta densidad de población indígena surgidos a partir de la aplicación del Art. 28 de la Ley indígena donde se busca la focalización de políticas coordinadas de los sectores del Estado para mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en dichos territorios.			
C.1.4	Dev. Culturales_C	C.1.1.4 Reservas de demarcación de tierra indígena	Existencia de tierras en situación de conflicto por su ocupación y posesión en el marco de un proceso de restitución territorial de pueblos indígenas que han sido desplazados, siendo estas tierras objeto de demanda sobre la base de la recuperación de tierras que pertenecían ancestralmente a estos pueblos indígenas.			
C.1.5	Dev. Culturales_C	C.1.1.5 Presencia de comunidades indígenas	Existencia de agrupaciones de personas pertenecientes a una misma etnia indígena y que se encuentren en una o más de las siguientes situaciones: provengan de un mismo tronco familiar; reconstruyan una etnia tradicional; y/o posean o hayan poseído tierras indígenas en común; y provengan de un mismo poblado antiguo; y que permitan la obtención de su personalidad jurídica en conformidad a la ley.			
C.1.1	Dev. Culturales_C	C.1.1.1 Tipos significación cultural, manifestaciones o actividades indígenas	Existencia de sitios de valor histórico o sagrado, que tienen una significación cultural asociada a rituales, ceremonias o celebraciones que forman parte de la composición y patrimonio de las comunidades que habitan el territorio; y existencia de sitios donde se realizan manifestaciones o actividades culturales propias o idiosincrásicas de una comunidad, y que responden a sus intereses, tienen un carácter tradicional y generan sentimientos de arraigo			

Figura 228. Ejemplo del Diccionario de Datos de la geodatabase de este estudio.

Fuente: elaboración propia.

Información recopilada

De la información recopilada se destaca lo siguiente, como avance respecto de la fase anterior:

- Se agregó información proveniente de un acuerdo entre el Instituto Geográfico Militar y el Ministerio de Energía, con *shapes* detallados de la red hidrográfica de la zona de estudio.
- Se agregó información de vértices de las Concesiones de Piscicultura y base de datos de peces provenientes del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) y de SUBPESCA, dicha información provenía en bases de datos Excel. Además de castro de peces en formato *shapefile*.
- Se actualizó información de Atractivos y Destinos Turísticos por parte del Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR).
- Base de datos de peces (ictiofauna) del Ministerio del Medio Ambiente, en formato Excel.

Presentación y transferencia de la información oficial

El Ministerio de Energía reconoce que una de las bases del problema de falta de confianza y legitimidad son las brechas de información en la sociedad, que genera a su vez una asimetría de base para la discusión del desarrollo hidroeléctrico en el país. La falta de información clara para todos los actores sobre desarrollo hidroeléctrico y sus impactos, constituye un riesgo para procesos de acuerdo y toma de decisiones entre los actores vinculados a la industria hidroeléctrica. Por ello, el Ministerio de Energía implementó una plataforma sobre Hidroelectricidad Sustentable cuyo objetivo es la difusión de información, la promoción de la hidroelectricidad sustentable, ayudar a fortalecer las relaciones e interacciones entre los actores locales, regionales y nacionales y apoyar los procesos de toma de decisiones y la creación de capacidades.

La información generada por el presente estudio será administrada por el Ministerio de Energía y se espera que sea posible acceder a ella a través de esta plataforma. La responsabilidad en el uso, calidad y funcionamiento de la plataforma quedan fuera del área de responsabilidad de los consultores del presente estudio y se presenta esta sección como complementaria a sus objetivos.

Otras consideraciones

A la fecha, este estudio deja en evidencia la necesidad de seguir avanzado en establecer una arquitectura de base de datos nacionales oficiales, donde pueda converger la información de los diferentes servicios del Estado, en estándares y protocolos claros y precisos para la gestión de la información territorial. Los esfuerzos hasta ahora, indican un camino correcto a seguir, pero que significa un trabajo constante a nivel país para materializarlos. Sin duda que los IDE (Infraestructura de Datos Geoespaciales, Ministerio de Bienes Nacionales) creados ha sido un avance en estas materias, pero se requiere de mayores canales de comunicación y trabajo en conjunto para la integración de los servicios del Estado de manera óptima y duplicar esfuerzos y recursos en un proceso de gestión de información.

También se evidencia la conveniencia de un protocolo a nivel de los organismos públicos, de manera de que el compartir información sea más fácil y sencillo. La base de datos creada en este estudio tiene gran valor, ya que centraliza parte de la información existente hasta el presente, pero constantemente se irá generando más información en las distintas instituciones, por lo que se hace muy necesario el compartir la mejor información disponible para facilitar la labor de los profesionales del sector público, y de la sociedad en general.

Algunas *feature class* existentes deben ser corregidas. El caso más evidente corresponde a la necesidad de mejorar la delimitación geográfica de las sub-subcuenca en cada unidad de análisis. La delimitación existente en la base de datos de la DGA no corresponde en algunos

casos a las condiciones topográficas (revisar “Análisis Crítico de la Definición de Cuencas del Banco Nacional de Aguas, SDT 341” (DGA, 2013)).

Otro asunto que facilitaría la consecución de los objetivos del estudio refiere a la información generada por los distintos proyectos ingresados al SEA (Servicio de Evaluación Ambiental) y disponible como fuente de información. A este respecto, existen dos puntos relevantes de mencionar:

- i) la información ya existente en base a todos los proyectos ingresados; y
- ii) la futura información que se recopile.

Para ambos casos se justificaría el desarrollo de un protocolo para estandarizar la información de los Estudios de Impacto Ambiental, de manera de que los datos entre distintos proyectos sean comparables entre sí y que sirvan para un mejor entendimiento del territorio y la creación de mejores políticas públicas, validadas por información de calidad.

Para el primer punto, se recomienda una revisión exhaustiva de estos datos, de manera de compilar esta información según el protocolo ya mencionado. Esta puede ser una labor lenta y costosa, pero que no debería ser financiada por un solo ministerio o institución, sino que sus costos deberían ser compartidos entre varias instituciones. La información de nuevos proyectos, debería ingresar automáticamente, o a lo menos semi-automáticamente, en esta nueva base de datos a través de los protocolos ya establecidos. Esto por un lado facilita el trabajo de los desarrolladores, ya que se les da un marco claro de la entrada de sus datos (calidad, cantidad, formatos, etc.) y por otro, facilita la labor de revisión de antecedentes por parte de las distintas instituciones públicas. Si bien se reconoce que los estudios de impacto ambiental contienen mucha información, ésta se refiere a casos puntuales, que son aún más finos que la escala de trabajo de este estudio (la sub-subcuenca) por lo que esta información no fue utilizada en el proceso del mapeo de cuencas.

Anexo III: Formaciones Vegetacionales por cuenca

Tabla 179. Formaciones vegetacionales por cuenca

Cuenca	Formación vegetacional	Piso de vegetación	Superficie (km ²)	Porcentaje Sup. Total Cuenca
Maule	Bosque espinoso	Bosque espinoso mediterráneo interior de <i>Acacia caven</i> y <i>Lithrea caustica</i>	7126	34,0
	Bosque esclerófilo	Bosque esclerófilo mediterráneo costero de <i>Lithrea caustica</i> y <i>Azara integrifolia</i>	65	0,3
	Bosque esclerófilo	Bosque esclerófilo mediterráneo interior de <i>Lithrea caustica</i> y <i>Peumus boldus</i>	2633	12,6
	Bosque esclerófilo	Bosque esclerófilo mediterráneo andino de <i>Lithrea caustica</i> y <i>Lomatia hirsuta</i>	738	3,5
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio mediterráneo interior de <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Cryptocarya alba</i>	448	2,1
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio mediterráneo andino de <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Austrocedrus chilensis</i>	2340	11,2
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus glauca</i> y <i>Azara petiolaris</i>	438	2,1
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus glauca</i> y <i>Persea lingue</i>	567	2,7
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio mediterráneo andino de <i>Nothofagus glauca</i> y <i>N. obliqua</i>	1325	6,3
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio mediterráneo-templado andino de <i>Nothofagus alpina</i> y <i>N. obliqua</i>	44	0,2
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio templado andino de <i>Nothofagus pumilio</i> y <i>Azara alpina</i>	63	0,3
	Matorral bajo de altitud	Matorral bajo mediterráneo andino de <i>Laretia acaulis</i> y <i>Berberis empetrifolia</i>	2908	13,9
	Matorral bajo de altitud	Matorral bajo mediterráneo andino de <i>Chuquiraga oppositifolia</i> y <i>Discaria articulata</i>	1547	7,4

Cuenca	Formación vegetacional	Piso de vegetación	Superficie (km ²)	Porcentaje Sup. Total Cuenca
	Matorral bajo de altitud	<i>Matorral bajo templado andino de Discaria chacaye y Berberis empetrifolia</i>	18	0,1
	Herbazal de altitud	<i>Herbazal mediterráneo andino de O. adenophylla y Poza coriacea</i>	682	3,3

Fuente: elaboración propia a partir de Luebert & Pliscoff 2006

Cuenca	Formación vegetacional	Piso de vegetación	Superficie (km ²)	Porcentaje Sup. Total Cuenca
Biobío	Bosque esclerófilo	Bosque esclerófilo mediterráneo costero de <i>Lithrea caustica</i> y <i>Azara integrifolia</i>	234	1,0
	Bosque esclerófilo	Bosque esclerófilo psamófilo mediterráneo interior de <i>Quillaja saponaria</i> y <i>Fabiana imbricata</i>	1774	7,3
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio mediterráneo interior de <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Cryptocarya alba</i>	5763	23,8
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio mediterráneo andino de <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Austrocedrus chilensis</i>	50	0,2
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio mediterráneo-templado costero de <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Gomortega keule</i>	206	0,9
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio templado de <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Persea lingue</i>	2593	10,7
	Bosque caducifolio	Bosque mixto templado costero de <i>Nothofagus dombeyi</i> y <i>N. obliqua</i>	327	1,3
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio templado costero de <i>Nothofagus alpina</i> y <i>Persea lingue</i>	504	2,1
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio mediterráneo-templado andino de <i>Nothofagus alpina</i> y <i>N. obliqua</i>	281	1,2
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio templado andino de <i>Nothofagus alpina</i> y <i>Dasyphyllum diacanthoides</i>	2402	9,9
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio templado andino de <i>Nothofagus alpina</i> y <i>N. dombeyi</i>	493	2,0
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio mediterráneo-templado andino de <i>Nothofagus pumilio</i> y <i>N. obliqua</i>	809	3,3
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio templado andino de <i>Nothofagus pumilio</i> y <i>Araucaria araucana</i>	1730	7,1

Cuenca	Formación vegetacional	Piso de vegetación	Superficie (km ²)	Porcentaje Sup. Total Cuenca
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio templado andino de <i>Nothofagus pumilio</i> y <i>Azara alpina</i>	3121	12,9
	Bosque resinoso	Bosque resinoso templado costero de <i>Araucaria araucana</i>	138	0,6
	Bosque resinoso	Bosque resinoso templado andino de <i>Araucaria araucana</i> y <i>Nothofagus dombeyi</i>	1763	7,3
	Bosque resinoso	Bosque resinoso templado andino de <i>Araucaria araucana</i> y <i>Festuca scabriuscula</i>	1413	5,8
	Bosque siempreverde	Bosque siempreverde templado andino de <i>Nothofagus dombeyi</i> y <i>Gaultheria phillyreifolia</i>	222	0,9
	Matorral bajo de altitud	Matorral bajo templado andino de <i>Discaria chacaye</i> y <i>Berberis empetrifolia</i>	412	1,7

Fuente: elaboración propia a partir de Luebert & Pliscoff 2006

Cuenca	Formación vegetacional	Piso de vegetación	Superficie (km ²)	Porcentaje Sup. Total Cuenca
Toltén	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio templado de <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Persea lingue</i>	7	0,1
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio templado de <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Laurelia sempervirens</i>	3915	48,1
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio templado andino de <i>Nothofagus alpina</i> y <i>Dasyphyllum diacanthoides</i>	1018	12,5
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio templado andino de <i>Nothofagus alpina</i> y <i>N. dombeyi</i>	475	5,8
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio templado andino de <i>Nothofagus pumilio</i> y <i>Araucaria araucana</i>	1316	16,2
	Bosque caducifolio	Bosque caducifolio templado andino de <i>Nothofagus pumilio</i> y <i>Azara alpina</i>	439	5,4
	Bosque laurifolio	Bosque laurifolio templado interior de <i>Nothofagus dombeyi</i> y <i>Eucryphia cordifolia</i>	29	0,4
	Bosque resinoso	Bosque resinoso templado andino de <i>Araucaria araucana</i> y <i>Nothofagus dombeyi</i>	819	10,1

Bosque siempreverde	Bosque siempreverde templado andino de <i>Nothofagus dombeyi</i> y <i>Gaultheria phillyreifolia</i>	121	1,5
---------------------	---	-----	-----

Fuente: elaboración propia a partir de Luebert & Pliscoff 2006

Anexo IV: Listado de Estaciones de Monitoreo hidroclimático por cuenca

Cuenca del río Maule

Tabla 180. Estaciones meteorológicas en la cuenca del Maule

Nombre	Coordenada Este	Coordenada Norte	RangoPP	RangoT
Agua Fría	309,034	6,089,844	1992-07-01 , 2013-12-31	
Ancoa Embalse	292,622	6,023,163	1957-07-01 , 2013-12-31	1965-02-01 ; 2013-06-26
Armerillo	311,859	6,046,839	1950-01-01 , 2013-12-31	
Bullileo Embalse	282,975	5,981,362	1950-01-01 , 2013-12-31	
Colbún (Maule Sur)	282,242	6,054,703	1959-01-01 , 2013-12-31	
Colorado	295,109	6,053,466	1963-06-01 , 2013-12-31	1969-09-15 ; 2013-12-31
Constitución	189,895	6,085,298	1992-07-01 , 2013-12-31	
Digua Embalse	270,862	5,984,289	1950-01-01 , 2013-12-31	1974-06-03 ; 2013-12-31
El Álamo	191,813	5,997,744	1994-05-01 , 2013-12-31	
El Durazno	289,496	6,069,492	1992-06-01 , 2013-12-31	
El Guindo	288,380	6,095,519	1964-01-01 , 2013-12-31	
Fundo El Radal	314,301	6,078,210	1992-07-01 , 2013-12-31	
Hornillo	308,639	6,028,333	1961-09-01 , 2013-12-31	

Nombre	Coordenada Este	Coordenada Norte	RangoPP	RangoT
Huapi	291,774	6,070,224	1969-05-01 , 2013-12-31	
Huerta Del Maule	233,096	6,049,232	1992-06-01 , 2013-12-31	
Juan Amigo	284,499	6,004,620	1992-06-01 , 2013-12-31	
La Sexta De Longaví	264,368	5,999,999	1992-06-01 , 2013-12-31	
Liguay	257,686	6,018,139	1975-10-01 , 2013-12-31	
Linares	265,382	6,030,528	1967-01-01 , 2013-12-31	1976-07-28 ; 1984-02-28
Lo Aguirre	358,057	6,017,893		
Los Huinganes En Curipeumo	237,232	6,013,480	1994-06-01 , 2013-12-31	
Melozal	249,759	6,035,930	1950-09-01 , 2013-12-31	
Nirivilo	219,514	6,062,421	1956-02-01 , 2013-12-31	
Parral	245,454	5,991,141	1964-01-01 , 2013-12-31	1975-10-14 ; 2013-12-31
Pencahue	242,463	6,081,587	1976-07-01 , 2013-12-31	1986-06-01 ; 2013-12-31
Quella	221,531	6,004,912	1961-08-01 , 2013-12-31	
Río Ancoa En El Morro	292,417	6,023,374	1999-05-01 , 2013-12-31	
Río Claro En Rauquen	247,346	6,072,072	1999-02-01 , 2013-12-31	1999-02-17 ; 2005-08-31
Río Loncomilla En Las Brisas	249,314	6,055,009	2001-05-01 , 2013-12-	

Nombre	Coordenada Este	Coordenada Norte	RangoPP	RangoT
			31	
Río Longaví En La Quiriquina	275,947	5,988,337	2001-04-26 , 2013-12-31	
Río Maule En Armerillo	308,762	6,046,588	2001-08-01 , 2013-12-31	2002-10-12 ; 2005-08-31
Río Maule En Forel	208,478	6,076,807	2001-05-01 , 2013-12-31	
Río Melado En El Salto	317,740	6,027,016	2003-04-01 , 2013-12-31	2003-05-16 ; 2005-08-31
Río Perquilauquén En San Manuel	264,651	5,971,201	2009-10-01 , 2013-12-31	
San Javier	259,055	6,057,344	1970-01-01 , 2013-12-31	
San Manuel En Perquilauquén	262,062	5,972,702	1956-06-01 , 2013-12-31	
San Rafael	270,370	6,089,682	1992-06-01 , 2013-12-31	
Talca UC	261,984	6,075,094	1982-03-01 , 2013-12-31	1982-03-01 ; 2013-12-31
Tutuven Embalse	195,284	6,021,877	1975-05-01 , 2013-12-31	
Vilches Alto	310,726	6,058,806	1992-07-06 , 2013-12-31	

Fuente: Dirección General de Aguas (2014)

Tabla 181. Estaciones fluviométricas en la cuenca del Maule

Nombre	Coordenada Este	Coordenada Norte	Rango
Río Maule En Desagüe Laguna Del Maule	359,684	6,013,297	2004-01-29 ; 2013-10-31
Río Maule En Los Baños	340,750	6,034,242	2002-10-30 ; 2013-10-23
Río Cipreses En Desagüe Laguna La Invernada	339,030	6,043,273	2002-10-31 ; 2010-09-30
Canal Ad. Maule C. Pehuenche	319,489	6,036,454	2002-09-26 ; 2013-12-31
Estero Las Garzas	319,031	6,041,124	2002-09-13 ; 2013-05-31
Río Maule Bajo Boca Toma Maule Central Pehuenche	319,042	6,039,405	2003-01-10 ; 2013-07-05
Canal Las Garzas	319,022	6,040,638	2002-12-13 ; 2013-09-01
Canal Melado En Los Hierros	313,164	6,030,342	2002-09-06 ; 2013-05-31
Río Melado En Zona De Presa	311,364	6,041,279	2002-12-20 ; 2013-09-30
Río Melado En El Salto	317,740	6,027,016	2003-04-15 ; 2013-12-31
Río Claro En San Carlos	312,906	6,047,101	2002-10-30 ; 2013-07-31
Río Maule En Armerillo	308,762	6,046,588	1947-09-01 ; 2013-12-31
Canal Maule Norte En Aforador	308,349	6,046,456	1967-01-18 ; 2013-05-31
Canal De Evacuación C. Pehuenche	303,831	6,043,736	2002-09-05 ; 2013-09-30
Canal Maule Norte Alto En Paso Nevado	302,543	6,045,126	2004-08-25 ; 2013-12-31

Nombre	Coordenada Este	Coordenada Norte	Rango
Vertedero Embalse Colbún	287,793	6,049,935	1954-01-02 ; 1981-12-31
Río Maule En Longitudinal	254,970	6,061,889	1962-08-02 ; 2013-10-31
Canal Maule Sur En Aforador	284,075	6,053,432	1971-11-05 ; 2013-10-31
Canal De Restitución Sur 2	270,156	6,054,783	2004-08-04 ; 2013-12-31
Canal De Restitución Sur 3	270,144	6,055,313	2004-08-04 ; 2013-12-31
Canal San Clemente	270,497	6,059,065	2004-08-26 ; 2013-05-31
Canal Duao Zapata	270,039	6,058,282	2004-07-30 ; 2013-12-31
Río Perquilauquén En San Manuel	264,651	5,971,201	1940-01-01 ; 2013-10-31
Canal Alimentador Digua	272,203	5,986,514	2011-10-18 ; 2013-05-31
Río Longaví En La Quiriquina	275,947	5,988,337	1943-03-01 ; 2013-10-31
Río Bullileo En Santa Filomena	282,390	5,985,881	1940-01-01 ; 2013-10-31
Río Longaví En El Castillo	289,785	5,984,768	1964-05-21 ; 2013-10-31
Canal Primera Abajo	256,845	6,005,963	2012-04-02 ; 2013-05-31
Canal Maitenes En Bocatoma	257,893	6,004,142	2011-09-07 ; 2013-05-31
Río Achibueno En La Recova	279,690	6,012,967	1986-11-01 ; 2013-12-31

Nombre	Coordenada Este	Coordenada Norte	Rango
Río Ancoa En El Morro	292,625	6,023,748	1952-06-12 ; 2013-09-30
Canal Roblaría Ante Bocatoma Ancoa	297,747	6,029,510	2000-04-26 ; 2013-10-28
Río Loncomilla En Bodega	244,898	6,032,356	1967-05-05 ; 2013-08-13
Río Putagan En Yerbas Buenas	266,121	6,037,889	1946-04-14 ; 2013-10-31
Canal De Restitución Sur 1	281,174	6,041,675	2005-02-28 ; 2013-10-31
Río Loncomilla En Las Brisas	249,314	6,055,009	1975-05-22 ; 2013-09-30
Río Claro En Camarico	282,636	6,104,201	1940-01-01 ; 2013-10-31
Río Lircay En Puente Las Rastras	291,749	6,070,316	1961-12-18 ; 2013-09-02
Canal Maule Norte Bajo Sección 1	292,857	6,061,647	1996-10-17 ; 2013-10-31
Canal Maule Norte Bajo Sección 2	294,429	6,065,599	1996-10-21 ; 2013-10-20
Canal Maule Norte Bajo En Puente Centinela	294,300	6,053,695	2000-10-17 ; 2013-12-31
Quebrada Colorado En Desagüe Laguna Los Temos	293,702	6,052,682	2004-07-29 ; 2013-10-31
Quebrada Colorado Bajo Sistema Maitenes	290,366	6,056,066	2004-08-05 ; 2013-09-30
Río Claro En Rauquen	247,346	6,072,072	1999-02-16 ; 2013-12-31
Estero Los Puercos En Puente Los Puercos	242,776	6,081,473	1986-02-20 ; 2013-10-31

Nombre	Coordenada Este	Coordenada Norte	Rango
Río Perquilauquén En Gniquen	231,124	5,985,624	1967-03-10 ; 2013-10-31
Río Perquilauquén En Quella	222,877	6,005,732	1963-02-20 ; 2013-10-31
Estero Curipeumo En Lo Hernández	227,760	6,015,167	1968-01-12 ; 2013-10-31
Río Cauquenes En El Arrayán	194,872	6,008,531	1945-03-14 ; 2013-10-31
Río Cauquenes En Desembocadura	223,460	6,021,326	1986-04-16 ; 2013-10-31
Río Purapel En Nirivilo	218,721	6,059,863	1957-03-31 ; 2013-07-20
Río Purapel En Sauzal	222,683	6,039,025	1981-06-02 ; 2013-05-31
Río Maule En Forel	208,478	6,076,807	1985-01-02 ; 2013-10-31

Fuente: Dirección General de Aguas (2014)

Tabla 182. Estaciones de calidad del agua en la cuenca del Maule

Nombre	Coordenada Este	Coordenada Norte	Rango
--------	-----------------	------------------	-------

Nombre	Coordenada Este	Coordenada Norte	Rango
Río Maule En Los Baños	340,750	6,034,242	2002-10-30 ; 2013-10-23
Río Maule En Armerillo	308,762	6,046,588	1947-09-01 ; 2013-12-31
Río Maule En Longitudinal	254,970	6,061,889	1962-08-02 ; 2013-10-31
Río Perquilauquén En San Manuel	264,651	5,971,201	1940-01-01 ; 2013-10-31
Río Longaví En La Quiriquina	275,947	5,988,337	1943-03-01 ; 2013-10-31
Río Longaví En Longitudinal	254,370	6,012,248	1963-07-30 ; 1984-08-03
Río Loncomilla En Las Brisas	249,314	6,055,009	1975-05-22 ; 2013-09-30
Río Claro En Talca	256,357	6,077,072	1958-11-26 ; 1996-11-09
Río Claro En Rauquen	247,346	6,072,072	1999-02-16 ; 2013-12-31
Río Perquilauquén En Quella	222,877	6,005,732	1963-02-20 ; 2013-10-31
Río Cauquenes En El Arrayán	194,872	6,008,531	1945-03-14 ; 2013-10-31
Río Cauquenes En Desembocadura	223,460	6,021,326	1986-04-16 ; 2013-10-31
Río Purapel En Sauzal	222,683	6,039,025	1981-06-02 ; 2013-05-31
Río Maule En Forel	208,478	6,076,807	1985-01-02 ; 2013-10-31
Río Claro En Fuente De Agua	302,045	6,097,911	
Río Lircay En Panamericana	262,710	6,079,661	

Nombre	Coordenada Este	Coordenada Norte	Rango
Pozo Viña Concha Y Toro (Rauquen)	245,054	6,074,159	
Río Putagan En Bocatoma Canal Melozal (ruta 5 Sur)	259,587	6,037,002	
Río Achibueno En Panamericana (ruta 5 Sur)	261,975	6,026,703	
Pozo Lara Benavente (pocillas) Camino Cauquenes	201,855	6,011,873	
Pozo Ñiquen En Fundo San Vicente	251,035	5,973,459	

Fuente: Dirección General de Aguas (2014)

Cuenca del río Biobío

Tabla 183. Estaciones meteorológicas en la cuenca del Biobío

Nombre	Coordenadas Este	Coordenadas Norte	RangoPP	RangoT
Angol (la Mona)	179,444	5,812,049	1950-01-01 , 2013-12-31	
Cerro El Padre	247,868	5,814,336	1996-01-01 , 2013-12-31	
Concepcion DGA	133,463	5,914,745	2007-07-01 , 2013-12-31	
Embalse Pangue	270,016	5,800,824	2007-08-01 , 2013-12-31	
Embalse Ralco	283,328	5,785,515	1988-08-01 , 2013-12-31	
Encimar Malleco	226,474	5,778,066		
Ercilla (vida Nueva)	195,645	5,783,054	2009-05-01 , 2013-12-31	
Estero Hualqui En Desembocadura	149,153	5,899,803		
Estero Paillihue En Ex Longitudinal Sur	205,793	5,847,112	2008-01-01 , 2013-12-31	
Estero Quilque En Los Ángeles	204,948	5,858,505	1955-10-01 , 2013-12-31	1989-07-11 ; 2013-12-31
Laguna Malleco	253,446	5,765,998	1961-11-01 , 2013-12-31	
Laja	169,871	5,869,328	1964-01-01 , 2013-12-31	
Las Achiras	200,241	5,860,591	1987-05-01 , 2013-12-31	1987-05-01 ; 2013-12-31
Liucura	317,753	5,719,430	1987-05-01 , 2013-12-31	1991-11-01 ; 2013-12-31
Lonquimay	292,633	5,741,398	1962-07-01 ,	

Nombre	Coordenadas Este	Coordenadas Norte	RangoPP	RangoT
			2013-12-31	
Los Ángeles	188,879	5,843,411	1962-01-01 , 2013-12-31	
Mulchén	213,294	5,820,212	1992-08-01 , 2013-12-31	
Pilgüen	217,039	5,805,463	1992-08-01 , 2013-12-31	
Poco A Poco	236,965	5,803,748	1950-01-01 , 2013-12-31	1965-02-10 ; 2013-12-31
Quilaco	235,537	5,825,399	1992-09-01 , 2013-12-31	
Quillaileo	264,109	5,831,353	2009-10-01 , 2013-12-31	
Río Biobío En Coihue	182,605	5,837,646	2001-04-01 , 2013-12-31	
Río Biobío En Desembocadura	135,437	5,915,435	2003-02-01 , 2013-12-31	2003-02-06 ; 2005-08-31
Río Biobío En Llanquen	298,664	5,769,003	2009-05-01 , 2013-12-31	
Río Biobío En Longitudinal	210,372	5,832,920	2001-04-01 , 2013-12-31	
Río Biobío En Rucalhue	243,913	5,822,603	2009-05-01 , 2013-12-31	
Río Duqueco En Cerrillos	208,044	5,839,413		
Río Laja Ag.arr. Del Salto (rec.r.laja)	204,636	5,876,459	2001-06-01 , 2013-12-31	
Río Laja En Tucapel	235,389	5,870,069	2010-02-01 , 2013-12-31	
Río Malleco En Collipulli	197,921	5,792,154	1985-01-01 , 2013-12-31	
San Carlos De Purén	210,470	5,833,664	1992-08-01 , 2013-12-31	
San Lorenzo En Biobío	279,136	5,838,246	1950-01-01 , 2013-12-31	

Fuente: Dirección General de Aguas (2014)

Tabla 184. Estaciones fluviométricas en la cuenca del Biobío

Nombre	Coordenadas Este	Coordenadas Norte	Rango
Canal Abanico En km 049	275,332	5,864,641	2003-08-06 ; 2013-07-18
Canal Alto Polcura	301,924	5,879,592	2003-01-30 ; 2013-10-31
Canal Collao	265,219	5,867,943	2003-08-10 ; 2013-04-17
Canal De Descarga Central Antuco	263,487	5,866,289	2003-03-31 ; 2013-07-02
Canal De Descarga Central El Toro	279,793	5,861,362	2003-07-01 ; 2013-07-23
Canal Laja Camino A Tucapel	236,526	5,867,306	1940-01-01 ; 2012-11-30
Canal Laja-Diguillín	237,062	5,867,291	2004-12-01 ; 2013-03-13
Canal Mirrihue	265,080	5,865,591	2003-01-31 ; 2012-11-30
Canal Zañartu Después Bocatoma Río Laja	266,010	5,867,811	2003-06-11 ; 2013-11-30
Estero Hualqui En Desembocadura	149,153	5,899,803	2009-05-21 ; 2013-05-09
Estero Paillihue En Ex Longitudinal Sur	205,793	5,847,112	2013-11-01 ; 2013-12-31
Estero Quilque En Los Ángeles	204,948	5,858,505	2007-10-01 ; 2013-10-31
Río Biobío Ante Junta Huir Huir	278,497	5,791,957	2002-12-07 ; 2013-10-31
Río Biobío Ante Junta Pangué	269,092	5,801,693	2002-12-04 ; 2013-10-31
Río Biobío En Angostura Ralco 1	282,320	5,786,815	2002-12-06 ; 2013-10-31
Río Biobío En Coihue	182,605	5,837,646	1983-11-10 ; 2013-10-31
Río Biobío En Desembocadura	135,437	5,915,435	1970-09-24 ; 2013-12-31
Río Biobío En Llanquén	298,664	5,769,003	2003-02-05 ; 2013-12-31
Río Biobío En Longitudinal	210,372	5,832,920	1965-04-05 ; 2013-10-31
Río Biobío En Rucalhue	243,913	5,822,603	2002-12-04 ; 2013-10-31
Río Bureo En Puente Acceso A Mulchén	213,692	5,821,104	2012-02-09 ; 2013-10-21
Río Duqueco En Cerrillos	208,044	5,839,413	1962-07-01 ; 2013-10-31
Río Duqueco En Villucura	231,828	5,839,414	1941-01-01 ;

Nombre	Coordenadas Este	Coordenadas Norte	Rango
			2013-10-31
Río Laja Ag.arr. Del Salto (rec.r.laja)	204,636	5,876,459	2009-08-01 ; 2013-10-31
Río Laja En Puente Perales	186,112	5,872,896	1957-08-28 ; 2013-11-13
Río Laja En Tucapel	235,389	5,870,069	1940-01-01 ; 2013-10-31
Río Lirquen En Cerro El Padre	247,662	5,814,855	1942-12-10 ; 2013-10-31
Río Lonquimay Antes Junta Río Biobío	304,861	5,743,371	1985-03-28 ; 2013-12-02
Río Malleco En Collipulli	197,921	5,792,154	1948-04-23 ; 2013-12-18
Río Mininco En Longitudinal	200,700	5,803,156	1963-06-01 ; 2013-12-31
Río Mulchén En Mulchén	213,732	5,819,947	1940-01-01 ; 2013-10-20
Río Nicodahue En Pichun	168,435	5,846,994	1988-04-01 ; 2013-10-28
Río Pangue En Captación	272,959	5,801,719	2002-12-04 ; 2013-10-31
Río Polcura A. Desc. Central El Toro	278,809	5,868,512	2003-08-07 ; 2013-10-31
Río Polcura En Cuatro Junta	300,556	5,890,507	2003-01-30 ; 2013-10-31
Río Rahue En Quebrada Culen	165,015	5,793,283	1997-07-01 ; 2013-12-31
Río Renaico En Longitudinal	202,100	5,805,059	1982-06-18 ; 2013-12-31
Río Rucue En Camino A Antuco	252,268	5,863,374	1983-11-18 ; 2013-10-31
Río Vergara En Tijeral	180,875	5,817,574	1964-01-01 ; 2013-12-31

Fuente: Dirección General de Aguas (2014)

Tabla 185. Estaciones de calidad del agua en la cuenca del Biobío

Nombre	Coordenadas Este	Coordenadas Norte	Rango
Lago San Pedro En Sector Centro 2	133,435	5,912,962	
Pozo 773-essbio-mulchen	215,936	5,818,752	
Río Biobío Antes P La Mochita	138,340	5,914,426	
Río Biobío En Boca Norte	128,435	5,918,732	
Río Biobío En Boca Sur	131,237	5,916,840	
Río Biobío En Llanquen	298,494	5,769,032	2003-02-05 ; 2013-12-31
Río Biobío En Santa Juana	150,803	5,878,654	
Río Biobío En Coihue	182,605	5,837,646	1983-11-10 ; 2013-10-31
Río Biobío En Rucalhue	243,913	5,822,603	2002-12-04 ; 2013-10-31
Río Claro En Puente FerroviaRío	178,893	5,876,401	
Río Duqueco En Villucura	231,828	5,839,414	1941-01-01 ; 2013-10-31
Río Huaqui En Diuquin	175,636	5,858,139	
Río Laja Bajo Descarga Central Antuco	266,662	5,867,526	
Río Laja En Puente Perales	186,112	5,872,896	1957-08-28 ; 2013-11-13
Río Malleco En Collipulli	197,921	5,792,154	1948-04-23 ; 2013-12-18
Río Renaico En El Morro	238,510	5,790,855	
Río Renaico En Renaico	183,460	5,824,813	
Río Vergara En Tijeral	180,875	5,817,574	1964-01-01 ; 2013-12-31

Fuente: Dirección General de Aguas (2014)

Tabla 186. Estaciones meteorológicas en la cuenca del Toltén

Nombre	Coordenadas Este	Coordenadas Norte	RangoPP	RangoT
Cunco	238,641	5,686,642	1970-03-01 , 2013-12-31	1986-05-01 ; 1989-03-31
Currehue	277,980	5,639,956	1976-11-23 , 2013-12-31	1997-06-01 ; 1997-06-30
Freire Sendos	187,116	5,681,188	1981-01-01 , 2013-12-31	1984-06-27 ; 1987-04-19
Lago Caburgua	257,231	5,656,898	1976-11-21 , 2013-12-31	
Lago Tinquilco	264,534	5,660,825	1996-06-01 , 2013-12-31	
Llafenco	257,732	5,642,316	1965-02-01 , 2013-12-31	
Los Laureles	222,458	5,682,571	1950-01-01 , 2013-12-31	
Pucón	245,293	5,648,153	1984-07-01 , 2013-12-31	1986-04-01 ; 2011-01-31
Puesco (aduana)	280,783	5,622,138		
Quecheregua	234,219	5,678,315	1970-02-01 , 2013-12-31	
Quitratue	184,335	5,659,795	1961-11-01 , 2013-12-31	
Río Allipen En Melipeuco	263,070	5,694,719	2011-09-01 , 2012-04-29	
Río Toltén En Teodoro Schmidt	146,474	5,673,684	2004-03-02 , 2013-12-31	
Teodoro Schmitd	146,741	5,671,850	1988-11-01 , 2013-12-31	1989-04-01 ; 2013-11-30
Toltén	137,045	5,652,183	1994-12-01 , 2013-12-31	
Tricauco	278,503	5,696,346	1988-10-01 , 2013-12-31	1989-05-09 ; 2013-12-31
Villarrica	215,594	5,653,829	1961-11-01 , 2013-12-31	

Fuente: Dirección General de Aguas (2014)

Tabla 187. Estaciones fluviométricas en la cuenca del Toltén

Nombre	Coordenadas Este	Coordenadas Norte	Rango
Río Allipén En Los Laureles	220,395	5,677,513	1946-03-18 ; 2013-12-02
Río Allipén En Melipeuco	263,070	5,694,719	1985-01-17 ; 2013-12-01
Río Curaco En Colico	233,028	5,672,829	1986-10-31 ; 2013-12-31
Río Donguil En Gorbea	181,251	5,665,293	1947-10-06 ; 2013-12-05
Río Liucura En Liucura	256,421	5,650,682	1971-10-01 ; 2013-11-24
Río Mahuidanche En Santa Ana	159,543	5,666,236	1987-03-17 ; 2013-11-25
Río Puyehue En Quitratue	183,432	5,660,072	1947-10-07 ; 2013-12-05
Río Toltén En Teodoro Schmidt	146,474	5,673,684	1991-02-12 ; 2013-12-17
Río Toltén En Villarrica	221,030	5,647,736	1941-04-16 ; 2013-12-11
Río Trancura Antes Río Llafenco	257,129	5,642,582	1970-10-01 ; 2013-11-25
Río Trancura En Curarrehue	277,478	5,639,647	1968-09-01 ; 2013-10-31

Fuente: Dirección General de Aguas (2014)

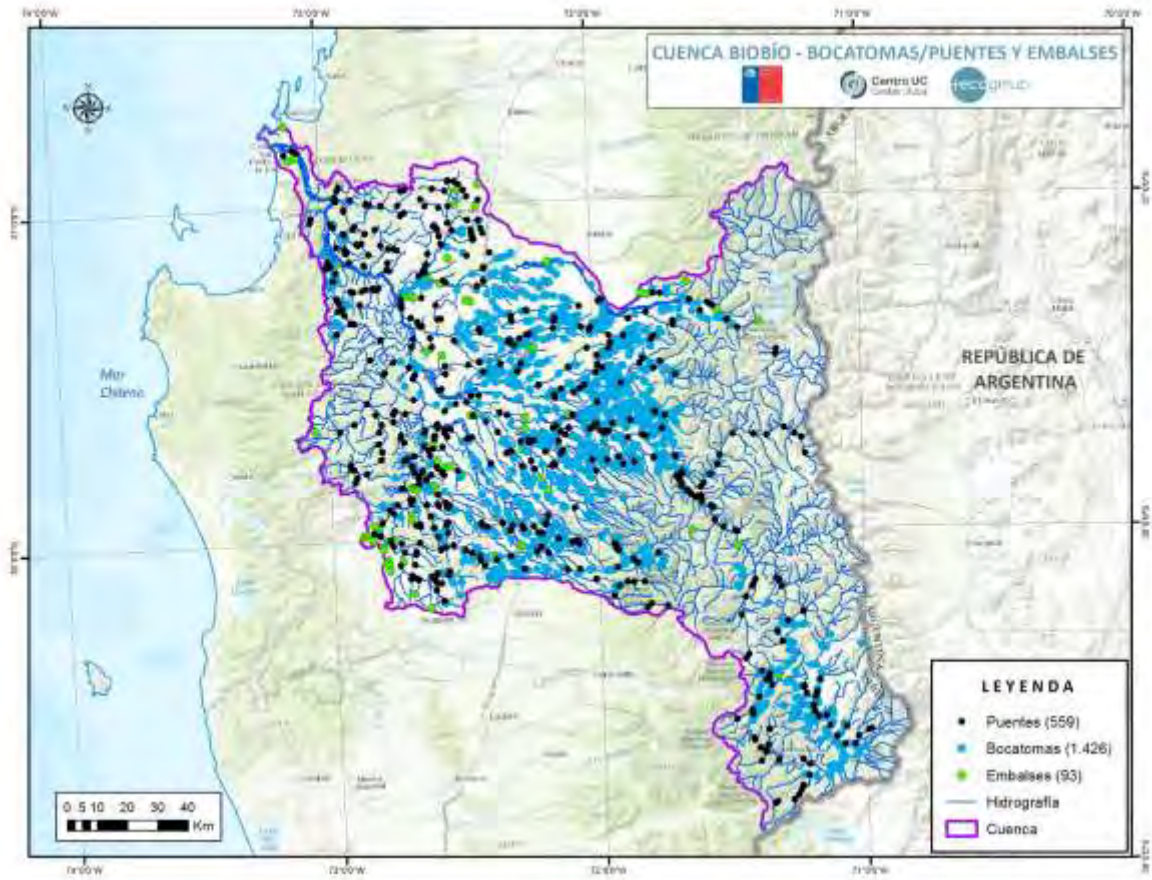
Tabla 188. Estaciones de calidad del agua en la cuenca del Toltén

Nombre	Coordenadas Este	Coordenadas Norte	Rango
Lago Caburga En Río Blanco	267,023	5,672,471	
Lago Caburga Sector Centro	260,318	5,666,715	
Lago Villarrica En Bahía Villarrica	225,202	5,647,657	
Lago Villarrica En Centro	232,812	5,649,608	
Lago Villarrica En Litoral Sur	233,210	5,645,679	
Lago Villarrica En Litoral Villarrica	223,304	5,646,438	
Lago Villarrica En Sector La Poza	243,198	5,648,363	
Río Allipén En Los Laureles	220,395	5,677,513	1946-03-18 ; 2013-12-02
Río Allipen En Melipeuco	263,070	5,694,719	1985-01-17 ; 2013-12-01
Río Donguil En Gorbea	181,251	5,665,293	1947-10-06 ; 2013-12-05
Río Pucón En Pucón	247,854	5,648,834	
Río Toltén En Teodoro Schmidt	146,474	5,673,684	1991-02-12 ; 2013-12-17
Río Toltén En Villarrica	221,030	5,647,736	1941-04-16 ; 2013-12-11

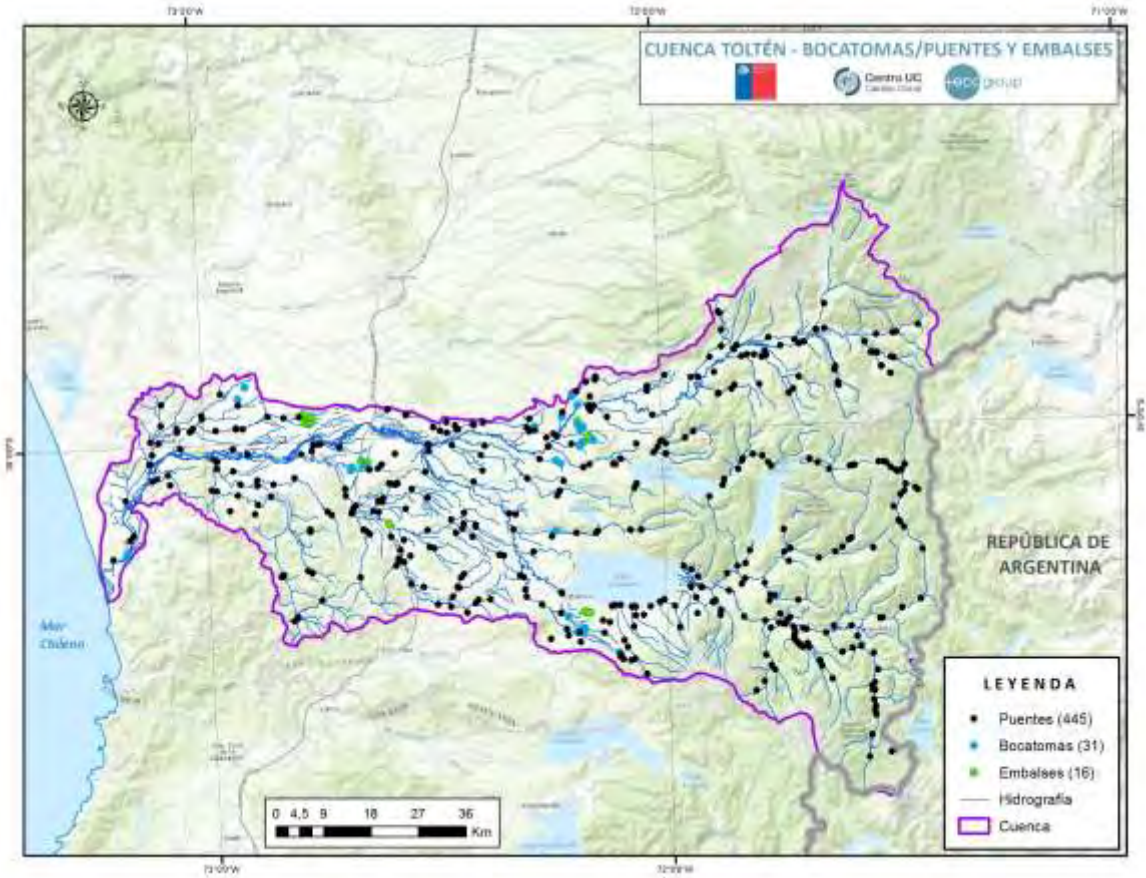
Fuente: Dirección General de Aguas (2014)

Anexo V: Mapas de Bocatomas, Puentes y Embalses

Cuenca del río Maule



Cuenca del río Toltén



Anexo VI: Objetos de Valoración Cultural Indígena en la Legislación Nacional

A continuación, se está presentando como insumo de información y contextualización sobre los temas culturales, tanto para los OdV culturales como para el capítulo de diagnóstico.

El marco normativo que se refiere a los derechos de los pueblos indígenas en Chile, está constituido por la Constitución Política de la República; los instrumentos internacionales ratificados por Chile y referidos a la temática, a saber, el Convenio 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes y la Declaración de Naciones Unidas sobre Pueblos Indígenas; la Ley N°19.253 que “establece normas sobre protección, fomento y desarrollo de los indígenas y crea la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI)”; la Ley N°20.249 que “crea espacio costero marino de los pueblos originarios”; el Decreto N°40 que establece el “reglamento del sistema de evaluación ambiental” y; el Decreto N°66 que “aprueba reglamento que regula procedimiento de consulta indígena”.

Es importante mencionar que, además de la Ley Indígena y los demás instrumentos ya señalados, existen otros instrumentos que permiten definir y entender cómo interactúa el Estado con los distintos ámbitos de los pueblos indígenas en Chile, la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificada por Ley 20.417, la Resolución Exenta N°453 de CONADI (Precisa sobre la forma y contenido de los informes de los proyectos sometidos al SEIA), el Decreto Supremo N° 392 de 1993 (que aprueba el Reglamento de acreditación de la calidad de Indígena y constitución de comunidades indígenas), entre otros y entre los cuales se hace mención o alusión a lo que aquí se ha definido como Objetos de Valoración Cultural.

Ley Indígena chilena

En el año 1993 se establece un cuerpo legal que permite el reconocimiento de las sociedades indígenas como grupos humanos culturalmente diferenciados dentro del contexto nacional, abordando, al menos, una parte relevante de los temas pendientes con los pueblos originarios. La Ley N° 19.253 -también conocida como Ley Indígena- promulgada el 5 de octubre del año 1993, fue producto de la demanda de los propios pueblos indígenas para hacer enfrentar otras políticas impulsadas durante el régimen militar, con la intención de acelerar el proceso de asimilación (o aculturación). Establece normas sobre protección, fomento y desarrollo de los indígenas y crea la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) con el objetivo de salvaguardar los derechos e intereses de las poblaciones indígenas en Chile y promover las relaciones interculturales.

Entre los aspectos más relevantes de la ley, en su Artículo N°1 reconoce la existencia de indígenas señalando: "El Estado reconoce que los indígenas de Chile son los descendientes de las agrupaciones humanas que existen en el territorio nacional desde tiempos precolombinos, que

conservan manifestaciones étnicas y culturales propias siendo para ellos la tierra el fundamento principal de su existencia y cultura”.

Por otra parte, se menciona que: “Es deber de la sociedad en general y del Estado en particular, a través de sus instituciones respetar, proteger y promover el desarrollo de los indígenas, sus culturas, familias y comunidades, adoptando las medidas adecuadas para tales fines y proteger las tierras indígenas, velar por su adecuada explotación, por su equilibrio ecológico y propender a su ampliación.”

El mismo artículo también indica: “El Estado reconoce como principales etnias indígenas de Chile a: la Mapuche, Aimara, Rapa Nui o Pascuenses, la de las comunidades Atacameñas, Quechuas, Collas y Diaguita del norte del país, las comunidades Kawashkar o Alacalufe y Yámana o Yagán de los canales australes.”¹¹⁹

Cada una de las nueve etnias reconocidas por la Ley Indígena posee una cultura y organización social, que se han ido adaptado a las particularidades del territorio geográfico en el que habitan. A pesar de las leyes y políticas homogeneizadoras que se han desarrollado históricamente en el país, no se logró ejercer total dominio sobre los pueblos indígenas ya que aún conservan su cultura y por ende lo que determina la identidad y cosmovisión de estas etnias.

La Ley 20.249 o Ley Lafquenche

Este cuerpo legal creó un espacio costero marino para los pueblos originarios, tuvo por objeto principal el resguardar el uso consuetudinario de dichos espacios, a fin de mantener las tradiciones y el uso de los recursos naturales por parte de las comunidades vinculadas al borde costero, como lo señala su artículo tercero. En este sentido, permite la asignación de una superficie del borde costero marino a una comunidad indígena o asociación de comunidades indígenas que ejerzan uno o más usos consuetudinarios en dicho espacio en forma habitual, posee, por lo tanto, una concepción amplia sobre lo que significa el espacio físico necesario sobre el que la sobrevivencia de la cultura indígena se hace posible.

Decreto Ley N° 40

Este decreto incorpora en el contexto del Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA), la Consulta Indígena. Antes de la dictación de este decreto, se contemplaban normas de participación ciudadana con el objeto de que se incorporaran las observaciones de la ciudadanía a la formulación de proyectos. En este sentido, el Estado y los representantes de proyectos habían entendido que el deber de consulta estaba incorporado en la legislación nacional a través de las normas de participación de la ley ambiental. Sin embargo, los tribunales de justicia y los propios pueblos indígenas sostuvieron de manera reiterada que las normas de participación no satisfacían

¹¹⁹ Ley Indígena N° 19.253. Sobre Protección, Fomento y Desarrollo de los Indígenas, y crea la Corporación Nacional de Desarrollo. Ministerio de Planificación y Cooperación. 1993, Chile

los estándares sobre consulta que impone el Convenio 169, por lo que su aplicación práctica se ha visto severamente cuestionada.

Decreto N° 66

Junto con el Decreto N° 40, la consulta también está regulada en el recientemente promulgado Decreto N° 66. Este decreto, aprueba el reglamento que regula el procedimiento de consulta indígena en virtud del artículo 6 del Convenio 169 y deroga el Decreto N° 124 (que regulaba de manera provisoria la consulta). El Decreto 66 surge como resultado de un largo proceso de discusión sobre institucionalidad indígena que se inició en marzo del 2011, y tiene como uno de sus objetivos principales desarrollar aquellos conceptos que el Convenio 169 de la OIT utiliza de forma genérica y que requieren ser precisados de acuerdo a la realidad jurídica nacional para darles una correcta aplicación. De esta forma, se regula la oportunidad en que debe hacerse la consulta y el procedimiento que deberá seguirse cuando se adopte una medida administrativa o legislativa susceptible de afectar directamente a los pueblos indígenas.

Un primer aspecto a destacar respecto de este reglamento, es que tras su entrada en vigencia, coexisten dos sistemas de consulta en Chile: aquel contemplado para los proyectos de inversión del SEIA y aquel que regula la consulta de manera genérica. En efecto, el propio reglamento en su artículo 8 señala que las medidas que califican proyectos o actividades que ingresan al SEIA no se regirán por el reglamento sobre consulta.

Uno de los puntos más controvertidos del nuevo reglamento es la definición de las medidas a ser consultadas, específicamente el concepto “afectación directa”. En el nuevo reglamento, se establece como estándar que la medida debe causar un impacto significativo y específico (artículo 7). La cualidad de “significativo” es un término que tiene un significado particular en la legislación ambiental (y se relaciona con hipótesis en que normalmente se requiere el consentimiento de los pueblos indígenas), por lo que el uso de este término podría llevar a una interpretación restrictiva o distorsionada de los criterios de consulta. El Decreto N° 66 despertó alta resistencia al interior de los pueblos indígenas, lo que ha generado que deba ser reformulado, para la cual el Gobierno de Chile está ejecutando un proceso de consulta indígena, actualmente en curso.

El Convenio 169 de la OIT

Esta disposición legal, que ha sido largamente discutida en el país en relación a la obligación de Estado a realizar consultas a la población indígena, tiene, dentro de sus múltiples articulados, una especial atención en la protección integral de los aspectos culturales de los pueblos indígenas. Sus artículos 2, 4 y 13 consagran en general, la obligación de los Estados de desarrollar políticas que promuevan el respeto y protección de sus costumbres, tradiciones e instituciones. Sobre la base de esta normativa, los tribunales nacionales han interpretado el artículo 19 N° 6 de la Constitución

Política (libertad de conciencia y ejercicio libre de los cultos) desde una perspectiva de derechos colectivos, referente al derecho de los pueblos indígenas a mantener su integridad cultural.

En el caso Kintuantü, la Corte de Apelaciones de Valdivia, señaló que la tala ilegal iniciada sobre árboles milenarios, que constituyen el cordón de protección y parte esencial del Ngen Mapu Quintuante, impedía el normal desarrollo de las manifestaciones religiosas y espirituales del pueblo mapuche. Lo relevante de este caso, es que, junto con interpretar el derecho a la libertad de culto desde una perspectiva colectiva, la Corte de Apelaciones de Valdivia reconoce que el Convenio 169 de la OIT contiene el estándar mínimo para el ejercicio de los derechos fundamentales de los pueblos indígenas. Extracto del fallo se indica a continuación:

“[...] de conformidad al artículo 19 N° 6 de la Carta Fundamental, se reconoce como garantía constitucional [...] la libertad de conciencia, la manifestación de todas las creencias y el ejercicio libre de todos los cultos que no se opongan a las buenas costumbres o al orden público, es necesario señalar que desde el 15 de septiembre de 2009, se encuentra vigente en nuestro país, el Convenio 169 de la OIT, que contiene el estándar mínimo para el ejercicio de los derechos fundamentales de los pueblos indígenas [...].

“Que por su parte, el artículo 4 del Convenio señala que deberán adoptarse las medidas especiales que se precisen para salvaguardar las personas, las instituciones, los bienes, el trabajo, la cultura y el medio ambiente de los pueblos interesados; en su artículo 5, señala que al aplicar las disposiciones del Convenio, letra a) deberán reconocerse y protegerse los valores y prácticas sociales, culturales, religiosas y espirituales propios de dichos pueblos; en su artículo 13 establece que los gobiernos deberán respetar la importancia especial que para la cultura y los valores espirituales de los pueblos interesados reviste su relación con la tierra o su territorio”.

Otro elemento importante que introduce el Convenio 169 de la OIT es aquél referido a tierras y territorio que introduce. El artículo 13 N° 2 aclara que “la utilización del término tierras en los artículos 15 y 16 deberá incluir el concepto territorios, lo que cubre la totalidad del hábitat de las regiones que los pueblos interesados ocupan o utilizan de alguna otra manera”, incluyendo dentro de esta última categoría, no solamente los espacios ocupados físicamente, sino también aquellos que son utilizados para sus actividades culturales o de subsistencia, tales como las vías de acceso”, por considerar que “esta visión es acorde con la realidad cultural de los pueblos indígenas y su relación especial con la tierra y el territorio, así como los recursos naturales y el medio ambiente en general”.

Este concepto amplio de territorio también ha tenido recepción en la jurisprudencia nacional. En efecto, este concepto ha sido utilizado para interpretar el artículo 64 de la Ley Indígena y darle una aplicación práctica, como lo hizo en el conocido caso de la Comunidad Chusmiza-Usmagama.

Este es uno de los ejemplos en que el Convenio 169 es incorporado de manera sustantiva en la resolución del juzgador, quien realiza una interpretación conforme de la legislación nacional a la luz del Convenio. Este modelo de razonamiento se replicó en el caso Pepiukelen, donde la Corte de

Apelaciones de Puerto Montt, indicó que hoy, por aplicación del artículo 13 N°2 del Convenio 169 de la OIT, el concepto de tierras indígenas es más amplio:

“Que a este respecto debe recordarse que si bien los recurrentes son vecinos a la tierra indígena en que se realiza la obra de drenaje y contención de aguas, el concepto de tierras indígenas es hoy, por aplicación del artículo 13 N° 2 del Convenio 169, más amplio que el establecido en los artículos 12 y 13 de la Ley 19.252, y comprende además la totalidad del hábitat de las regiones que los pueblos interesados ocupan o utilizan de alguna u otra manera, en este caso en el predio deslindado, de las comunidades recurrentes se ejecutan actividades de ‘Etnoturismo’ y ‘Fiesta Costumbrista Mapuche’. En consecuencia, no sólo podemos considerar el lugar que está siendo intervenido por la empresa como tierra indígena, porque así ha sido reconocido y certificado por la Corporación Nacional de Derecho Indígena, sino porque del mérito de autos aparece que dicho terreno forma parte del hábitat de una comunidad indígena (...)”.

Finalmente, la Corte Suprema ha intervenido en casos relacionados al patrimonio arqueológico; tal fallo se origina a propósito de una acción de protección interpuesta por la Comunidad Indígena Antu Lafquén de Huentetique en contra de la resolución de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de los Lagos, que calificó favorablemente el proyecto “Parque Eólico Chiloé”. Esta resolución no contempló un proceso de consulta, pese a que el proyecto se encontraba en un lugar de hallazgos arqueológicos de una cultura originaria, relacionados con las prácticas funerarias de la comunidad. En este contexto, la Corte, además de reiterar la importancia de realizar la consulta previa con las características reseñadas en el fallo anterior, señala que la decisión es ilegal pues lesiona la garantía de igualdad ante la ley, porque al no aplicarse la consulta que el Convenio dispone, niega trato de iguales a dichas comunidades indígenas.

Por otra parte, con la entrada en vigencia de los Tribunales Ambientales, la Corte Suprema ha indicado que la competencia para conocer de las ilegalidades de las RCA estaría radicada en aquellos, sin perjuicio de que por la acción de protección se pueda conocer de situaciones que requieran una cautela inmediata. Esta aproximación debe ser analizada con cautela, ya que si bien es cierto que los Tribunales Ambientales han asumido la competencia para calificar la legalidad de las RCA, no se debe olvidar que la consulta es un derecho humano y, como tal, siempre debe tener la posibilidad de ser garantizado a través de una acción tutelar que sea efectiva.

Finalmente, el Convenio 169 de la OIT, así como la jurisprudencia producida posteriormente a su ratificación, no proveen una determinación cuantitativa de la llamada “afectación directa”, por lo que en Chile se han producido fallos basados en distintas fundamentaciones, con una tendencia leve a denegar los recursos interpuestos por las comunidades indígenas, bajo el argumento de que ellas no han logrado acreditar tales afectaciones directas.

Objetos de Valoración Cultural en el Contexto de la IFC

La Corporación Financiera Internacional (IFC, por sus siglas en inglés) posee un conjunto de Normas de Desempeño en materia de sostenibilidad ambiental y social, algunas en directa alusión

a pueblo indígenas y patrimonio cultural, que conviene revisar sucintamente, a modo de complementar nuestra mirada sobre el tema. La IFC asume que no existe una definición conceptual universalmente aceptada para Pueblos Indígenas, del mismo modo asume que la conceptualización sobre Tierras es estrecha, por lo que, al igual que el Convenio 169 de la OIT, amplía su acepción hacia el de Territorio; se plantea que la ejecución de proyectos de inversión que entrañen afectación a población indígena no deben considerar la propiedad legal de las mismas como requisito indispensable para la aplicación de sus Normas, ya que el criterio de uso consuetudinario es también aceptado, así como cualquier uso territorial por parte de pueblos indígenas como fruto de migraciones modernas, pérdidas de territorios ancestrales, reasentamientos voluntarios y/o forzosos, etc.

La Norma de Desempeño 7 de esta Corporación, enfocada exclusivamente en pueblos indígenas, reconoce que los pueblos indígenas, como grupos sociales con identidades distintas de los grupos dominantes en las sociedades nacionales, suelen encontrarse entre los segmentos más marginados y vulnerables de la población. En muchos casos, su situación económica, social y jurídica limita su capacidad de defender sus derechos e intereses en materia de tierras y recursos naturales y culturales, y puede restringir su capacidad de participar en el desarrollo y disfrutar de sus beneficios. Son particularmente vulnerables si sus tierras y sus recursos son modificados, ocupados o deteriorados significativamente. También pueden verse amenazadas sus lenguas, culturas, religiones, creencias espirituales e instituciones. En consecuencia, los pueblos indígenas pueden ser más vulnerables a los impactos adversos asociados con el desarrollo del proyecto que las comunidades no indígenas. Esta vulnerabilidad puede incluir la pérdida de identidad, cultura y medios de subsistencia dependiente de recursos naturales, así como la exposición al empobrecimiento y a las enfermedades.

En una etapa tan temprana como es la evaluación de riesgos dentro de una iniciativa de inversión, la IFC define que muchas culturas e identidades de los pueblos indígenas se encuentran entrelazadas de manera inextricable con las tierras donde viven y los recursos naturales de los cuales dependen. En muchos casos, sus culturas, identidades, conocimientos tradicionales e historias de transmisión oral están conectados y se mantienen a través del uso de esas tierras y esos recursos naturales y de la relación que tienen con ellos. Las tierras y los recursos pueden ser sagrados o tener significación espiritual. El uso de sitios sagrados y demás lugares de significación cultural puede cumplir funciones importantes para la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales de los que dependen los pueblos indígenas para procurarse sus medios de subsistencia y bienestar. Así, los impactos de los proyectos en las tierras, los bosques, los recursos hídricos, la vida silvestre y otros recursos naturales pueden afectar sus instituciones, sus medios de subsistencia, el desarrollo económico y su capacidad para mantener desarrollar sus identidades y culturas.

La IFC desarrolla lo que denomina un Plan para Pueblos Indígenas, IPP, por sus siglas en inglés, el que pretende ser flexible, acorde a la naturaleza de cada proyecto de inversión, sin embargo, este IPP debe contener, al menos, los siguientes componentes:

(a) Información de línea de base (a partir del proceso de evaluación de riesgos e impactos ambientales y sociales). Momento inicial donde se debe sintetizar la información pertinente de línea de base reseñando claramente el perfil de las Comunidades Afectadas, sus circunstancias y medios de subsistencia, con una descripción y cuantificación de los recursos naturales de los cuales dependen los pueblos indígenas.

(b) Principales conclusiones: Análisis de los impactos, riesgos y oportunidades (a partir del proceso de evaluación de riesgos e impactos ambientales y sociales). Aquí lo pretendido es sintetizar las principales conclusiones, el análisis de los impactos, riesgos y oportunidades y posibles medidas recomendadas para mitigar los impactos adversos, potenciar los impactos positivos, conservar y manejar su base de recursos naturales de manera sostenible y lograr un desarrollo comunitario sostenible.

(c) Resultado de las consultas (durante el proceso de evaluación de riesgos e impactos ambientales y sociales) y participación futura. Aquí se busca describir el proceso de divulgación de información, de consulta y participación informada celebrado con las comunidades afectadas de pueblos indígenas, como así también la manera en que se resolvieron las cuestiones planteadas.

(d) Prevenir, minimizar y mitigar los impactos negativos y potenciar los impactos positivos. Aquí el punto radica en describir claramente las medidas convenidas en el proceso de divulgación de información, consulta y participación informada a fin de prevenir, minimizar y mitigar los potenciales efectos adversos en los pueblos indígenas y potenciar los impactos positivos. Incluir plazos de acción adecuados detallando las medidas a ser adoptadas, las responsabilidades y el cronograma de implementación acordado, cuando sea viable, debe concederse prevalencia a las medidas preventivas o de evitación por sobre aquellas de mitigación o compensatorias.

(e) Componente de gestión comunitaria de recursos naturales. Lo central aquí es centrarse en los medios tendientes a garantizar la continuidad de las actividades esenciales para la supervivencia de estas comunidades y de sus prácticas tradicionales y culturales.

Dichas actividades de subsistencia pueden comprender el pastoreo, la caza y recolección o la pesca artesanal. Este componente dispone claramente de qué manera se conservarán, manejarán y utilizarán en forma sostenible los recursos naturales de los cuales dependen las comunidades afectadas y los hábitats y áreas geográficamente diferenciados donde aquellos se encuentran.

(f) Medidas para mejorar las oportunidades: Aquí se debe escribir claramente las medidas orientadas a permitir que los pueblos indígenas aprovechen las oportunidades generadas por el proyecto y a conservar y manejar de manera sostenible la utilización de la singular base de recursos naturales de las que esos pueblos dependen. Dichas oportunidades deben ser culturalmente adecuadas.

(g) Mecanismo de presentación de quejas: En este paso metodológico se deben describir procedimientos adecuados para resolver las quejas planteadas por las comunidades afectadas de

pueblos indígenas y surgidas de la implementación y la operación del proyecto. Al diseñar los procedimientos para la atención de quejas, el cliente tendrá en consideración la disponibilidad de recursos judiciales y de mecanismos consuetudinarios de resolución de controversias en los pueblos indígenas.

(h) Costos, presupuesto, cronograma y responsabilidades organizacionales: Se deberá incluir una síntesis adecuada de los costos de implementación, el presupuesto y las responsabilidades correspondientes al financiamiento, así como los plazos de los gastos y las responsabilidades organizacionales por la gestión y la administración de los fondos y los gastos del proyecto.

(i) Monitoreo, evaluación y presentación de información: Finalmente se deberá describir los mecanismos de monitoreo, evaluación y presentación de informes (incluidas las responsabilidades, frecuencias, procesos de retroalimentación y de acciones correctivas). Los mecanismos de monitoreo y evaluación deben incluir los arreglos relativos a la divulgación permanente de información, a la consulta y participación informada con las comunidades afectadas de pueblos indígenas y a la implementación y financiación de las medidas correctivas identificadas en el proceso de evaluación.

Anexo VII: Fichero Excel para la evaluación de tramos fluviales en *Google Earth*

Tabla 189. Fichero tipo utilizado para la metodología de evaluación fluvial con Google Earth

DATOS GENERALES	T_001
Operador	Ricardo Carrillo
Cuenca	Toltén
Sub-subcuenca (código)	9412
Nombre de cuenca	Toltén
Orden del tramo	
Número del tramo	001
Tramo (código)	9412_001
Accesibilidad	Media
Nombre del río (de DGA)	Río Trancura

GOOGLE EARTH	T_001
Coordenadas extremos aguas arriba (S)	1
Coordenadas extremos aguas arriba (O)	
Coordenadas extremos aguas abajo (S)	2
Coordenadas extremos aguas abajo (O)	
Elevación extremo aguas arriba (m)	
Elevación extremo aguas abajo (m)	
Perdida de elevación (m)	0
Longitud del tramo (m)	8227
Pendiente promedio (m/m)	0.000
Longitud lineal (m)	
Índice de sinuosidad	
Grado de confinamiento (%)	50
Canal único (n=5) o canales múltiples (n=2)	5
Ancho de la planicie de inundación (m)	40
Ancho bankfull (m)	11
Ancho del cauce activo (m)	11
Grado de entrelazamiento (canales/sección)	1
Índice de confinamiento	3.64
CONFINAMIENTO	
confinado	Falso
semiconfinado	Semi Confinado

no confinado	Falso
MORFOLOGIA DOMINANTE	Semiconfined straight
Lagos naturales (número)	0
Lagos naturales (extensión m2)	0

OBRAS	T_001
Reservorio o embalse artificial (número)	0
Reservorio artificial (extensión m2)	0
Centrales de pasada (número)	0
Bocatomas y desviaciones de agua (número)	0
Obras transversales de otro tipo (número)	0
Puentes (número)	1
Canalizaciones completas (número)	0
% Carreteras al borde del rio (m longitud DERECHA del tramo)	0
% Carreteras al borde del rio (m longitud IZQUIERDA del tramo)	0
Defensas longitudinales (espigones, muros) (número)	0
Muros laterales (% longitud, DERECHA del tramo)	0
Muros laterales (% longitud, IZQUIERDA del tramo)	0

INTERVENCIONES EN EL CAUCE	T_001
Extracciones de árido (número)	0
Remodelación de secciones (número)	0
Corte de vegetación ripariana (número)	0
Otras intervenciones (canalizaciones temporales, número)	0

VEGETACION RIPARIANA	T_001
Ancho promedio del margen ripariano DERECHO (m)	1000
Continuidad vegetación margen DERECHO (m)	8227
Uso suelo margen DERECHO	Otra vegetación natural
Ancho promedio del margen ripariano IZQUIERDO (m)	1000
Continuidad vegetación margen IZQUIERDO (m)	8227
Uso suelo margen IZQUIERDO	Bosque

UNIDADES MORFOLOGICAS	T_001
Humedales (número)	0
<i>Oxbow lakes</i> (números)	0
Islas vegetadas (número)	0

SIG	T_001
Área drenada (extremo aguas abajo) (km2)	
Elevación máxima de la cuenca (m)	
Elevación mínima de la cuenca (m)	
Pendiente promedio de la cuenca (m/m)	
% cubierta forestal nativa	
% cubierta forestal plantaciones	
% uso agrícola	
% otros usos	

Anexo VIII: Minuta Técnica 1º Taller de Expertos OdV

A. Taller de expertos en temas fluviales y terrestres

1. Listado de participantes

Lugar de Realización	Centro de Extensión de la Pontificia Universidad Católica de Chile	
Fecha	19 de octubre de 2015	
Participantes	<i>Nombre</i>	<i>Institución</i>
	Esteban Tohá - ET	Ministerio de Energía
	Meliza González - MG	Ministerio de Energía
	Francisco Riestra – FR	CODELCO (Experto)
	Evelyn Habit – EH	EULA, U de Concepción (Experto)
	Sebastián Vicuña – SV	PUC (Equipo consultores)
	Luca Mao – LM	PUC (Equipo consultores)
	David Poblete – DP	PUC (Equipo consultores)
	Patricio Pliscoff – PP	PUC (Equipo consultores)
	Pablo Marquet - PM	PUC (Equipo consultores)
	Shaw Lacy – SL	PUC (Equipo consultores)
	Juan Pablo Cerda – JPC	TECO (Equipo consultores)
	Nicolás Dell’Orto – NO	TECO (Equipo consultores)
	Rocío Sanhueza – RS	TECO (Equipo consultores)
	Marcelo Olivares – MO	U. Chile (Equipo consultores)
	Mark Falvey – MF	U. Chile (Equipo consultores)
	Rodrigo Fuster – RF	U. Chile (Equipo consultores)
	Matías Peredo – MP	U de Santiago (Equipo consultores)
	Irma Vila – IV	U. Chile (Equipo consultores)
	Andrés Irumé – AI	U Austral (Equipo consultores)
	Daniel Zambrano – DZ	U. Chile (Equipo consultores)
	Milena Bonacic – MB	U. Chile (Equipo consultores)
	Karin Bardowicks – KB	Ministerio de Medio Ambiente

2. Programa del Taller

- I. Introducción a los OdV
- II. OdV Fluviales
 - i. Definiciones
 - ii. Metodología de Individualización de tramos
- III. OdV Terrestres

3. Notas sobre lo discutido

- I. Introducción a los OdV
 - i) SV. Presentación del estudio, sus objetivos y alcances.
 - a. Metodología de *High Conservation Value* (HCV) como punto de origen en el diseño de los OdV.
 - b. WWF ha aplicado metodología HCV en temas forestales.
 - c. OdV como nuevo concepto a partir de fase anterior de este estudio y que sigue con la esencia de los HCV.
 - d. Estos OdV pueden verse afectados por el desarrollo hidroeléctrico y son vistos como condicionantes para el desarrollo del potencial hidroeléctrico.
 - ii) Unidad de análisis.
 - a. Se ha usado la sub-subcuenca como unidad básica de análisis y presentación de los resultados, de manera de salir de la discusión de los proyectos en particular.
 - b. Se usa la mejor información posible disponible en el momento. Es “la mejor foto de la actualidad”, y no pretende ser extrapolado al futuro.
 - c. La idea es que se use información espacialmente completa.

- II. OdV Fluviales
 - i) MP. Introducción: desvinculación entre OdV de carácter continuo (río) con lo estático de sub-subcuenca como territorio de estudio y la categorización en clases específicas de OdV.
 - a. Importante tener en cuenta los conceptos de Propagación (continuidad espacial en una dimensión (río) o dos dimensiones (ecosistema)) y de la sensibilidad de algunas variables, de manera de entender cuáles OdV son más críticos para perder la continuidad.
 - b. Se redefine la unidad de análisis, desde la sub-subcuenca al tramo de río.
 - ii) Explicación por OdV
 - a. Se enumeran y explican cada uno de los OdV
 - OdV 2.1 Conectividad hídrica¹²⁰
 - Proxy: bocatomas y embalses.
 - FR: las bases de datos de servicios públicos no calzan con la realidad y están muy desactualizadas.

 - OdV 2.2 conectividad longitudinal no fragmentada
 - ET: Mejora con respecto al análisis anterior, con alteración cero.
 - SV: El umbral ayuda, ya que sirven para comprar las sub-subcuencas.

¹²⁰ La numeración de los OdV cambió después de este taller, por lo que la equivalencia en números no es la misma que se ve en el capítulo de OdV.

AI: Una central de pasada puede alterar el régimen de sedimentos para el OdV 2.2 (¿por qué no extracción de áridos?)

Los OdV 2.1 y 2.2 podrían volver a considerarse como un solo OdV si los resultados muestran que no es relevante hacer diferencias.

OdV 2.3 Conectividad biótica

EH: ¿Fragmentación antrópica? ¿Y cómo se hace con la fragmentación natural?

LM: identificamos elementos que puedan alterar el OdV, sean naturales o antrópicos.

OdV 2.4 Conectividad longitudinal del corredor ripariano (caja de río)

EH: ¿qué se considera como ripariano? ¿Vegetación original o actual?

MP: Con imágenes satelitales (*Google Earth*) se puede identificar si hay presencia o no de vegetación pero no podemos diferenciar tipos (si es o no la original. Si se consideran factores del clima, que no haya vegetación donde se supone que no debe haber, se considera que no hay alteración). Por ley, se deben proteger 50 metros de vegetación ribereña.

EH: No necesariamente debe existir vegetación.

MP: Si naturalmente no existe, entonces igual el OdV está presente.

¿Cómo considerar alteraciones naturales como saltos o cascadas?

OdV 2.5 Conectividad lateral: comunicación entre el río y la vegetación ripariana.

OdV 2.6 Accesibilidad de la red hidrográfica: qué tan interrumpida está la red entre dos obras.

OdV 2.7 Calidad físico-química del agua

FR: ¿Usaron las normas secundarias? Serían el mejor instrumento para este tipo de OdV.

MP: No se consideraron las normas secundarias porque no hay para todas las cuencas.

Si se usan serían dos metodologías, revisar usar métodos distintos porque luego los resultados de OdV van a modelos de optimización y puede afectar la calidad o comparación de resultados.

KB: Para Biobío y Valdivia falta poco para que salgan.

SV: Falta monitoreo y definición del estado actual de las cuencas.

IV: Norma Secundaria se basó en información oficial de DGA, es mejor usar esas bases.

KB: datos físico-químicos se pueden descargar de web de DGA, ya está lista esta información para varios ríos, aunque la norma no esté aprobada.

MP: Se han definido umbrales pero sólo algunas cuencas tienen monitoreo, la mayoría no. Podemos realizar algún tipo de validación donde existan datos.

No se puede confiar en estos valores porque no se sabe si los valores de las normas se refieren o no a los valores originales del río.

¿Cómo se distribuye la información de estaciones de monitoreo DGA (± 40) para los sub-subcuenca (± 500)?

EH: Las fuentes puntuales tienen enorme variabilidad, faltaría especificar más. Como *proxy* puede ser suficiente pero hay varias cosas aún que pueden mejorarse.

LM: Serían potenciales alteradores.

IV: ¿Consideraron variables químicas: pH, conductividad eléctrica, T°? Estas mediciones en terreno también pueden servir para validar los *proxies*. Hay que buscar variables e indicadores clave de cambio natural y original.

KB: con diagramas se ven dónde cambian algunas de estas variables.

FR: La metodología del Ministerio del Medio Ambiente (2013) tiene una aproximación a ver alteraciones en base a usos y se usó esta información para las Normas Secundarias.

Juan Pablo Cerda (JPC): Proponemos buscar otros *proxies* en caso que no podamos contar con toda la información de base.

EH: Uso de especies como indicadores tiene la dificultad de que se terminan usando peces introducidos como indicadores de buena calidad.

IV: ¿Y la fauna bentónica (macroinvertebrados)? Por último usar estas mediciones aunque sea un punto/una medición, ya que esto sería un mejor indicador que peces.

JPC: No lo tenemos (no hay información para todas las sub-subcuenca) y esto sirve para informar a las autoridades de qué tipo de información falta para mejorar políticas públicas.

Marcelo Olivares (MO): ¿Cómo podemos usar, ponderar y/o modelar los OdV más precisos con otros construidos con más incertidumbre?

WWF tiene información de publicación de OdV internacionales para compartir.

OdV 2.8 Lagos

FR: ¿qué aporta este OdV adicionalmente?

EH: Ojalá que las variables no sean redundantes en otros OdV.

LM/MP: Preferimos trabajar desagregadamente y después ver en el camino si vale la pena tener OdV separados y que puedan apuntar a lo mismo, es preferible trabajar desagregadamente y luego unir, en lugar de hacerlo al revés. También es bueno observar que una misma obra puede afectar funcionalidades distintas en el río y que es importante dejar por separado.

OdV 3.1 Ecosistemas Raros

FR: ¿Glaciares como ecosistemas raros?

EH: ¿Ecosistemas libres de especies introducidas?

OdV 4 Servicios Ecosistémicos: Lagos

EH: ¿Por qué solo lagos de gran tamaño? ¿Y las redes conectadas a varios lagos chicos?

MP: Sería similar a la accesibilidad.

PM: Darle una revisión al tema de los lagos, lo del tamaño para separarlo no convence.

Como servicio ecosistémico fluvial también puede considerarse conectividad entre lagos de distinto tamaño.

Grandes lagos pueden regular el efecto de *hydropeaking*: recordar que son *proxies* de un servicio y no se busca valorar o evaluar los servicios ecosistémicos.

Recordar que definición de lagos y lagunas son diferentes y tienen definiciones respecto a estratificación térmica.

Ecosistemas libres de especies introducidos (realmente sería un ecosistema raro).

AI: Puede existir redundancia en el OdV.

EH: Los OdV productivos no son realmente OdV de Servicios Ecosistémicos?

SV: No, los OdV Productivos son aquellos en que el Estado no debiera hacerse cargo de ellos.

iii) Metodología para la Individualización de tramos homogéneos

- a. Explicación del fichero para cada tramo. Primero bajo ciertos criterios hacer identificación de tramos y luego aplican un fichero en Excel para identificar elementos necesarios para la identificación de OdV.
- b. Se usará un modelo de nicho usando como datos de entrada los puntos de muestreo entregados por el Ministerio del Medio Ambiente, los datos del fichero y con otros puntos que se obtendrán de los terrenos.
- c. Se hará el trabajo por cuenca y por especie para el modelo.
- d. El resultado serán rangos de probabilidad de existencia de especies nativas.

Estrategia de análisis distinto para tramos con o sin peces, ambos derivan en análisis estadístico.

EH: No sólo existe pesca eléctrica, esto puede ser insuficiente muestreo, considerando que ya hay bastante esfuerzo invertido en ir a terreno. Podrían usar otros métodos de recolección de información.

LM: Pesca eléctrica es la más fácil y rápida dados los plazos.

LC: Importancia de considerar peces de distintas profundidades.

Temas: Coordinación con metodología de Universidad de Concepción y BBDD de especies exóticas en SUBPESCA (Alejandra Figueroa de Ministerio del Medio Ambiente y alguien del Ministerio de Economía).

Peso de *proxies*/umbrales está aún por definir.

III. OdV Terrestres

PM: ¿Cómo define el concepto de “refugio”?

DZ: Hábitat más menos prístino en polígonos cerca de un cuerpo de agua.

“Refugios”, zonas de vegetación ripariana (polígonos) o en área de inundación. Ej: sitios de nidificación de aves, sitios para anfibios. Se entiende el concepto pero se sugiere mejorar el término.

PM: Buscar otro concepto a refugio. Ampliar la explicación “hábitat de importancia para las especies”. También tener en cuenta que no hay criterio para la conservación por parte del Estado en cuanto a las áreas protegidas, ya que no hay una metodología clara para su creación y dependerá del objetivo de conservación (criterio de afectación).

ET: “SBAP”¹²¹revisar el concepto en discusión.

AI: ¿Qué otras áreas? Por ejemplo, en Valdivia hay paisaje de conservación.

PM: Pensar en otro tipo de análisis, no en la génesis de la formación del área protegida.

MP: Se definió esta metodología de manera de hacerla calzar con los OdV.

EH: Desove de peces no aplica a peces nativos.

MP: OK, se sacará de la metodología.

IV: Pero sí es importante la profundidad de los ríos, podría ser un indicador relevante para peces.

EH: Le daría más peso a los OdV Fluviales para evaluar impacto a especies.

IV: Insectos e importancia de bosques y su distribución (relación de insectos con vegetación de borde).

PM: Dejar OdV explícito para especies ícono: ej. Sub OdV Huillín.

Selección de zonas de desove está muy ligada a especies exóticas, porque los peces nativos no tienen identificación de zonas particulares, entonces no es una categoría que podría ayudar a discriminar importancia para peces.

OdV de morfología y conexión longitudinal son prioritarios para identificar zonas de desove, vegetación ripariana crítica, etc.

IBA recoge estaciones de rutas migratorias y sitios de nidificación de aves.

Zonas de interés turístico: ¿definen alguna característica de conservación? – No.

OdV 2.11 Áreas con ecosistemas relativamente intactos

¿Sitios prioritarios para la conservación? Considerarlos o no.

Áreas con ecosistemas relativamente intactos (superficie).

Cohesión del hábitat natural (cohesión entre superficies naturales).

PP: ¿Por qué no dejar el OdV 2.11 y el OdV 2.12 como uno solo?

OdV 2.13 Comunidades terrestres relativamente intactas

PP: Existen BBDD con especies de flora/fauna en el MMA. No les daría peso a las especies, todos el mismo.

PM: conversar con Aníbal Pauchard Director del Laboratorio de Invasiones Biológicas de la Universidad de Concepción, quien tiene información y mucha experiencia.

OdV 3.1 Ecosistemas terrestres azonales

AI: Vegas o algunas terrazas que se inundan durante el invierno.

RS: Dejar categoría como humedales continentales.

¹²¹ Ley que crearía el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas

PP: Vegetación azonal (presente en todas las cuencas), ¿pasaría a ser ecosistema raro? Habría que ser más específico con este OdV.

PM: Uno quiere proteger atributos únicos.

Ecosistemas amenazados es complementario a otras categorías de conservación.

Lagos, servicios ecosistémicos. Interesa el tiempo que está el agua en el lago como aspecto regulatorio (¿Superficie?, ¿Profundidad?, ¿Caudal aportante?, ¿Volumen?: Definirlos mejor que como “lagos grandes” y “lagos chicos”).

OdV 3.2 Ecosistemas terrestres en categoría de amenaza

PP: Ecosistemas zonales.

OdV 4.1 Protección frente a la erosión

AI: volumen suficientemente chico para seguir dando Servicio Ecosistémico.

IV: desarrollo de riberas para no hablar de lagos grandes o chicos.

MP: ¿Se podría pensar en tiempo de residencia de un lago?

EH: ¿Ecotono río-lago y lago-río que se puede perder con alguna central?

Aguas abajo del lago puede ser considerado área crítica.

B. Taller de expertos en temas culturales

1. Listado de participantes

Lugar de Realización	Campus Beauchef de la Universidad de Chile	
Fecha	21 de enero de 2106	
Participantes	<i>Nombre</i>	<i>Institución</i>
	Meliza González - MG	Ministerio de Energía
	Carlos Olivares - CO	Ministerio de Energía
	Mauricio Huenchulaf - MH	Dirigente Mapuche (experto)
	Víctor Caniullán - VC	Machi (experto)
	Anahí Urquiza - AU	Antropóloga temas socioambientales U. Chile (experto)
	Mauricio Fuentes - MF	Filosofía e historia socioambiental U. Chile (experto)
	David Poblete – DP	PUC (Equipo consultores)
	Juan Pablo Cerda – JPC	TECO (Equipo consultores)
	Nicolás Dell’Orto – ND	TECO (Equipo consultores)
	Pablo Inzunza - PI	TECO (Equipo consultores)
	Chris Hermansen – CH	TECO (Equipo consultores)
	Marcelo Olivares – MO	U. Chile (Equipo consultores)
	Milena Bonacic – MB	U. Chile (Equipo consultores)
	Patricio Flores - PF	Núcleo Milenio Energía y Sociedad

Andrés de la Fuente - AF	U. Chile (Equipo consultores)
Cristián Escobar - CE	U. Chile (Equipo consultores)

2. Programa del Taller

- II Introducción general
- III Exposición de invitados Mauricio Huenchulaf y Víctor Caniullán sobre Cosmovisión Mapuche.
- IV Exposición de TECO de la metodología que se está desarrollando para inferir sitios de significación.
- V Presentación general del estudio con énfasis en OdV socioculturales
- VI Discusión con los expertos: importancia/utilidad de los OdV en relación a los objetivos del estudio y cómo se puede identificar la presencia de un OdV en una sub-subcuenca

3. Notas sobre lo discutido

I. Introducción general

JP: Metodología, la idea es que los dos expertos sean parte del desarrollo de la metodología de OdV Culturales.

Donde “aprieta el zapato” en el desarrollo hidroeléctrico, es en los temas culturales, más que en temas físico-biológicos.

II. Cosmovisión Mapuche

A partir de este momento, los expertos invitados tuvieron la oportunidad de presentar su visión de la Cosmovisión Mapuche, con el fin de poder tener un mejor entendimiento de su cultura y de cómo afecta el desarrollo de un proyecto de hidroelectricidad a sus modos de vida. Por ello es que detenidamente explicaron conceptos relacionados a su religión, a su relación con el entorno, y a temas espirituales en general. A continuación, se exponen algunas de las notas de lo más importante:

VC presenta cosmovisión de la cultura Mapuche.

Estudio Nuevo Trato no incluía dos temas importantes: salud y religión/ espiritualidad mapuche. No se consideraba la práctica de la religión, que no fuera la Cristiandad.

Conceptos:

Wall Mapu: universo. Todo lo que existe, tiene vida. Mapu es un concepto como el todo, más que solamente como Tierra.

En estos casos, son relacionados como espacios:

- *Wenu Mapu*: infinito, parte azul. Espíritus, fuerzas.

- *Ragiñ wenu mapu*: diversidad de fuerzas y vida.
- *Püllü mapu*: espacio donde estamos (suelo).
- *Minche mapu*: bajo del suelo, minerales, aguas.

Apellidos: *Antil* (sol), *Milla* (oro), *Co* (agua) y se relacionan a los distintos *mapu*, de donde viene su fuerza.

Importante el concepto de la dualidad.

- *Kuse y fücha*: anciano y anciana.
- *Üllcha y weche*: mujer joven y hombre joven.

Espacios con los que hay que relacionarse y respetar:

- *Mülley newen*.
- *Müley gen*.

Hay 4 conceptos propios de la relación de un mapuche con su entorno:

1. Respeto a todos los seres del universo.
2. Relación espiritual y emocional con los seres.
3. Aceptar diferencias.
4. Tener pudor, vergüenza. Ubicarse en el espacio o contexto.

Az mapu → conocer los espacios y los lof, porque son todos distintos.

Küme Felen → Bienestar

Los *newen* y *gen* están presentes en algunos espacios de la naturaleza: aguas, cerros, árboles. Son los que dan la propiedad curativa a los *lawen* (plantas, hojas, tallo, corteza, raíz, barro, piedras, agua, etc).

La vida está basada en el principio de la **reciprocidad**. Ej: para re-establecer la salud en caso de enfermedad, hay que retribuir al que te devuelve la buena salud. Se da un ejemplo de un bosque de arrayanes que estaba enfermando porque la gente solo estaba obteniendo beneficios de los árboles. Se le ofrecieron regalos a los *gen* y *newen* que conviven en ese espacio para ayudar a sanar a los árboles.

Gillañma wün: ceremonias religiosas → *gillatun*, *llellipun*, etc.

Actualmente a las comunidades no se les consideró la idea de *Lof*¹²², y eso determina el espacio que se afecta (pensando en temas de distancias *buffer*).

MO: en la idea de la reciprocidad, ¿existe la posibilidad de mover o sustituir un *gen* o *newen* a otro lugar?

VC: son distintos, no son sustituibles. No se puede mover un espíritu.

¹²² El *lof* corresponde a una unidad fundamental de organización del pueblo mapuche, basado en grupos de parentesco. Disponible en. <http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-689.html>

PI: y si esa fuerza se traslada?

VC: uno al intervenir, ese espíritu se muere.

MG: cómo deben comportarse los seres humanos para que el *gen* pueda volver a su origen.

VC: a veces no vuelven y se pueden transformar en energía que generan problemas a las otras generaciones.

ND: ¿intervenir cualquier curso de agua podría traer problemas? ¿Se pueden intervenir algunos sí y otros no?

VC: no en todos los cursos se puede intervenir. Depende de la relación de las personas cercanas con el entorno y los elementos presentes en el territorio. Cerca de Carahue, Dollinco, se quería sacar agua de un *trayenco*, se hizo un tranque de cemento en el *trayenco* para abastecer a varias casa de la comunidad. Pero después falló el sistema de bombeo. Cuando el encargado fue a revisar el tranque, el tranque se rompió y vio en una visión a un toro sobre el tranque (el *gen* de ese lugar estaba llamando la atención). No hubo acto de reciprocidad, no se “avisó” que se iba a intervenir ni el motivo. Por ejemplo, cuando sacamos plantas medicinales, damos algo para sacar la planta.

JPC: Al parecer importa mucho, no solo la intervención misma, sino la misma forma de intervenir.

VC: los machis y la comunidad pueden determinar los elementos importantes de un *trayenco* u otros lugares sagrados, de manera de que la forma de intervenirlos, sean tenidos en cuenta.

AF: desafío al vivir varias culturas juntas ¿Qué tanto los mismo mapuche conocen la cosmovisión?

VC: en general está presente en la vida del día a día y en grandes ceremonias, pero hay mapuches que han perdido su identidad cultural y religiosa.

MH: no todos van a manejar estos conocimientos o incluso con errores. Pero siempre hay mayores con el conocimiento y que se apliquen y respeten estos conocimientos. Siempre alguien va a reaccionar. Lo que hoy se conoce como comunidad que antes eran *lof* grandes, por lo que otras comunidades cercanas también tendrán a alguien que maneje conocimientos.

CE: como la cultura se mantiene en el tiempo ¿De qué manera sería mejor que los chilenos se aproximaran a los mapuche?

MH: no hay coincidencia entre los mapuche. Cada grupo tenía originalmente su propio espacio, pero los españoles, con el fin divino de predicar, justificaron la ocupación de otras tierras. Algunos mapuches no quieren compartir los conocimientos, pero otros sí, ya que sí o sí sí estamos conviviendo y deberíamos tener más conexiones y educación inter-cultural. Pero entender la cultura es distinto, ya que también implica vivencias y experiencias que no se pueden aprender en libros.

VC: en las familias se practicaba el *Wetripantu* (año nuevo), con ceremonias y actos. En los años 90 se empieza a masificar. Ahora lo toma el gobierno, y lo empieza a usar como un acto folclórico pero sin sentir. Se debe sentir en cuerpo y alma los cambios en el hemisferio sur, si no, no tiene sentido esa celebración.

III. Exposición de TECO de la metodología que está desarrollando.

- Base de datos más sólidas:
 - CONADI sólo tiene 120 puntos que identifican comunidades indígenas, siendo que hay más de 3000.
 - Problemas con los datos que existen.
 - Empresas como Minico y Arauco tienen mejores bases de datos, pero tenemos la restricción de utilizar información que no es generada con recursos públicos.

- Se descarta ir al territorio por la desconfianza, las comunidades no están dispuestas a compartir su información y, además, nunca va a estar toda la información disponible
- Se intenta realizar una modelación de posibles sitios en relación a variables ambientales.
 - Se buscaría con el Machi darle alguna estructura a esta modelación.
 - Búsqueda de patrones.
 - No se pretende decir dónde hay o no hay, sólo que hay zonas en que hay alta probabilidad de haber sitios de significación cultural.
- La importancia de esta herramienta es la de relevar el tema cultural en la planificación territorial.

MH: no confiamos en que las empresas vayan a demostrar la existencia de sitios.

JPC: el planificador del territorio podría exigir más en sitios con alta probabilidad.

MH: las recomendaciones a empresas al final no se toman en cuenta.

JPC: recomendación ejemplo: en áreas con alta probabilidad, se exige que haya estudios antropológicos.

MH: es mejor que siempre se deban hacer estos estudios.

JPC: Entonces cualquier lugar entre el Maule y el Toltén deberían realizarse estos estudios.

DP: problemas en que se acepte esa propuesta tan general.

JPC: Hay tanta variedad de expresiones culturales, que es un habitar el territorio, que al final en casi toda parte del territorio hay atributo de sitio de significancia cultural.

Esta metodología nos permite decir que es imposible determinar sitios de significancia cultural a partir de modelos o datos secundarios y se deba, sí o sí, hacer un estudio previo en terreno.

MG: ¿Entonces sólo con que haya comunidad, hay uso cultural?

PI: pero está el tema de la distancia... no siempre es lineal. Puede haber distancias de 50 km entre una comunidad y un sitio.

MH: decir que todo el territorio del Biobío al sur tiene sitios, no aporta mucho. Pero sí es importante en las zonas donde hay población, darle fuerza a eso. Es muy detallado el tema, las generalidades no sirven. Si quiere hacer un aporte interesante, debe dar recomendaciones fuertes e importantes.

VC: mirar la salud, que la espiritualidad está muy presente. Uno puede identificar un *trayenco*, donde se juntan aguas y que tienen formas que te ayudan a potenciar la salud. O ciertos tipos de piedras, donde hay presencia de comunidades y hacen uso de territorio. Pero uno puede viajar 100 km a otro lado a buscar los elementos, como ciertos tipos de agua.

En la CONADI ven donde se han hecho actividades más masivas (*guillatún, palín*, etc).

JPC: ¿cómo debiéramos abordar este tema como país?

VC: reconocer el territorio. Identificar la identidad del territorio y las identidades territoriales particulares: pewenche, lafquenche, picunche, etc. En cada territorio hay elementos particulares de cada grupo. Reconocer eso primero, para luego ver cuáles son los elementos que valoran más.

IV. Discusión con los expertos y Anahí Urquiza: importancia/utilidad de los OdV en relación a los objetivos del estudio y cómo se puede identificar la presencia de un OdV en una sub-subcuenca.

MF: Los conflictos nacen por “tocar” elementos del territorio que son sensibles. Intensidad no guarda relación con los impactos ambientales del proyecto. A mayor torpeza, no necesariamente hay mayor conflictividad.

¿Cuál es la dinámica que origina el conflicto? No hay relación entre evitar impacto con los conflictos entre varios actores, que pueden ir más allá de los impactos. En el caso de los mapuche, el proyecto se instala sobre el conflicto previo de las comunidades mapuche con el estado chileno. AU: estos OdV podrían tener mayor impacto en los impactos de los proyectos. No tanto en los conflictos.

MF: todo proyecto debe tener legitimidad, los OdV podrían ser un avance en ese sentido.

JPC: este estudio avanza en condiciones necesarias, pero no suficientes. Estamos ayudando a construir una primera base de condiciones necesarias.

MF: Conflictividad no está asociada a un nivel de impacto. Evitar impactos no evita conflictos. La razón de la oposición es variada, en ocasiones está en otro orden de cosas. Por ejemplo, un actor se puede oponer porque cree que el proyecto favorece al capitalismo, pero argumenta temas ambientales. Incluso a veces te ganas enemigos aun si haces las cosas muy bien.

AU: para salir de los conflictos hay que tener la capacidad de responder a las demandas. Si muestras que hiciste un esfuerzo en respetar los valores, al menos de dar la cara, puedes entrar al diálogo.

MF: Los OdV dan la oportunidad de tener un proyecto defendible, pero no podrían evitar un conflicto.

AU: Los OdV son dinámicos, salen a la luz en los EIA donde vuelven a la memoria. La gente los revalora y les construye un significado permanente. Por eso, tienen que actualizarse permanentemente.

MF: un buen proyecto es aquel que respeta la identidad y el modo de vida del territorio. Esta metodología da la oportunidad de ser más respetuosos con el territorio.

AU: hay algunos OdV que están mal formulados. Por ejemplo, los sitios de manifestación cultural están mal definidos, porque todo lo que hacemos es cultural, pero en este caso entiendo que se enfocan a lo folklórico. La actividad cultural no tiene que ver con la antigüedad de la práctica.

MF: con esta metodología se están dejando afuera varios aspectos culturales, está muy marcado a lo religioso.

AU: La reducción es muy burda, muy “televisiva”. Quizás se debiera llamar “fiestas populares”. Actividades culturales hay en todo el territorio habitado.

MF: Si hay tensión en torno al recurso agua (derechos), la conflictividad está asegurada. Mientras más concentrados los derechos, mayor posibilidad de conflictos.

AU: Respecto a los umbrales, estos tienen que ver con un límite de tolerancia, lo que es una aceptación social. Su determinación tiene que democratizarse para que tenga legitimidad.

MF: No recomiendo usar umbrales. No es posible medir y comparar temas culturales. Siempre será arbitrario.

AU: Sobre el paisaje, existe en tanto es valorado por alguien, lo que es compartido colectivamente.

MF: No estoy de acuerdo con la definición usada en el SEIA. Existe un gran consenso en las ciencias sociales: no es posible modelar variables sociales.

Anexo IX: Entrevistas Expertos OdV Productivos

1. Sector Sanitario

Entrevistado: Roberto Riva

Empresa: ESSBIO

Cargo: Jefe de Producción Región del Biobío

Fecha: 11 noviembre 2015

¿Cómo afecta la existencia de una central en el desarrollo de la actividad productiva para la industria de servicios sanitarios?

La existencia de una central afecta a la industria sanitaria principalmente por la falta de disponibilidad del recurso hídrico. El impacto negativo empieza cuando hay sequía, ya que es en este momento cuando se empiezan a notar los efectos de esto: en algunos casos disminuyen los caudales durante el día, de modo de asegurar sus niveles (para que la central tenga mayor cantidad de este recurso) y esto produce muchos problemas en la operación y otros temas (como que los derechos no consuntivos no se respeten, entre otros).

Por esta razón, es de suma importancia para esta industria que se defina un caudal mínimo, teniendo algún tipo de sistema para monitorear que se cumpla. Un caso ejemplar sería el del río Chillán, donde tienen una junta de vigilancia para resguardar los niveles del caudal.

Entonces, si se quisiera poner una central en la zona, nuestra empresa probablemente se opondría, ya que actualmente falta regulación para asegurar caudal mínimo y otros temas (al haber sequía, no se cortaría la luz por un periodo para dar agua a los agricultores, por ejemplo).

¿Cuál es la distancia mínima que debiese tener, tanto la central como las líneas de transmisión, con la industria de servicios sanitarios?

No perciben que la distancia genere algún impacto en la operación, pensando en que ésta no esté precisamente al lado de alguna captación.

¿Cuál es su percepción respecto al impacto que tiene una central en acentuar los problemas que tiene la industria de servicios sanitarios con la escasez de agua debido al cambio climático?

Desde hace algunos años, y con mayor fuerza desde hace tres, se ha notado que el caudal del río Biobío se ha ido regulando con mayor intensidad, especialmente en verano. En un principio se pensó que la causa de

esto era solamente los efectos de la sequía, pero al haber mucha variabilidad durante el día otra causa de este efecto serían las centrales hidroeléctricas que se encuentran emplazadas en el río Biobío y Laja.

Hace un tiempo participamos como invitados en una mesa con la DGA, Endesa, agricultores y representantes de otras industrias que se ven afectadas por la disponibilidad del recurso, pero no se llegó a nada específico.

En resumen, la industria sanitaria sí considera que la existencia de una central acentuaría los actuales problemas de escasez de agua.

¿Cómo afecta al desarrollo de la industria de servicios sanitarios la calidad del agua que se podría producir debido a la central?

En situación normal no se percibe ningún cambio. Incluso, cuando hizo erupción el volcán Copahue, el pH del agua se vio muy poco afectado, por lo que creemos que esto se debió al embalse que genera la central, ya que actúa como decantador de sedimentos y equalizador de turbiedades.

¿Cómo afecta a la industria de servicios sanitarios la construcción tanto de la central como de líneas de transmisión?

No vemos impacto a considerar durante la construcción de las líneas de transmisión ni de la central, ya que cuando se construyeron las centrales en el río Biobío no se detectaron mayores inconvenientes en planta Mochita.

Para el desarrollo de la actividad productiva de la industria de servicios sanitarios, ¿hay alguna preferencia en el tipo de central (cuál genera el menor impacto)?

No tenemos preferencia por uno u otro, el impacto que pudiera tener es indistinto al tipo de central.

Tener una central cerca de la industria de servicios sanitarios, ¿tiene algún impacto positivo (por ejemplo, relacionado a la mejora en caminos, acceso a electricidad, otros)?

El impacto positivo de que existan muchas centrales sería que esto permite mayor generación y disponibilidad de electricidad. También, como se mencionó anteriormente, actuarían como equalizadores para mejorar la calidad del agua (caso erupción volcán).

2. Sector Acuícola

Entrevistado: Francisco Sandoval

Empresa: Exportadora Los Fiordos, Agrosuper

Cargo: Gerente de Sustentabilidad y Relaciones con la Comunidad

Fecha: 19 noviembre 2015

¿Cómo afecta la existencia, tanto de una central como líneas de transmisión, en el desarrollo de la actividad productiva de la industria de la piscicultura?

Lo más importante para esta industria es la calidad (necesidad de agua dulce pura) y la cantidad de agua (las pisciculturas son intensivas en el uso de agua). Si no se afecta esto, no hay impacto directo para nosotros, sólo podría haber algún impacto visual (por el cambio en el paisaje) para los trabajadores.

Sin embargo, si se construye una central río arriba, ésta sí tendría un impacto durante la construcción debido a los sedimentos y otras cosas que pudieran afectar la calidad del agua, por lo que en este caso nuestra empresa sería un actor relevante durante el proceso.

Por otra parte, está la hipótesis de que una central de pasada modificaría la temperatura del agua, lo cual también afectaría en el desarrollo de nuestra actividad productiva.

¿Cuál es la distancia mínima que debiese tener, tanto la central como las líneas de transmisión, con la industria de la piscicultura?

No tenemos ninguna especificación respecto a esto. La principal amenaza se relaciona a temas de seguridad por posibles incendios que se puedan producir por la cercanía a la línea de transmisión.

¿Cuál es su percepción respecto al impacto que tiene una central en acentuar los problemas que tiene la industria de la piscicultura con la escasez de agua debido al cambio climático?

El principal cambio se ve en la disponibilidad del recurso y también por la propiedad del agua (la piscicultura funciona con derechos no consuntivos y “compite” por estos derechos del agua con la central). Si la central hidroeléctrica cumple las normas y cuando hay sequía o menos disponibilidad del recurso, se bajan los niveles de producción, entonces no debería haber problema para la piscicultura.

En resumen, la escasez de agua producto del cambio climático puede afectar la disponibilidad de los derechos de aguas necesarios para desarrollar cualquier proyecto nuevo de piscicultura.

¿Cómo afecta al desarrollo de la industria de la piscicultura, la calidad del agua que se podría producir debido a la central?

Como se menciona anteriormente, un aumento en la temperatura del agua producto de la central afectaría la operación, pero no tenemos datos que sustenten esto.

¿Cómo afecta a su industria la construcción tanto de la central como de líneas de transmisión?

Si la central se ubica río arriba, habría impacto durante los dos a tres años que dura la construcción de la central.

También habría impacto en la cantidad de mano de obra disponible ya que durante una construcción de esta magnitud se requiere de muchos trabajadores, por lo que la mano de obra disminuye y se encarece; además del costo para la empresa de contratar nuevos trabajadores y capacitarlos. También, se produce una escasez de servicios durante la época de construcción.

Para el desarrollo de la actividad productiva de la industria de la piscicultura, ¿hay alguna preferencia en el tipo de central (cuál genera el menor impacto)?

No hay un impacto técnico, sino que hay un impacto más bien social debido a la modificación del paisaje.

Tener una central cerca de la industria de la piscicultura, ¿tiene algún impacto positivo (relacionado a la mejora en caminos, acceso a electricidad, otros)?

Lo ideal sería que tener una central cerca se tradujera en una baja en los costos de energía, pero en la práctica esto no es así. Por otro lado, los beneficios producidos por la operación de la central en esa zona deberían quedarse en la Región, siendo un error la actual separación entre la generación y la distribución de la energía.

Podría haber algún impacto positivo por la construcción de caminos y otras obras públicas por la central, pero esto sería algo eventual.

Anteriormente, ¿ha existido algún conflicto con la industria de la piscicultura y alguna central? En caso de que sea así, ¿cómo se resolvió? En caso de que no, ¿hay algún conflicto potencial?

No se han producido conflictos.

3. Sector Turismo

Entrevistado: Arlette Levy

Empresa: SERNATUR

Cargo: Unidad Territorio y Medio Ambiente

Fecha: 23 noviembre 2015

¿Cómo afecta la existencia de una central en el desarrollo de la actividad productiva para la industria del turismo?

Por ley, se consideran dos componentes para analizar el impacto ambiental: valor turístico y valor paisajístico.

Para el caso del valor turístico, si en el lugar existe algún atractivo turístico y/o zonas de interés turístico (existe un catastro de atractivos turísticos y éstos se ordenan de acuerdo a su jerarquía e importancia), se produce un impacto cuando se afecta el acceso al atractivo o se afecta el atractivo en sí (por ejemplo, un salto de agua).

También se considera cómo afecta en el desarrollo de actividades turísticas (esto es cuando el desarrollo de la actividad turística se convierte en el atractivo turístico), ya que cuando hay una central ya no se pueden seguir practicando actividades que se realizan sobre el agua como rafting, pesca recreativa, kayak, entre otras; por otra parte, hay también impacto en los servicios turísticos (agencias, alojamientos, otros).

En el caso del valor paisajístico, el mayor impacto se produce por una central de embalse, ya que hay una zona que es embalsada y esto afecta el paisaje. Esto puede tener un impacto positivo para el turismo, ya que la zona embalsada se podría convertir en un atractivo turístico.

Las líneas de transmisión definitivamente afectan este componente, por un tema visual. Para el caso del valor turístico, se ve afectado esto si algún atractivo tiene valor por su paisaje. Sin embargo, cuando ha habido un impacto se ha modificado el diseño o desde un principio se considera esto para que no interfiera

con el paisaje. El posible riesgo de que por las líneas pudiera producirse un incendio forestal no es visto como problema y no se conocen casos que hayan afectado al turismo en este sentido.

Las centrales de pasada afectan mucho menos en términos de paisaje, pero éstas tienen mayor impacto para el desarrollo de la actividad turística.

¿Cuál es su percepción respecto al impacto que tiene una central en acentuar los problemas que tiene la industria del turismo con la escasez de agua debido al cambio climático?

Que un río se quede sin agua (que no existan caudales suficientes) no va a depender de la central, hay que considerar esto a mediano y largo plazo ya que es un tema que se irá acentuando con el tiempo. Es fundamental contar con análisis y proyecciones del caudal de las cuencas (tendencias en caudales).

Este tema está poco instalado en el turismo, el reglamento no incluye aspectos sobre cambio climático.

¿Cómo afecta al desarrollo de la industria del turismo la calidad del agua que se podría producir debido a la central?

No influye. Podría haber algo para la pesca recreativa, en el sentido del flujo de peces, pero esto queda fuera del campo de acción de SERNATUR.

¿Cómo afecta a la industria del turismo la construcción tanto de la central como de líneas de transmisión?

Se produce un impacto en diversos aspectos durante la construcción de una central:

- Desplazamiento de turistas y dificultad en el acceso al atractivo turístico.
- Problemas para practicar pesca recreativa por temas de sedimentos en el agua.
- Complicaciones, riesgos y contaminación para los turistas.
- Posible riesgo en términos de disponibilidad en alojamiento y servicios de comida (estos lugares también son usados por los trabajadores durante la construcción).

Para el desarrollo de la actividad productiva de la industria del turismo, ¿hay alguna preferencia en el tipo de central (cuál genera el menor impacto)?

Esto va a depender de las características y del sector donde se ubique la central, pero a simple vista, la de pasada sería la que generaría un menor impacto.

Tener una central cerca de la industria del turismo, ¿tiene algún impacto positivo (relacionado a la mejora en caminos, acceso a electricidad, otros)?

Como se mencionó anteriormente, el impacto positivo sería en el caso de los embalses, donde se podría generar un atractivo turístico nuevo o se podría desarrollar una nueva actividad turística.

Anteriormente, ¿ha existido algún conflicto con su industria y alguna central? En caso de que sea así, ¿cómo se resolvió? En caso de que no, ¿hay algún conflicto potencial?

Sí han existido conflictos, como los casos de Alto Maipo e HidroAysén.

En el caso específico de las cuencas consideradas para este estudio:

Maule: no debiera haber un gran impacto. En el caso de Achibueno, no tenía impacto turístico excepto por un tema local, ya que una parte del río era usada por la gente del pueblo cercano como playa y por la central tendrían menos agua, ya que sería en este pedazo desde donde se sacaría el agua.

Biobío: no ha habido un gran tema turístico, pero sí un conflicto con la comunidad mapuche. Con respecto al Salto del Laja, si las aguas son tomadas río abajo no debería haber impacto para el turismo.

Toltén: podría haber impacto en la pesca recreativa, pero es un río de gran caudal, por lo que no debería haber un gran impacto si son centrales de pasada. En el caso de embalses sí, por el desarrollo de las actividades turísticas (rafting, otros).

4. Sector Agrícola

Entrevistado: Andreas Köbrich

Empresa: Sociedad de Fomento Agrícola de Temuco (SOFO)

Cargo: Agrónomo, secretario general SOFO

Fecha: 26 noviembre 2015

¿Cómo afecta la existencia de una central en el desarrollo de la actividad productiva para la agricultura?

El principal conflicto se refiere a los derechos de agua consuntivos y no consuntivos (lo cual debiera solucionarse con el nuevo Código de Aguas). Este problema ocurre porque se han solicitado derechos pero no se han realizado las obras y no se pueden entregar nuevos derechos mientras no se termine la obra.

En el caso del río Toltén, hay tres grandes represas que solicitaron derechos sin que existan las obras todavía y por eso ahora nadie puede usar este río, el problema es que el agua está ahí pero no se puede aprovechar.

Entonces, para este rubro es preferible que se construyan lo antes posible las centrales y así poder saber qué va a pasar con los derechos de aguas.

Las líneas de transmisión no generan un mayor impacto, pero ojalá que no pasen por encima de las casas.

¿Cuál es la distancia mínima que debiese tener, tanto la central como las líneas de transmisión, con la industria de la agricultura?

No tenemos un número definido, podría ser 40-50 metros, pero lo importante es que no estén arriba de los predios.

El problema con las líneas de transmisión ocurre cuando se queman pastizales y otros (por tipo de clima se debe hacer esto), ya que si están muy cerca las líneas podrían producirse corto circuito o caídas de líneas.

El tema de incendios forestales producto de las líneas no lo percibimos como una amenaza, no conocemos casos que hayan afectado a la agricultura.

¿Cuál es su percepción respecto al impacto que tiene una central en acentuar los problemas que tiene la industria de la agricultura con la escasez de agua debido al cambio climático?

Es necesario contar con agua para generar electricidad y para el riego, mientras se respeten los derechos y uso del recurso que tiene cada uno, no debería haber problema.

La Región de la Araucanía es una zona privilegiada en cuanto a la cantidad de agua, por lo que no hemos tenido problemas por temas de sequía (menos lluvia) por ahora, pero es un tema que hay que ir evaluando a medida que pase el tiempo. En todo caso, el problema de la escasez de agua no se lo atribuye al cambio climático si no que a la falta de regulaciones y al comportamiento humano, ya que hay que ser razonable y considerado en el uso de este recurso: durante el invierno no es necesaria tanta agua para riego, es bueno que las centrales la utilicen para generar energía ya que también es la época donde hay mayor demanda, mientras que durante el verano, deberían tener preferencia en el uso los agricultores y la energía podrían sacarla de otras zonas (que puedan tener superávit) o utilizar menos agua. Un ejemplo de uso eficiente podría ser la Asociación de Canalistas, quienes pusieron una central de pasada, sin generar conflicto.

¿Cómo afecta al desarrollo de la industria de la agricultura la calidad del agua que se podría producir debido a la central?

Para esta industria no hay impacto por este tema. Mientras el agua se devuelva al mismo cauce y enfriada, y se cumplan los reglamentos existentes, no debería haber problema.

¿Cómo afecta a la industria de la agricultura la construcción tanto de la central como de líneas de transmisión?

No hay impacto para nosotros.

Para el desarrollo de la actividad productiva de la industria de la agricultura, ¿hay alguna preferencia en el tipo de central (cuál genera el menor impacto)?

Los embalses son mucho más invasivos ya que tienen más interrelación con la zona pero tienen impacto positivo, como transformarse en lagos y ser un atractivo turístico.

Cuando el embalse es de un solo uso, es más probable que la comunidad se enoje, pero si tiene más usos (aparte de ser un generador de energía eléctrica, también sirve para el riego y tiene atractivo turístico), es la situación ideal.

Tener una central cerca de la industria de la agricultura, ¿tiene algún impacto positivo (relacionado a la mejora en caminos, acceso a electricidad, otros)?

Como menciono anteriormente, tiene un impacto cuando se transforma en una atracción turística. También, sería bueno que la tarifa eléctrica fuera diferenciada y que se considerara el tema del riego de los predios.

Anteriormente, ¿ha existido algún conflicto con su industria y alguna central? En caso de que sea así, ¿cómo se resolvió? En caso de que no, ¿hay algún conflicto potencial?

Lo que genera más conflicto es la regulación, como en el caso de la laguna Laja, donde se usa más agua para la generación de electricidad y los agricultores reclaman por la falta de agua para regar los predios.

5. Sector Forestal

Entrevistado: Osvaldo Cuadra
Industria: Forestal
Empresa: Bosques Cautín
Cargo: Jefe Comercial y Proyectos
Fecha: 16 diciembre 2015

¿Cómo afecta la existencia de una central en el desarrollo de la actividad productiva para la industria forestal?

Para la industria forestal, las centrales de pasada no tendrían impacto en el desarrollo de la actividad productiva. En el caso de las centrales de embalse, afectarían cuando las hectáreas a inundar estuviesen dentro del predio o si estuviesen en caminos que utilicen para el desarrollo de su actividad (por ejemplo, la ruta de transporte de la madera).

Con respecto a las líneas de transmisión, éstas sí tienen un impacto por la sustitución de bosque (cambiar árboles por las líneas). Cuando es necesario reemplazar los árboles, el arriendo que se paga por uso de suelo es, en general, atractivo y no hay pérdida económica por dejar de plantar árboles. En algunos casos, es mucho más atractivo el tema del arriendo que tener árboles plantados (alternativas del uso del suelo) y esta industria ha evaluado y tienen proyectos eólicos funcionando en sus predios, siempre y cuando la cantidad del predio destinado a este tipo de actividades no supere el 25% (si es más, deja de ser atractivo para la forestal). Cuando se realiza expropiación para poder realizar otro tipo de obras fuera de la plantación de árboles, el pago se realiza una sola vez, por lo que ya no es algo conveniente.

El tema de los potenciales incendios que se pudieran producir por las líneas de transmisión queda definido en el contrato de arriendo: la empresa energética tendría que pagar una compensación en caso de que se produzca daño o perjuicio a los árboles (se fija en el contrato un costo de la madera y se proyecta en base a la edad del árbol).

¿Cuál es la distancia mínima que debiese tener, tanto la central como las líneas de transmisión, con la industria forestal?

Para esta industria, el impacto se produce por la cantidad y ubicación de la superficie que usa el proyecto, no por la distancia que tengan con la central. Hay algunas centrales de paso ubicadas al lado de los predios y no tienen ningún impacto en la actividad.

¿Cuál es su percepción respecto al impacto que tiene una central en acentuar los problemas que tiene la industria forestal con la escasez de agua debido al cambio climático?

Si bien las plantaciones de árboles tienen un rol en la escasez de agua, no son una causa principal de este problema; además, estas plantaciones están en sectores que no usan agua. Entonces, la existencia de una central en la zona no tendría impacto directo para esta industria en relación a la disponibilidad de agua, es un tema social más que productivo.

El tema de la escasez del recurso hídrico es un tema importante para las comunidades locales y ellos, como empresa, están trabajando junto a la municipalidad para entregar agua a la gente (la empresa tiene algunos derechos de agua).

¿Cómo afecta al desarrollo de la industria forestal la calidad del agua que se podría producir debido a la central?

No afecta a las plantaciones de árboles; en caso de que hubiese impacto, éste sería social.

¿Cómo afecta a la industria forestal la construcción tanto de la central como de líneas de transmisión?

Si en la etapa de construcción se afecta a los predios, se tendría que negociar contratos de arriendo por el uso de la superficie. También se puede producir un impacto si durante la construcción se ven afectados los caminos que ellos utilizan para el desarrollo de la actividad productiva.

Para el desarrollo de la actividad productiva de la industria forestal, ¿hay alguna preferencia en el tipo de central (cuál genera el menor impacto)?

En el caso de esta empresa, tenemos experiencia solo con centrales de paso, por lo que no tengo claridad respecto a preferencia en el tipo de central. Sin embargo, como dije anteriormente, las de embalse podrían tener un mayor impacto por la inundación de hectáreas, tanto si están dentro del predio como fuera (como es el caso de los caminos que utilizan).

Tener una central cerca de la industria forestal, ¿tiene algún impacto positivo (relacionado a la mejora en caminos, acceso a electricidad, otros)?

En general, para ellos no tiene ningún impacto positivo salvo por temas de alternativa de uso del suelo y los contratos de arriendo. Para esta empresa, las centrales podrían generar conflictos sociales, por lo que es muy importante el trabajo de acción social que se realice antes de empezar a construir y operar.

En el caso de acceso a electricidad, esta empresa produce su propia energía por lo que tampoco les impactaría esto.

Anteriormente, ¿ha existido algún conflicto con su industria y alguna central? En caso de que sea así, ¿cómo se resolvió? En caso de que no, ¿hay algún conflicto potencial?

Esta industria no ha tenido conflictos con alguna central. El conflicto potencial podría ser de tipo social.

Anexo X: Información utilizada en la construcción de OdV

Clase de ODV	ID	ODV	Información	Fuente	Fecha
Fluvial	F.1	Especies fluviales en categoría de amenaza	Inventario de especies nativas	MMA	2015
			Datos físicos de los tramos	Este estudio	2016
			Catastro de bosque nativo	CONAF	2014
	F.2	Especies fluviales endémicas	Inventario de especies nativas	MMA	2015
			Datos físicos de los tramos	Este estudio	2016
			Catastro de bosque nativo	CONAF	2014
	F.3	Régimen hidrológicamente no alterado	Catastro de embalses y bocatomas	DGA	2014/2015
			Datos de bocatomas y reservorios derivados del análisis de los tramos basado en imágenes de Google Earth	Este estudio	2016
	F.4	Régimen de sedimentación no alterado	Catastro de embalses y bocatomas	DGA	2014/2015
			Datos de extracciones de arido y reservorios derivados del análisis de los tramos basado en imágenes de Google Earth	Este estudio	2016
	F.5	Sistemas de agua dulce con conectividad longitudinal a nivel de cauce no fragmentada	Catastro de embalses y bocatomas	DGA	2014/2015
			Datos de bocatomas, reservorios, desviaciones de agua y otras obras transversales, y tramos canalizados derivados del análisis de los tramos basado en imágenes de Google Earth	Este estudio	2016
F.6	Sistemas de agua dulce con conectividad longitudinal del corredor ripariano	Catastro de puentes	DGA	2014/2015	
		Datos de puentes, canoas, sifones, obras viales y cortes de vegetación ripariana derivados del análisis de los tramos basado en imágenes de Google Earth	Este estudio	2016	

F.7	Sistemas de agua dulce con conectividad lateral no fragmentada	Datos de defensas longitudinales y canalizaciones completas, y de presencia de carreteras a largo del eje fluvial derivados del análisis de los tramos basado en imágenes de Google Earth	Este estudio	2016
F.8	Accesibilidad de la red hidrográfica	Catastro de embalses y bocatomas Datos de reservorios derivados del análisis de los tramos basado en imágenes de Google Earth	DGA Este estudio	2014/2015 2016
F.9	Sistemas de agua dulce con condiciones naturales de calidad físico-química del agua	Capa de zonas urbanas, mapas de explotaciones mineras, áreas agrícolas, forestales o ganaderas	DGA, MMA, CONAF	2014
F.10	Sistemas fluviales morfológicamente intactos	Datos de canalizaciones completas, extracciones de áridos, remodelaciones, corte de vegetación ripariana, y otras intervenciones en el cauce derivados del análisis de los tramos basado en imágenes de Google Earth	Este estudio	2016
F.11	Comunidades fluviales con baja presencia de especies exóticas	Inventario de especies nativas Inventario de especies exóticas Datos físicos de los tramos Catastro de bosque nativo	MMA SERNAPESCA Este Estudio CONAF	2015 2015 2016 2014
F.12	Áreas fluviales críticas para la conservación de la biodiversidad	Datos de humedales, lagos de corte de meandros, áreas de macrofitas, y grandes acumulaciones de madera derivados del análisis de los tramos basado en imágenes de Google Earth	Este estudio	2016
F.13	Ecosistemas lacustres	Catastro de cuerpos de agua Datos de lagos derivados del análisis de los tramos basado en imágenes de Google Earth	DGA Este estudio	2016
F.14	Glaciares	Inventarios de glaciares	MMA	2014

Clase de ODV	ID	ODV	Información	Fuente	Fecha
Terrestre	T.1	Especies terrestres en categoría de amenaza	Inventarios de especies MMA	MMA	2015
	T.2	Especies terrestres endémicas	Inventarios de especies MMA	MMA	2015
	T.3	Áreas terrestres críticas para la conservación de la diversidad o singularidad de especies	Base de datos global (puntos) Important Bird and Biodiversity Areas (IBA)	Important Bird and Biodiversity Areas (IBA)	2014
	T.4	Áreas de paisaje terrestre natural	Catastro de bosque nativo CONAF	CONAF	2014
	T.5	Cohesión de hábitad natural (Paisaje natural o fragmentado)	Pisos vegetacionales Luebert & Pliscoff 2006	Patricio Pliscoff	2014
	T.6	Comunidades terrestres con baja presencia de especies exóticas	Bases de datos de especies exóticas (Presencia por piso de vegetación Luebert & Pliscoff 2006)	Laboratorio de Invasiones Biológicas de la Universidad de Concepción	2014
	T.7	Ecosistemas terrestres azonales	Inventario de humedales CEA Catastro de bosque nativo CONAF	MMA CONAF	2014
	T.8	Ecosistemas terrestres en categoría de amenaza	Lista roja de ecosistemas terrestres en categorías de amenaza de Chile	Patricio Pliscoff	2015
	T.9	Protección frente a la erosión	Catastro de bosque nativo _CONAF Determinación del potencial de erosión actual y potencial de Chile	CONAF CIREN	2014
	T.10	Parques Nacionales	Base de datos Unidades SNASPE	CONAF	2014
	T.11	Áreas oficiales de conservación excluyendo Parques Nacionales	Base de datos SNASPE Base de datos Bienes nacionales públicos Base de datos Santuarios de la Naturaleza	CONAF BBNN MMA	2014
	T.12	Áreas de conservación de interés privado y sitios prioritarios	Iniciativas de conservación privadas (ICP) Sitios prioritarios para la conservación	MMA	2014

Clase de ODV	ID	ODV	Información	Fuente	Fecha
Social	S.1	Necesidades sociales de subsistencia: sanidad y agua potable	Centros Agua potable rural: punto ubicación y número de beneficiarios	MOP	2014
	S.2	Necesidades sociales de subsistencia alimentaria	Ubicación de usuario de los siguientes programas de INDAP: desarrollo territorial indígena (PDTI), servicio asesoría técnica (SAT), y desarrollo local, (PRODESAL)	INDAP	2015
Categoría	OdV	Nombre	Definición	Fuentes	Fecha
Cultural	C.1.1	Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales indígenas	Existencia de espacios sagrados o de significación cultural donde se desarrollan y recrean ámbitos de la cultura, los cuales tienen un valor histórico y/o sagrado, ya que están ligados a aspectos de carácter social, espiritual, económico y político; lo conforman elementos que forman parte de la cosmovisión, constituyendo parte del patrimonio arquitectónico, cultural e histórico de los pueblos indígenas, por lo que su mantenimiento y resguardo tiene directa relación con la sobrevivencia de la cultura; y existencia de sitios donde se realizan manifestaciones o actividades culturales propias o identitarias de una comunidad indígena, y que responden a sus intereses, tienen un carácter tradicional y generan en ésta sentimientos de arraigo.	Registro público de CONADI, MINEDUC y CNM	2007
	C.1.2	Relevancia de tierra indígena	Existencia de tierras que cumplan con algunas de las características establecidas en el artículo 12 de la Ley Indígena.	Registro público de tierras indígenas en CONADI y Ministerio de Bienes Nacionales	2016 2014

Categoría	OdV	Nombre	Definición	Fuentes	Fecha
	C.1.3	Relevancia de Áreas de Desarrollo Indígena	Existencia de territorios geográficos delimitados con alta densidad de población indígena surgidos a partir de la aplicación del Art. 26 de la Ley Indígena donde se busca la focalización de políticas coordinadas de los órganos del Estado para mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en dichos territorios.	Registro público de ADI de CONADI	2014
	C.1.4	Relevancia de demandas de tierra indígena	Existencia de tierras en situación de conflicto por su ocupación y posesión en el marco de un proceso de reivindicación territorial de pueblos indígenas que han sido desplazados, siendo estas tierras sujeto de demandas sobre la base de la recuperación de tierras que pertenecen ancestralmente a estos pueblos indígenas.	Registro público de reivindicaciones de tierras de CONADI	2014
	C.1.5	Presencia de comunidades indígenas	Existencia de “agrupaciones de personas pertenecientes a una misma etnia indígena y que se encuentren en una o más de las siguientes situaciones: provengan de un mismo tronco familiar; reconozcan una jefatura tradicional; y/o posean o hayan poseído tierras indígenas en común y provengan de un mismo poblado antiguo; y que tramiten la obtención de su personalidad jurídica en conformidad a la ley”.	Registro público de comunidades indígenas de CONADI	2016
	C.2.1	Sitios de significación cultural y de manifestaciones o actividades culturales	Existencia de sitios de valor histórico o sagrado, que tienen una significación cultural asociada a rituales, ceremonias o celebraciones que forman parte de la cosmovisión y patrimonio de las comunidades que habitan el territorio; y existencia de sitios donde se realizan manifestaciones o actividades culturales propias o de identidad de una comunidad, y que responden a sus intereses. Tienen un	Registro público de Consejo de Monumentos Nacionales, Ministerio de obras Públicas y Consejo Nacional de la Cultura y las Artes	2016

Categoría	OdV	Nombre	Definición	Fuentes	Fecha
			carácter tradicional y generan sentimientos de arraigo en la comunidad.		
	C.2.2	Sitios arqueológicos	Presencia de “bienes muebles e inmuebles tales como ruinas, construcciones, y objetos, ya sean de propiedad fiscal, municipal, o particular que, conforme a la Ley 17.288, se encuentran en la superficie del territorio o bajo éste y que por su valor histórico o artístico o por su antigüedad deben ser conservados para el conocimiento de la cultura de un pueblo”.	Registro público de la Dirección General de Obras	2014
	C.2.3	Sitios de alto valor paisajístico	Presencia de lugares que se encuentran en áreas cuya condición natural y sus atributos paisajísticos se constituyen en zonas de interés y de valor para la población local de un territorio, otorgándoles una calidad que los hace únicos y representativos.	Registro público de SERNATUR, CONADI, Ministerios del Medio Ambiente y Consejo de Monumentos Nacionales	2014 2016

Clase de ODV	ID	ODV	Información	Fuente	Fecha
Productivo	P.1	Producción agrícola	Catastro de bosque nativo Censo agropecuario y forestal	CONAF ODEPA	2014 2007
	P.2	Producción forestal	Catastro de bosque nativo Censo agropecuario y forestal	CONAF ODEPA	2014 2007
	P.3	Servicios sanitarios	Áreas de concesión sanitarias	SISS	2016
	P.4	Actividad turística	Estadísticas de alojamiento turístico Cuentas satelitales de turismo Anuario de turismo	INE SERNATUR SERNATUR	2014 2003-2006 2014

Anexo XI: Análisis de Instrumentos

A nivel nacional

NOMBRE	SIGLA	TIPO DE INSTRUMENTO	PLAZOS DE VIGENCIA	FECHA PUBLICACIÓN	ZONA DE APLICACIÓN	TEMA ENERGÉTICO	TIPO ENERGÉTICO	HIDRO ELECTRICIDAD	TEMÁTICA ABORDADA Y/O RESTRICCIONES
--------	-------	---------------------	--------------------	-------------------	--------------------	-----------------	-----------------	--------------------	-------------------------------------

NOMBRE	SIGLA	TIPO DE INSTRUMENTO	PLAZOS DE VIGENCIA	FECHA PUBLICACIÓN	ZONA DE APLICACIÓN	TEMA ENERGÉTICO	TIPO ENERGÉTICO	HIDRO ELECTRICIDAD	TEMÁTICA ABORDADA Y/O RESTRICCIONES
Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Troncal	PET	Estratégico	Vigente	11-09-2015	<p>Zona Centro:</p> <ul style="list-style-type: none"> - TRAMO ANCOA 500/220KV86 - TRAMO ANCOA – COLBÚN 220KV86 - TRAMO COLBÚN – CANDELARIA –MAIPO –ALTO JAHUEL 220KV87 - TRAMO ANCOA – ITAHUE87 <p>Zona SUR:</p> <ul style="list-style-type: none"> - TRAMO CHARRÚA – ANCOA - TRAMO CHARRÚA 500/200 - TRAMOS CHARRÚA - LAGUNILLAS 220 kV Y CHARRÚA -HUALPÉN 220 kV - TRAMO CAUTÍN – MULCHÉN -CHARRÚA 220kV - TRAMO CAUTÍN – VALDIVIA 	SÍ	Hidrotérmica , Solar, Eólica y Líneas de Transmisión	NO	<p>Para la zona centro se realiza la evaluación económica del proyecto Nueva línea 2x500 [kV] Alto Jahuel –Lo Almendros –Polpaico 1800 [MVA]. Adicionalmente, se realiza un análisis de sensibilidad bajo el supuesto de incorporación de la central El Campesino en S.E. Nueva Charrúa 500 kV, en enero de 2022, en donde se verifica que en ambos escenarios la recomendación es postergar la ejecución del proyecto. Lo anterior, a causa de que la Dirección de Peajes del Centro de Despacho Económico de Carga - Sistema Interconectado Central (CDEC-SIC) presento observaciones al proyecto entorno a la rentabilidad económica del mismo.</p> <p>Zona Sur: La obra a recomendar para la zona sur en la presente propuesta de expansión corresponde a la Nueva Línea Cautín - Ciruelos 2x500, 2x1700, energizado en 220 [kV].</p> <p>Cabe señalar que para el tramo Charrúa – Mulchén se presentarían saturaciones de acuerdo a los niveles de flujos esperados. En relación a lo anterior se observa que como solución alternativa la posibilidad de efectuar una obra de ampliación de la línea existente Charrúa –Temuco 1x220 kV en conjunto con la definición de un seccionamiento y enlace a la línea paralela Charrúa –Mulchén –Cautín220 kV, lo anterior condicionado a la definición de los puntos de conexión de los proyectos Eólicos considerados en la zona.</p>

NOMBRE	SIGLA	TIPO DE INSTRUMENTO	PLAZOS DE VIGENCIA	FECHA PUBLICACIÓN	ZONA DE APLICACIÓN	TEMA ENERGÉTICO	TIPO ENERGÉTICO	HIDRO ELECTRICIDAD	TEMÁTICA ABORDADA Y/O RESTRICCIONES
				29-10-2014	<p>Zona Centro:</p> <ul style="list-style-type: none"> - TRAMO ANCOA 500/220KV86 - TRAMO ANCOA – COLBÚN 220KV86 - TRAMO COLBÚN – CANDELARIA –MAIPO –ALTO JAHUEL 220KV87 - TRAMO ANCOA – ITAHUE87 <p>Zona SUR:</p> <ul style="list-style-type: none"> - TRAMO CHARRÚA – ANCOA - TRAMO CHARRÚA 500/200 - TRAMOS CHARRÚA - LAGUNILLAS 220 kV Y CHARRÚA -HUALPÉN 220 kV - TRAMO CAUTÍN – MULCHÉN -CHARRÚA 220kv - TRAMO CAUTÍN – VALDIVIA 	SÍ	Hidrotérmica , Solar, Eólica y Líneas de Transmisión	NO	<p>Zona Centro: A partir de los análisis de flujos esperados para los tramos de la zona centro se detectó la necesidad de realizar una evaluación económica para el tramo Alto Jahuel –Polpaico 500 kV, para su entrada en mayo de 2020.</p> <p>Zona Sur: Para la zona se estudiaron los requerimientos de expansión en el Escenario Base y en el Escenario N°1. El plan óptimo a recomendar en la presente revisión se obtuvo a partir de un análisis de mínimo arrepentimiento. Tramos: Ciruelos – Cautín:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Cambio de conductor del circuito de menor capacidad línea Cautín –Valdivia 220 kV en tramo Loncoche –Ciruelos. 2. Nueva línea Ciruelos –Cautín 2x220 kV, 1x290 MVA. 3. Nueva línea Ciruelos –Cautín 2x500 kV, 2x1500 MVA, energizada en 220 kV. 4.Compensación reactiva en S.E Temuco 220 kV

NOMBRE	SIGLA	TIPO DE INSTRUMENTO	PLAZOS DE VIGENCIA	FECHA PUBLICACIÓN	ZONA DE APLICACIÓN	TEMA ENERGÉTICO	TIPO ENERGÉTICO	HIDRO ELECTRICIDAD	TEMÁTICA ABORDADA Y/O RESTRICCIONES
Franjas de Transmisión	FT	Estratégico	En elaboración	23-07-2015	A nivel nacional	SI	Línea de Transmisión	NO	<p>Los objetivos específicos de este convenio son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Determinar e implementar mecanismos de autorización para el emplazamiento de estructuras de transmisión de energía eléctrica en la faja fiscal de los caminos públicos. 2.- Monitorear los resultados de la colaboración entre las partes del presente convenio. En particular, a través de la evaluación de procesos de obtención de permisos de construcción de líneas de transmisión de energía eléctrica en la faja fiscal de los caminos públicos. 3.- Llevar a cabo las medidas y gestiones necesarias que permitan lograr una expedita tramitación de los permisos requeridos al Ministerio de Obras Públicas para la construcción de las líneas de transmisión eléctrica. 4.- Monitorear la coordinación entre los distintos proyectos de instalación de líneas eléctricas a fin de estimular una planificación adecuada y eficiente del uso de la faja fiscal.

NOMBRE	SIGLA	TIPO DE INSTRUMENTO	PLAZOS DE VIGENCIA	FECHA PUBLICACIÓN	ZONA DE APLICACIÓN	TEMA ENERGÉTICO	TIPO ENERGÉTICO	HIDRO ELECTRICIDAD	TEMÁTICA ABORDADA Y/O RESTRICCIONES
Áreas Silvestres Protegidas	SNASPE	Estratégico	Vigente	27-12-1984	COMUNAS	NO	NO	NO	<p>COMUNAS: -San Clemente (1. Reserva Nacional Altos de Lircay, Santuario de la Naturaleza Predio Los Morrillos). -Linares (Bellotos el Malado). -Colbún (1. Reserva Nacional Los Bellotos del Melado). - Mulchen (1. Reserva Nacional Altos de Pemehue). - Quilaco (1. Reserva Nacional Altos de Pemehue). -Alto Biobío (Reserva Nacional Ralco). -Lonquimay (Reserva Nacional Alto Biobío, Reserva Nacional Nalcas, Reserva Nacional Malalcahuello, Parque Nacional Conguillío, Reserva Nacional China Muerta). -Cunco (Reserva Nacional Villarrica o Hualalafquén, Parque Nacional Huerquehue, Parque Nacional Conguillío). -Curarrehue (Reserva Nacional Villarrica o Hualalafquén, Parque Nacional Villarrica). - Melipeuco (Reserva Nacional Villarrica o Hualalafquén, Parque Nacional Conguillío). -Pucón (Reserva Nacional Villarrica o Hualalafquén, Parque Nacional Huerquehue).</p> <p>Los Parque Nacionales tienen como objetivo la preservación de ambientes naturales. Por dicha razón impide cualquier tipo de actividad que no tenga relación con educación, investigación y recreación.</p> <p>Las Reservas Nacionales tienen como objetivo conservación y protección del recurso suelo y de aquellas especies amenazadas de flora y fauna silvestre, a la mantención de o mejoramiento de la producción hídrica y la aplicación de tecnologías de aprovechamiento racional de</p>

NOMBRE	SIGLA	TIPO DE INSTRUMENTO	PLAZOS DE VIGENCIA	FECHA PUBLICACIÓN	ZONA DE APLICACIÓN	TEMA ENERGÉTICO	TIPO ENERGÉTICO	HIDRO ELECTRICIDAD	TEMÁTICA ABORDADA Y/O RESTRICCIONES
									<p>éstas. Por ello restringue culaquier tipo de actividad que no se relacione con técnicas de manejo para mantener y potenciar los recursos descritos anteriormente.</p>

NOMBRE	SIGLA	TIPO DE INSTRUMENTO	PLAZOS DE VIGENCIA	FECHA PUBLICACIÓN	ZONA DE APLICACIÓN	TEMA ENERGÉTICO	TIPO ENERGÉTICO	HIDRO ELECTRICIDAD	TEMÁTICA ABORDADA Y/O RESTRICCIONES
Áreas Silvestres Protegidas Privadas	ASPP	Estratégico	Vigente	01-04-1994	Comunas con ASPP	NO	NO	NO	<p>1. Cuenca del Maule: -San Clemente (Predios: El Morillo, El Afligido y Parcela 326 B Lote 1 Los Montes, los tres miembros de la Red de Áreas Protegidas Privadas, Chile - de aquí en adelante RAPP-). - Talca (Parcela 2 Fundo Providencia, miembro de RAPP Chile). - Linares (El Peñasco, La Marabilla, Barrancones, El Campesino, Los Quillayes N2, todos miembros de RAPP Chile). 2. Cuenca del Biobío: Hay APP en esta cuenca, pero no en las comunas de interés. 3. Cuenca del Toltén: -Villarrica (Predios: Flor del Lago, El Saltillo, miembro de RAPP Chile). -Cunco (Predios: Pindaco, Pirre-Mapu, Collihuil, Rayen, El Faldeo, Kukeñe, miembro de RAPP Chile). -Curarrehue (Predio: Corral del Agua, Añihuarraqui-Pichitracura, miembro de RAPP Chile). -Pucón (Predio: Santuario El Cañi, miembro de RAPP Chile).</p> <p>Estas áreas tienen las mismas restricciones que los parques y reservas nacionales, esto lo define el artículo 35 de la Ley 19.300 "Sobre bases generales del medio ambiente"</p>

NOMBRE	SIGLA	TIPO DE INSTRUMENTO	PLAZOS DE VIGENCIA	FECHA PUBLICACIÓN	ZONA DE APLICACIÓN	TEMA ENERGÉTICO	TIPO ENERGÉTICO	HIDRO ELECTRICIDAD	TEMÁTICA ABORDADA Y/O RESTRICCIONES
Reservas Marinas y Áreas de Manejo	RMAM	Estratégico	Vigente	04-08-2005	No existen Reservas Marinas bajo tuición de SERNAPESCA en las Cuencas del Maule, Biobío y Toltén. Ni declaradas como tal por Decretos Supremo, por parte del Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría Marina. Las regiones con Parques y Reservas Marinas bajo tuición de Sernapesca, son: Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Los Lagos, Valparaíso, Magallanes.	NO	NO	NO	--
Distritos de Conservación de Suelo, Bosque y Agua	DCS	Estratégico	Vigente	29-12-1984	Los distritos de conservación de suelos bosques y aguas pueden crearse tanto en terrenos públicos como privados.	NO	NO	NO	--

NOMBRE	SIGLA	TIPO DE INSTRUMENTO	PLAZOS DE VIGENCIA	FECHA PUBLICACIÓN	ZONA DE APLICACIÓN	TEMA ENERGÉTICO	TIPO ENERGÉTICO	HIDRO ELECTRICIDAD	TEMÁTICA ABORDADA Y/O RESTRICCIONES
Zonificación de Borde Costero	ZBC	Ordenamiento Territorial	Vigencia	11-01-1995	<p>La zonificación del borde costero para la Cuenca del Biobío no incluye a comunas de interés de este análisis. Para el caso de La Araucanía, que es la última región en incorporarse al programa de Zonificación, durante el 2010 y principios de 2011, el equipo técnico regional ha informado la finalización del proceso de ejecución y un avance sustancial en la confección de la propuesta de Macrozonificación. Actualmente, el equipo se encuentra corrigiendo las observaciones del proceso de consulta pública e incorporando aspectos técnicos finales, para terminar el proceso de validación. Para el caso del Maule, durante 2011, el</p>	NO	NO	NO	--

NOMBRE	SIGLA	TIPO DE INSTRUMENTO	PLAZOS DE VIGENCIA	FECHA PUBLICACIÓN	ZONA DE APLICACIÓN	TEMA ENERGÉTICO	TIPO ENERGÉTICO	HIDRO ELECTRICIDAD	TEMÁTICA ABORDADA Y/O RESTRICCIONES
					<p>equipo técnico regional se encuentra complementando la propuesta de Macrozonificación, la cual fue observada en aspectos técnicos.</p>				

NOMBRE	SIGLA	TIPO DE INSTRUMENTO	PLAZOS DE VIGENCIA	FECHA PUBLICACIÓN	ZONA DE APLICACIÓN	TEMA ENERGÉTICO	TIPO ENERGÉTICO	HIDRO ELECTRICIDAD	TEMÁTICA ABORDADA Y/O RESTRICCIONES
Manejo Integrado de Cuencas	MIC	Ordenamiento Territorial	En vigencia (Piloto)	06-04-2015	<p>Conforme a información de prensa, con fecha 25-04-2015, se está trabajando para realizar un estudio para el manejo integral de la cuenca del Maule, el proyecto que desarrollará el Banco Mundial en conjunto con el equipo regional de la Dirección General de Aguas sobre la cuenca del río Maule. Se trata de un estudio profundo y acabado del río Maule, sus afluentes, canales y sistemas asociados como lagunas y represas. Por otro lado, para la cuenca del Toltén, actualmente el Laboratorio de Planificación Territorial de la Universidad Católica de Temuco, se encuentra trabajando en la realización de un Sistema de</p>	Sí	Hidroelectricidad	Sí	<p>Para el caso del manejo integrado de las cuencas, se deberán considerar aquellas restricciones particulares para cada cuenca, caudales ecológicos y embalse, establecidas por las distintas resoluciones. Así para el caso de la Cuenca del Maule, en aquellos embalses destinados a la generación hidroeléctrica, se deberá considerar las restricciones de riego, conforme a lo establecido en la resolución DGA 105/83, por otro lado para el caso de esta misma cuenca, existen restricciones asociadas a la extracción de agua, relacionadas con el caudal ecológico.</p>

NOMBRE	SIGLA	TIPO DE INSTRUMENTO	PLAZOS DE VIGENCIA	FECHA PUBLICACIÓN	ZONA DE APLICACIÓN	TEMA ENERGÉTICO	TIPO ENERGÉTICO	HIDRO ELECTRICIDAD	TEMÁTICA ABORDADA Y/O RESTRICCIONES
					<p>Información Territorial para el Manejo Integral de la Cuenca del Río Toltén.</p>				

NOMBRE	SIGLA	TIPO DE INSTRUMENTO	PLAZOS DE VIGENCIA	FECHA PUBLICACIÓN	ZONA DE APLICACIÓN	TEMA ENERGÉTICO	TIPO ENERGÉTICO	HIDRO ELECTRICIDAD	TEMÁTICA ABORDADA Y/O RESTRICCIONES
Espacios Costeros Marinos de los Pueblos Originarios ¹²³	ECMPO	Ordenamiento Territorial	Vigencia	16-02-2008	Los ECMPO pueden recaer sobre los bienes comprendidos en el borde costero marino que se encuentran bajo la supervigilancia y administración del Ministerio de Defensa Nacional, lo que incluye playas de mar, terrenos de playa fiscales, porciones de agua y fondo, y rocas, dentro y fuera de las bahías, no pudiendo recaer en ríos y lagos. Podrán solicitar un ECMPO todas aquellas asociaciones de comunidades indígenas compuestas por dos o más comunidades indígenas, constituidas de conformidad con la ley N° 19.253. Excepcionalmente podrá ser solicitado	NO	NO	NO	--

¹²³ Si bien no existen ECMPO en las cuencas estudiadas, se incorporo en el análisis con el objeto de mostrar los instrumentos presentes a nivel nacional, y evidenciar o no su pertinencia en el estudio.

NOMBRE	SIGLA	TIPO DE INSTRUMENTO	PLAZOS DE VIGENCIA	FECHA PUBLICACIÓN	ZONA DE APLICACIÓN	TEMA ENERGÉTICO	TIPO ENERGÉTICO	HIDRO ELECTRICIDAD	TEMÁTICA ABORDADA Y/O RESTRICCIONES
					<p>por una única comunidad indígena si se constata que sólo esa comunidad ha realizado el uso consuetudinario del espacio, y que no existen otras comunidades vinculadas. Su extensión podrá incluir la superficie necesaria para asegurar el ejercicio de él</p>				

NOMBRE	SIGLA	TIPO DE INSTRUMENTO	PLAZOS DE VIGENCIA	FECHA PUBLICACIÓN	ZONA DE APLICACIÓN	TEMA ENERGÉTICO	TIPO ENERGÉTICO	HIDRO ELECTRICIDAD	TEMÁTICA ABORDADA Y/O RESTRICCIONES
Concesiones o autorizaciones de Acuicultura	CA	Ordenamiento Territorial	Vigencia	06-09-1991	Las concesiones de acuicultura tienen la finalidad de autorizar actividades de cultivo en el mar, ríos y lagos. Es relevante mencionar que la diferencia entre las concesiones y autorizaciones, yace en que a esta última se le denomina "autorización" cuando el río en el que esta no es navegable por buques de más de cien toneladas de registro grueso (artículo 43, Ley general de pesca y acuicultura N° 18.892).	NO	NO	NO	Cabe destacar que en el caso de las autorizaciones, éstas otorgan a sus titulares el derecho de aprovechamiento de las aguas concedidas -derecho no consuntivo-, por lo que se consideró incluirlas en la revisión, ya que se visualizan como una competencia, en términos de costo-oportunidad para las cuencas con potencial hidroeléctrico. Por otra parte, en el presente estudio, se analizó el OdV P.5: Actividad Acuícola , estudiado debido a que estos cultivos utilizan el agua como un insumo esencial en el proceso productivo, donde se menciona que es " <i>relevante analizar la importancia económica de este sector en pos de considerarla a la hora de evaluar posibles conflictos por potenciales proyectos hidroeléctricos</i> ".

NOMBRE	SIGLA	TIPO DE INSTRUMENTO	PLAZOS DE VIGENCIA	FECHA PUBLICACIÓN	ZONA DE APLICACIÓN	TEMA ENERGÉTICO	TIPO ENERGÉTICO	HIDRO ELECTRICIDAD	TEMÁTICA ABORDADA Y/O RESTRICCIONES
Política Nacional de Desarrollo Urbano	PNDU	Planificación Territorial	Vigencia	2014	Abarca áreas urbanas y los asentamientos humanos del país.	SÍ	NO	NO	Entre los objetivos propuestos para el desarrollo económico, está el lineamiento que apunta a establecer escalas de competencia en la toma de decisiones sobre la procedencia de construir instalaciones de infraestructura, especialmente aquella de carácter estratégico o de importancia nacional, como la relacionada con la provisión de energía, para el cual se tiene una consideración: <i>"El emplazamiento de instalaciones de infraestructura debe sujetarse a la caracterización del territorio contemplada en los Instrumentos de Planificación Territorial, sin que necesariamente deba determinarse por anticipado su ubicación, salvo que se trate de áreas legalmente protegidas"</i>

NOMBRE	SIGLA	TIPO DE INSTRUMENTO	PLAZOS DE VIGENCIA	FECHA PUBLICACIÓN	ZONA DE APLICACIÓN	TEMA ENERGÉTICO	TIPO ENERGÉTICO	HIDRO ELECTRICIDAD	TEMÁTICA ABORDADA Y/O RESTRICCIONES
División de Predios Rústicos	DPR	Planificación Territorial	Indefinido	01-12-1980	Según el SII, en comunas analizadas se desprende el siguiente detalle del número de predios rurales, que existe en el país: Talca 2886, San Clemente 8315, Linares 8347, Colbún 4775, Longaví 10107, Parral 7506, Los Ángeles 17890, Mulchen 3505, Nacimiento 4345, Quilaco 1534, Quilleco 3116 Santa Bárbara 3055, Alto Biobío 1118, Lonquimay 3058, Cunco 5881, Curarrehue 2145, Freire 8252, Melipeuco 2401, Pitrufrquén 5299, Pucón 4273 y Villarrica 7174.	NO	NO	NO	Son terrenos que se pueden usar para la agricultura, la ganadería o actividades forestales que se encuentran en todo Chile fuera de los límites urbanos. Todo propietario o propietaria que desee subdividir su propiedad sin cambiar el uso agrícola del suelo, debe contar con un certificado emitido por el Servicio Agrícola y Ganadero que establecerá que la subdivisión que se quiere efectuar cumple con la normativa vigente.

A nivel regional

Instrumento	Cuenca	Región	Estado	Fecha publicación	Tema energético	Tipo energético	Hidroelectricidad	Temática abordada
Estrategias regionales de desarrollo	Maule	Maule	En Vigencia (2009-2020)	15-07-2009	Sí	Solar	NO	<p>En el ítem Territorio, Infraestructura y Medio Ambiente, describen un eje orientador denominado "Prácticas sustentables ambientales", el cual tiene entre sus lineamientos estratégicos la "Eficiencia energética", cuya estrategia apunta a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formalizar una política regional que incentive la inversión pública y privada en eficiencia energética y en la generación con ERNC. - Impulsar programas a nivel local para instruir y apoyar a la comunidad en el uso eficiente de la energía y la adopción de tecnologías alternativas de energía limpia. - Promover la utilización de sistemas limpios y eficientes de calefacción domiciliaria y de generación de calor para uso industrial.
Estrategias regionales de desarrollo	Biobío	Biobío	En Vigencia (2008-2015)	01-12-2008	Sí	Eólica, solar, biomasa e hidroeléctrica	Sí	<p>Entre sus programas y proyectos estratégicos se encuentra el Programa regional de energía que tiene como objetivo "Incrementar el abastecimiento de energía requerido para las actividades productivas y de consumo doméstico de la Región desde fuentes confiables y diversas de bajo impacto ambiental". Los proyectos e iniciativas propuestas son: 1.- Desarrollo de fuentes de energía alternativa. Objetivos: Promover la investigación en implementaciones de fuentes de ER. Diversificar las fuentes de generación de energía, en especial incorporar al aparato productivo y en los centros de consumo las fuentes renovables y con menor impacto en el ecosistema. 2.- Centro de Investigación y Uso de Energías Renovables. Objetivo: Aprovechar recursos existentes para generar nuevas fuentes energéticas (biomasa forestal, solar, eólica, mareomotriz, etc.). 3.- Promoción del uso eficiente de energía. Objetivo: Promover cambios en los procesos productivos y hábitos de consumo que tiendan a un mejor aprovechamiento de la energía. 4.- Promover el uso del potencial hidroeléctrico regional a través de la construcción de centrales de pasada.</p>

Instrumento	Cuenca	Región	Estado	Fecha publicación	Tema energético	Tipo energético	Hidroelectricidad	Temática abordada
Estrategias regionales de desarrollo	Toltén	Araucanía	En Vigencia (2010-2022)	08-07-2010	Sí	ERNC	NO	<p>En sus lineamientos estratégicos destaca el punto "Desarrollo sustentable de ciudades y Territorios", el cual tiene entre sus estrategias el Fomentar la diversificación de la matriz energética regional, favoreciendo la utilización de fuentes de ERNC y el uso eficiente de la energía. Para esto último proponen cinco líneas de acción:</p> <p>a) Elaborar una política de energía y eficiencia energética regional. b) Fomentar la diversificación de la Matriz Energética Regional mediante el impulso a la utilización, aplicación y desarrollo de ERNC. c) Fomentar el aumento de instrumentos de financiamiento y de subsidio para la generación e implementación de energía basadas en sistemas RNC. d) Propiciar y fomentar la reducción de la demanda energética de la edificación existente público-privada y del sector productivo. e) Fomento a la edificación y equipamiento con altos estándares de eficiencia energética.</p>
Plan energético regional	Maule	Maule	No cuenta con PER	--	--	--	--	--
Plan energético regional	Biobío	Biobío	No cuenta con PER	--	--	--	--	--
Plan energético regional	Toltén	Araucanía	No cuenta con PER	--	--	--	--	--

Instrumento	Cuenca	Región	Estado	Fecha publicación	Tema energético	Tipo energético	Hidroelectricidad	Temática abordada
Plan regional de ordenamiento territorial	Maule	Maule	En evaluación	--	Sí	Sí	Sí	<p>El documento considera como un problema ambiental el conflicto entre el uso del recurso hídrico para riego y para generación de energía hidroeléctrica en las cuencas del Maule, Mataquito y costeras, que va en desmedro de la conservación de las mismas y del desarrollo económico regional, lo cual genera un efecto de escasez de recurso hídrico generalizado en las actividades productivas que se realizan en la Región y deterioro de los sistemas de cuencas y costeros, todo lo cual se produce por la ausencia de una visión y manejo integral de cuencas y sub-cuencas.</p> <p>Cabe destacar que el agua para generación de energía está descrita e inserta entre los activos y pasivos ambientales de la Región. En el primer caso como una unidad proveedora de servicios ecosistémicos, y en el último, se menciona que existe una serie de infraestructura asociada a la generación hidroeléctrica, tales como torres de alta tensión, que podrían incluirse en la categoría de pasivos ambientales.</p> <p>Por lo descrito anteriormente, es que entre los objetivos ambientales de plan, se establece: "<i>Resguardar los recursos hídricos superficiales y subterráneos de las cuencas del Maule, Mataquito y microcuencas costeras</i>". Mediante la incorporación de este objetivo estratégico territorial recién mencionado en los criterios consultivos de pronunciamiento de evaluación ambiental del Gobierno Regional del Maule, se generan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Restricción por Uso de Agua (ZRUA): Se establecen las zonas donde el recurso hídrico es clave tanto para el riego como para el consumo. En función de ello se definen áreas donde se debe subsanar la mala gestión y mejorar la calidad del agua. - Área de Fomento a la Eficiencia Hídrica (AFEH): estas zonas están orientadas a una gestión eficiente y eficaz del recurso hídrico, principalmente en áreas donde se promueva la innovación agraria y el cooperativismo entre pequeños productores. No se trata sólo de mejorar la acumulación de agua, sino de cautelar su uso y el aprovechamiento de su capacidad de riego, donde la red de canales existentes, las tecnologías de riego y la acumulación de agua en temporada de invierno se vincule a la optimización del agua. <i>Usos no recomendados</i>: servicios de infraestructura de conectividad, obras de canalización y embalses, red de electricidad, entre otros.

Instrumento	Cuenca	Región	Estado	Fecha publicación	Tema energético	Tipo energético	Hidroelectricidad	Temática abordada
Plan regional de ordenamiento territorial	Biobío	Biobío	Estará publicado en mayo de 2016	--	--	--	--	A la fecha de ejecución de este estudio el documento no se encontraba publicado.
Plan regional de ordenamiento territorial	Toltén	Araucanía	Terminado	2013	SÍ	NO	NO	En los objetivos ambientales de la propuesta PROT se destaca: "Proteger las zonas de importancia en la regulación hídrica, como cabeceras de cuenca y humedales mediante la identificación y zonificación de estos espacios proponiendo incompatibilidades de uso de actividades y proyectos que afecten la función ambiental de esta zona especial. En la zonificación de la Región, consideran como Compatibilidad Media las actividades de generación de energía (ERNC), para lo cual se debe definir o fomentar la concentración de proyectos de transmisión eléctrica.
Plan regional de desarrollo urbano	Maule	Maule	En Vigencia	2007	NO	NO	NO	--
Plan regional de desarrollo urbano	Biobío	Biobío	En vigencia	2005	SÍ	Gasoducto, Termoeléctricas e Hidroeléctricas	SÍ	El plan menciona y destaca el cómo la tendencia y necesidades energéticas se han instaurado en la Región, esto a causa de la alta demanda impuesta por las industrias presentes en el Biobío. Es por ello que incluyen en el plan la temática energética. Sin embargo, colocan a la hidroelectricidad como una restricción del sistema turístico, de algunos sectores. Tienen como desafío compatibilizar el desarrollo actual y el potencial hidroeléctrico en concordancia con el resto de los atributos territoriales de la zona.
Plan regional de desarrollo urbano	Toltén	Araucanía	En vigencia	2005	NO	NO	NO	--
Zonificación de uso de borde costero	Maule	Maule	No cuenta con PZUBC	--	--	--	--	--
Plan de zonificación de uso de borde costero	Biobío	Biobío	Vigente	23-06-2003	NO	NO	NO	--
Plan de zonificación de uso de borde costero	Toltén	Araucanía	No cuenta con PZUBC	--	--	--	--	--

Instrumento	Cuenca	Región	Estado	Fecha publicación	Tema energético	Tipo energético	Hidroelectricidad	Temática abordada
Plan director para la gestión de los recursos hídricos	Maule	Maule	Vigente	01-05-2008	SÍ	Hidroeléctrica	SÍ	El tema hidroeléctrico esta abordado en dos líneas del plan, la primera, es el diagnóstico, describiendo la demanda del agua para electricidad y la segunda en las acciones, planes y programas identificados en la cuenca del río Maule, donde tiene como proyecto el "Plan de incorporación de empresas hidroeléctricas a la Junta de Vigilancia del río Maule".
Plan director para la gestión de los recursos hídricos	Biobío	Biobío	Vigente	1995	SÍ	Hidroeléctrica	NO	El documento tiene como objetivo proporcionar un proyecto para la creación de la Corporación de Cuenca el Biobío. Solo se menciona la hidroelectricidad como una de las aristas que generan demanda por el recurso.
Plan director para la gestión de los recursos hídricos	Toltén	Araucanía	No existe	--	--	--	--	--
Plan regional de infraestructura y gestión de los recursos hídricos	Maule	Maule	Vigente	2012	SÍ	NO	NO	En la propuesta de financiamiento del plan se menciona el financiamiento privado a través de convenios de cofinanciamiento o acuerdos de inversión condicionados. Esto ya que en el ámbito energético se proyectan varias inversiones de tipo hidroeléctrico y termoeléctrico, donde el MOP mantiene un especial interés en el uso eficiente del recurso hídrico.
Plan regional de infraestructura y gestión de los recursos hídricos	Biobío	Biobío	Vigente	2012	SÍ	Hidroeléctricas	SÍ	En las brechas de infraestructura mencionan que para los sectores productivos prioritarios tienen un déficit de estándar de servicio de puentes y vialidad para conectividad en nuevos desarrollos de proyectos de energías limpias en la Región del Biobío. A consecuencia de lo anterior, en la imagen objetivo del plan se considera el tema "Infraestructura para la generación de energía".
Plan regional de infraestructura y gestión de los recursos hídricos	Toltén	Araucanía	Vigente	2012	NO	NO	NO	--

A nivel comunal

Instrumento	Cuenca	Comunas	Estado	Fecha de publicación	Tema energético	Tipo energético	Hidroelectricidad	Temática abordada
Plan regional intercomunal	Maule	San Clemente - Colbún	Vigente	12/01/1989	Sí	NO	NO	"La construcción del sistema hidroeléctrico Colbún-Machicura (1985) generó dos embalses, los cuales representan un atractivo para su uso con fines turísticos recreativos. Es por ello que este plan apunta a establecer condiciones que permitan la accesibilidad pública a sus riberas, fijando además políticas claras de acción que permitan; tanto a los organismos privados como públicos, un adecuado desarrollo del área dado su gran potencial y atractivo turístico."
Plan regional intercomunal	Toltén	Villarrica - Pucón	Vigente	25/06/1996	Sí	Líneas de transmisión	NO	El plan cuenta con un objetivo ambiental muy claro, basado en el desarrollo sustentable y análisis de las problemáticas ambientales del territorio. Entre sus objetivos están: - Resguardar el territorio mapuche presente en el entorno rural. - Incrementar zonas de protección y fragilidad ambiental asociadas a las riberas lacustres y cursos de agua. - Disminuir los impactos de contaminación y efectos derivados de las actividades productivas.
Plan de desarrollo comunal	Biobío	Quilleco	Vigente (2009-2015) Aún no existe postulación a nuevo	2009	Sí	Hidroelectricidad	Sí	Dentro del diagnóstico menciona que los principales ríos de la Región son utilizados para la generación de energía. Así también menciona que el agua es un recurso natural que requiere de grandes inversiones económicas para asegurar su disponibilidad y preservar su calidad. También menciona la demanda energética regional y su incremento, indicando que la gran demanda por agua del sector productivo de energía, solo podrá ser satisfecha por grandes represas, las que a su vez permitirán regular el flujo, el que dadas las condiciones climáticas, presentan altos caudales en el invierno los que se reducen en el periodo estival, de esta manera las represas permitirán almacenar el agua y liberarla en la época en que es más requerida para el riego en la agricultura.
Plan de desarrollo comunal	Biobío	Santa Bárbara	Vigente (2012-2016)		Sí	Hidroelectricidad	Sí	El tema hidroeléctrico es abordado desde dos líneas: - Se menciona que la existencia de proyectos hidroeléctricos ha fortalecido el trabajo, asegurando por medio de un acuerdo, un porcentaje mínimo de contratación de mano de obra local. Del mismo modo menciona que destaca el rubro de la gastronomía y alojamiento en la comuna, y que esto se debe a la llegada de trabajadores que trabajan en la construcción de centrales hidroeléctricas. - Por otro lado, menciona a las forestales e hidroeléctricas como el principal causante del mal estado de la comuna. De la misma forma, menciona dentro de los problemas ambientales futuros, la inundación significativa del lecho del río Huequecura y Biobío por la construcción de la Central Angostura.

Instrumento	Cuenca	Comunas	Estado	Fecha de publicación	Tema energético	Tipo energético	Hidroelectricidad	Temática abordada
Plan de desarrollo comunal	Biobío	Alto Biobío	Vigente (no hay otro posterior. Por parte del GORE de la Región correspondiente existe un instructivo, con fecha 20-02-14, en el que se indica la necesidad de actualizar los PLADECOS de las comunas de la Región).	01/07/2006	SÍ	Hidroelectricidad	SÍ	Se refiere al contexto histórico de los proyectos hidroeléctricos en la comuna, mencionando los principales proyectos presentes y hace un resumen de su historia. Así también utiliza información de estos proyectos para complementar el PLADECOS, por ejemplo para mencionar los sitios culturales y sitios arqueológicos, utiliza información de la Central Hidroeléctrica Ralco. Por otro lado, menciona las principales actividades industriales de la comuna, indicando que están dadas por el potencial hidroeléctrico de la zona. Por otro lado, tiene una visión crítica hacia estos proyectos, mencionando que en la zona existe la posibilidad de sismicidad inducida, y que estaría provocada por el hombre y su actividad económica, mencionando entre estas actividades a las represas, además de utilizar citas donde se indica que las hidroeléctricas estarían afectando a las poblaciones nativas de peces.
Plan de desarrollo comunal	Biobío	Lonquima y	Vigente (El último PLADECOS es 2005-2008 y existe una última actualización 2009-2012 en base a la cual se realizó el análisis)	2009	SÍ	Hidroelectricidad	SÍ	Dentro de los lineamientos estratégicos menciona: fomentar la protección de las cuencas hidrográficas y suelos degradados mediante el establecimiento de obras de recuperación de suelos. Además de investigación orientada a la protección de las cuencas. Por otro lado, dentro de la infraestructura menciona que la comuna es proveedor de agua y energía a nivel nacional.

Instrumento	Cuenca	Comunas	Estado	Fecha de publicación	Tema energético	Tipo energético	Hidroelectricidad	Temática abordada
Plan de desarrollo comunal	Maule	San Clemente	Vigente (2005-2009, no hay otro posterior aún)	2005	Sí	Hidroelectricidad	Sí	Menciona que la comuna de San Clemente se encuentra entre dos hoyas hidrográficas las que condicionan el uso del suelo. Nombra dentro de los principales servicios energéticos dos complejos hidroeléctricos; Central Maule y Central Colbún, realizando una descripción histórica de cada uno de ellos. Por otro lado, en el análisis FODA de la comuna, menciona como una amenaza el daño ambiental por proyectos energéticos. Dentro de las iniciativas de desarrollo comunal, menciona la compensación de centrales hidroeléctricas y considera como limitante que el sector privado podría no motivarse o querer invertir en turismo, lo que generará la necesidad de entrar en financiar otros proyectos turísticos integrales asociados, tanto públicos como privados. Del mismo modo, presenta una tabla diagnóstico por parte del departamento de turismo, donde mencionan entre los problemas, la falta de Protección de las Cuencas Hidrográficas de la comuna, principalmente en la cuenca del río Maule a causa de la sobreexplotación del recurso hídrico en base a la construcción de centrales hidroeléctricas. En base a lo descrito anteriormente, sugieren como solución "la creación de una política de protección al río Maule por los entes gubernamentales".
Plan de desarrollo comunal	Maule	Linares	Vigente (2014-2018)	01/03/2014	Sí	Hidroelectricidad, eólica y solar	Sí	Dentro de los lineamientos y desafíos está: incorporar nuevas tecnologías y el uso de energías alternativas y limpias, además de generar conocimiento específico sobre el impacto de determinadas actividades productivas sobre las personas y el patrimonio arqueológico, arquitectónico y paisajístico presente en la comuna. Dentro de su análisis FODA menciona como fortaleza: las condiciones naturales de la comuna, sus cielos limpios y vientos propicios que permitirían recuperar de forma masiva la utilización de energías limpias en la zona (eólica y solar principalmente). Dentro de los conflictos ambientales menciona al Proyecto Hidroeléctrico Achibueno, indicando que existe una negativa de la población a permitir la ejecución de estos proyectos, pues los impactos serían negativos para el turismo y ecología del lugar.
Plan de desarrollo comunal	Maule	Colbún	Vigente (2013-2017)	2013	Sí	Hidroelectricidad, geotérmica	Sí	Hace referencia, dentro de la producción eléctrica, a distintas centrales de gran importancia en el territorio comunal y nacional, sin embargo, destacan que la ocupación de mano de obra local y de ingresos en este sector no es significativa. Por otro lado, menciona que actualmente existen numerosas autorizaciones de exploración de energía geotérmica en la zona cordillerana, lo que prevé un interesante panorama respecto a la construcción de centrales de energía no tradicional.
Plan de desarrollo comunal	Maule	Parral	Vigente (2014) No hay posterior	2014	Sí	Hidroelectricidad	Sí	Dentro de las problemáticas de la comunidad, destaca el temor persistente por posibles instalaciones de proyectos hidroeléctricos.
Plan de	Toltén	Cunco	Vigente	2014	Sí	Hidroelectr	Sí	En este diagnóstico se reconoce que Cunco, por su ubicación, posee un enorme

Instrumento	Cuenca	Comunas	Estado	Fecha de publicación	Tema energético	Tipo energético	Hidroelectricidad	Temática abordada
desarrollo comunal			(2014-2018)			icidad		potencial hidroeléctrico, dado por su ubicación geográfica, la cual está drenada por la cuenca del río Cautín y dos subcuencas, la del río Allipén y la del río Trancura, es por ello que existe la intervención en algunos de estos cursos de agua, utilizados para embalses de riego y agua potable, embalses para generación eléctrica y centrales de pasada. Se propone que la comuna genere, mediante una ordenanza municipal o decreto alcaldicio, ciertos a alineamientos u orientaciones/restricción antes que los proyectos ingresen al sistema de evaluación ambiental.
Plan de desarrollo comunal	Toltén	Melipeuco	Vigente (2012-2016)	Dic-2011	Sí	Centrales de paso	NO	Para la actualización de este Pladeco se desarrollaron talleres y otras actividades donde participaron todos los funcionarios del municipio, y se desarrollaron, además, cabildos donde participaron ciudadanos, estos plantearon su preocupación por las centrales de paso, sin entrar más en detalle en este punto
Plan de desarrollo comunal	Toltén	Pitrufquen	Vigente (2014-2017)	01/06/2014	Sí	Hidroelectricidad	Sí	Dentro de los conflictos ambientales mencionados luego de un proceso de consulta ciudadana por parte del PLADECO, la única amenaza identificada, tanto para las personas como para la comuna, es la construcción del Proyecto Central Hidroeléctrica Los Aromos. De igual forma, el análisis FODA menciona como amenaza a la central hidroeléctrica, fundamentando que su construcción sería un peligro en diversos aspectos culturales, ambientales y económicos para la comuna, además de que afectaría a las comunidades del sector. Así también, señala que el principal énfasis de este territorio es la alta preocupación por los impactos negativos que pueden causar la instalación de la Central Hidroeléctrica Los Aromos, tanto en la vida comunitaria, como sobre la naturaleza, la medicina, el turismo, la agricultura y el abastecimiento de agua, entre otros.
Plan de desarrollo turístico	Maule	San Clemente	Vigente	11/07/2014	Sí	Hidroeléctrico	Sí	En la comuna existen cinco centrales hidroeléctricas, que pertenecen al complejo eléctrico Pehuenche, todas ellas ubicadas en la cuenca del río Maule. Aunque es común que diversas centrales se instalen a lo largo de una misma cuenca, en este caso es relevante la secuencia en que operan las centrales y ubicación estratégica de las bocatomas y aducciones, ya que permite un aprovechamiento eficiente de las aguas. El documento además destaca el Lago Colorado, lago artificial construido para el funcionamiento de las plantas hidroeléctricas Colbún y Machicura, el que permite importantes inversiones en zonas de camping, casas de descanso, hoteles, canchas de golf, etc.

Instrumento	Cuenca	Comunas	Estado	Fecha de publicación	Tema energético	Tipo energético	Hidroelectricidad	Temática abordada
Plan de desarrollo turístico	Biobío	Mulchén	Vigente	2014	SÍ	Eólico, Biomasa, Hidroeléctrico y Líneas de Transmisión	SÍ	En lo concerniente a energía sólo se describen los proyectos ingresados al SEIA, donde están del tipo: eólico, biomasa, hidroeléctrico y líneas de transmisión. Por último, en las estrategias del plan está el eje sustentabilidad donde se considera la Responsabilidad Social Empresarial, donde harán un diagnóstico del sector privado y sus aportes a la comunidad con el objetivo de canalizar de forma adecuada los aportes y convenios generados para el desarrollo comunal. Entre las empresas nombradas está Mainco, quien es propietaria de la central hidroeléctrica de pasada Alto Renaico.
Concesiones Mineras	Maule	Talca	Vigente	2012	SÍ	El tema energético es abordado puntualmente para describir la producción de recursos energéticos entre el periodo 2002 - 2012, y entre los recursos están: carbón, petróleo crudo y el gas natural. El documento se focaliza en mostrar las faenas mineras existentes por comuna.	NO	No cuenta con explotación minera.
Concesiones Mineras	Maule	San Clemente	Vigente	2012	SÍ		NO	La minera con concesión es Vale Exploraciones Chile Ltda. y explotan cobre y oro.
Concesiones Mineras	Maule	Linares	Vigente	2012	SÍ		NO	La minera con concesión es Mina El Lingue y explota sulfuros y óxidos de cobre.
Concesiones Mineras	Maule	Colbún	Vigente	2012	SÍ		NO	No cuenta con explotación minera.
Concesiones Mineras	Maule	Longaví	Vigente	2012	SÍ		NO	No cuenta con explotación minera.
Concesiones Mineras	Maule	Parral	Vigente	2012	SÍ		NO	La minera con concesión es de Planta Remulcao y explota zeolitas.
Concesiones Mineras	Biobío	Los Ángeles	Vigente	2012	SÍ		NO	No cuenta con explotación minera.
Concesiones Mineras	Biobío	Mulchén	Vigente	2012	SÍ		NO	No cuenta con explotación minera.
Concesiones Mineras	Biobío	Nacimiento	Vigente	2012	SÍ		NO	No cuenta con explotación minera.
Concesiones Mineras	Biobío	Quilaco	Vigente	2012	SÍ		NO	No cuenta con explotación minera.
Concesiones Mineras	Biobío	Quilleco	Vigente	2012	SÍ		NO	No cuenta con explotación minera.
Concesiones Mineras	Biobío	Santa Bárbara	Vigente	2012	SÍ		NO	No cuenta con explotación minera.
Concesiones Mineras	Biobío	Alto Biobío	Vigente	2012	SÍ		NO	No cuenta con explotación minera.
Concesiones Mineras	Biobío	Lonquimay y	Vigente	2012	SÍ		NO	No cuenta con explotación minera.
Concesiones Mineras	Toltén	Cunco	Vigente	2012	SÍ		NO	No cuenta con explotación minera.
Concesiones	Toltén	Curarrehu	Vigente	2012	SÍ	NO	No cuenta con explotación minera.	

Instrumento	Cuenca	Comunas	Estado	Fecha de publicación	Tema energético	Tipo energético	Hidroelectricidad	Temática abordada
Mineras		e						
Concesiones Mineras	Toltén	Freire	Vigente	2012	SÍ		NO	No cuenta con explotación minera.
Concesiones Mineras	Toltén	Melipeuco	Vigente	2012	SÍ		NO	No cuenta con explotación minera.
Concesiones Mineras	Toltén	Pitrufquen	Vigente	2012	SÍ		NO	No cuenta con explotación minera.
Concesiones Mineras	Toltén	Pucón	Vigente	2012	SÍ		NO	No cuenta con explotación minera.
Concesiones Mineras	Toltén	Villarrica	Vigente	2012	SÍ		NO	No cuenta con explotación minera.
Concesiones Energéticas	Maule	Talca	Vigente	03/09/2014	SÍ	Gas natural	NO	El Ministerio de Energía otorga a GASVALPO S.A. concesiones definitivas de distribución de gas de red para gas natural en la comuna de Talca, Región del Maule.
Concesiones Energéticas	Maule	San Clemente-Colbún	Vigente	09/04/2015	SÍ	Geotérmica	NO	El Ministerio de Energía otorga concesión de explotación de energía geotérmica a Compañía de Energía SpA, en el área denominada "Pellado", ubicada en la región del Maule, Provincias de Talca y Linares, Comuna de San Clemente y Colbún.
Concesiones energéticas	Maule	Colbún	Vigente	26/10/2015	SÍ	Hidroeléctrica	SÍ	El Ministerio de Energía otorga a empresa Eléctrica Portezuelo SpA concesión definitiva para establecer la "Central Hidroeléctrica Los Hierros II" en la Región del Maule, Provincia de Linares, Comuna de Colbún. El objetivo de estas instalaciones será inyectar la energía producida al Sistema Interconectado Central (SIC), ayudando a satisfacer las necesidades actuales y el aumento progresivo de la demanda del sector energético nacional. La central generadora tendrá una potencia instalada de 5,1 MV y aportará un total aproximado de 29,9 GWh/año al SIC.

Instrumento	Cuenca	Comunas	Estado	Fecha de publicación	Tema energético	Tipo energético	Hidroelectricidad	Temática abordada
Concesiones energéticas	Maule	Parral-Longaví	Vigente	09/01/2015	Sí	Distribución energía eléctrica	NO	<p>El Ministerio de Energía otorga a Luz Parral S.A. concesión definitiva para establecer, operar y explotar en la Región del Maule, Provincia de Linares, comunas de Parral, Retiro y Longaví, las instalaciones de servicio público de distribución de energía eléctrica.</p> <p>El objetivo de la presente concesión es para establecer, operar y explotar las instalaciones de servicio público de distribución, la cual está destinada a la distribución eléctrica en la Región del Maule, en la zona que se define en el artículo 10° del presente decreto.</p>
Concesiones energéticas	Biobío	Lonquimay	Vigente	31/07/2015	Sí	Distribución energía eléctrica	NO	<p>El Ministerio de Energía otorga a Empresa Eléctrica Frontera S.A. concesión definitiva para establecer, operar y explotar en la Región de la Araucanía, Provincia de Malleco, comuna de Lonquimay, las instalaciones de servicio público de distribución de energía eléctrica.</p> <p>El objetivo del proyecto "Electrificación Rural Sector Bellavista" y, por tanto, de la presente concesión, será prestar servicio público de distribución de energía eléctrica a las comunidades rurales ubicadas dentro de la zona de concesión que se solicita, así como a aquellos que, ubicados fuera de la zona de concesión, se conecten a las instalaciones de la Empresa mediante líneas propias o de terceros.</p>
Plan regulador comunal	Maule	San Clemente	Vigente	6/25/1960	Sí	Hidroeléctrica	Sí	<p>En el ítem Industrias mencionan las dos centrales hidroeléctricas instaladas en la década de 1960 en la comuna:</p> <ul style="list-style-type: none"> - CH Cipreses, a 115 km de Talca con una potencia de 101,4 MW y que fue puesta en marcha en mayo de 1955. - CI Isla, a 115 km de Talca con una potencia de 68 MW y fue puesta en marcha en marzo de 1963. <p>En lo concerniente a actividades económicas, la comuna de San Clemente en la zona rural considera como sector primario la agricultura y secundario las construcciones eléctricas, de gas y agua.</p>

Instrumento	Cuenca	Comunas	Estado	Fecha de publicación	Tema energético	Tipo energético	Hidroelectricidad	Temática abordada
Plan regulador comunal	Maule	Colbún	Vigente	30/04/2013	Sí	Hidroeléctrica	Sí	<p>Menciona que la comuna de Colbún es un territorio fuertemente identificado con la actividad hidroeléctrica generada por grandes embalses, que alimentan centrales productoras de energía eléctrica para el sistema interconectado central.</p> <p>Indica que esta comuna alberga unas de las más grandes represas hidroeléctricas del país. Además, deja en claro que la actividad más importante en la comuna es la producción energética, basada en la explotación de las centrales hidroeléctricas de la hoya hidrográfica del Maule: Los Cipreses, Curillinque, Pehuenche y el complejo Colbún-Machicura. Sin embargo, la ocupación en este sector no es significativa en términos de empleo.</p>

Instrumento	Cuenca	Comunas	Estado	Fecha de publicación	Tema energético	Tipo energético	Hidroelectricidad	Temática abordada
Plan regulador comunal	Maule	Longaví	Vigente	01/12/2006	Sí	Oleoducto, Línea de Alta Tensión	Sí	<p>En los riesgos antrópicos relevados en el diagnóstico del plan se menciona la infraestructura energética presente en la comuna: los estanques acumuladores de combustibles de la Refinería ENAP, el Trazado del Oleoducto de ENAP, Líneas de Alta Tensión, una red perteneciente a Transelec S.A. y Sub Estación Eléctrica.</p> <p>Por último, el documento indica que para evaluar y elegir la alternativa de estructuración final del Plan, es necesario considerar, al menos, cuatro factores que le otorgan factibilidad a la propuesta, dentro del plazo de vigencia del Plan Regulador Comunal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Evaluar la factibilidad social, en orden a que la alternativa sea aceptada por la comunidad, 2.- evaluar la factibilidad política, es decir, que existan las voluntades y los compromisos necesarios por parte de las autoridades y las organizaciones sociales que apoyen la propuesta, 3.- evaluar la factibilidad técnica, es decir, que la propuesta sea técnicamente sustentable, especialmente en la infraestructura sanitaria y energética y por último, 4.- evaluarla factibilidad ambiental en relación a que las acciones que se lleven a cabo, para implementar la alternativa elegida, no afecten el medio ambiente ni el futuro de la comuna en este aspecto.
Plan regulador comunal	Maule	Parral	Vigente	01/09/2006	Sí	Hidroeléctrica	Sí	<p>Dentro de las zonificación de las áreas de la comuna, señala áreas especiales de restricción, indicando, como uso permitido la instalación de infraestructura vial, infraestructura sanitaria, infraestructura energética e infraestructura de comunicaciones.</p>

Instrumento	Cuenca	Comunas	Estado	Fecha de publicación	Tema energético	Tipo energético	Hidroelectricidad	Temática abordada
Plan regulador comunal	Biobío	Los Ángeles	Vigente	01/10/2005	Sí	Hidroeléctrica, Transmisión eléctrica.	Sí	Dentro del análisis de crecimiento poblacional menciona que no hay que olvidar que las nuevas industrias de la celulosa y el papel, o las grandes centrales hidroeléctricas, son intensivas en capital, pero no generan gran cantidad de empleos. Dentro de los riesgos antrópicos en el territorio comunal, menciona que en la comuna existen dos líneas de alta tensión que transportan la energía de las centrales hidroeléctricas localizadas en las comunas orientales limítrofes como Antuco y Santa Bárbara, además de la existencia de una gran cantidad de tendidos menores destinados a alimentar el área rural de la comuna.
Plan regulador comunal	Biobío	Nacimiento	Vigente	13/07/2009	Sí	Centrales de generación o distribución de energía	Sí	Dentro de las condiciones de uso, generales y específicas, menciona: " <i>Queda prohibido dentro del área urbana reglamentada por el presente Plan Regulador Comunal, realizar uso de infraestructura energética de centrales de generación o distribución de energía y similares, con excepción de subestaciones eléctricas. Por otro lado menciona que todo proyecto a realizarse en el álveo de cualquier cauce y/o cuerpo hídrico superficial, deberá dar cumplimiento a lo establecido en el Art.171 en relación con el Art. 41 del Código de Aguas. Es decir previo a la ejecución de éstas se deberá remitir a la DGA</i> ".
Plan regulador comunal	Biobío	Santa Bárbara	Vigente	05/08/2006	Sí	Hidroeléctrica	Sí	El plan se fundamentó en los roles que deberían asumir los centros poblados de esta comuna, determinados por la función de servicios a la población urbana y rural de su área de influencia, para fortalecer y complementar el desarrollo de las actividades económicas predominantes en la comuna y de las nuevas infraestructuras energéticas en desarrollo. En lo concerniente a materia hidroeléctrica la ordenanza del plan indica que " <i>todo proyecto u obra a realizarse en el álveo de cualquier cauce y/o cuerpo hídrico superficial, deberá dar cumplimiento a lo establecido en los artículos 41 y 171 del Código de Aguas, es decir, previo a la ejecución de éstas se deberá remitir a la DGA para su autorización, todos los antecedentes técnicos respectivos para así dar cumplimiento a lo establecido en dichos articulados. Estas obras deberán también dar cumplimiento a la Ley 19.300 y al D.S. Nº 95/01 del MINSEGPRES, si corresponde</i> ".

Anexo XII: Fichas de talleres realizados

A continuación, se exponen fichas resumen de los tres talleres que se realizaron.

Tabla 190. Ficha resumen de Taller de San Clemente

Taller San Clemente	
Convocados	<ul style="list-style-type: none">• Actores sociales de la parte norte de la cuenca del Maule.• Actores municipales de la parte norte de la cuenca del Maule• Agricultores, canalistas y emprendedores turísticos.• Académicos locales.• ONG y organizaciones ciudadanas interesadas en estas temáticas.
Principales tópicos de la discusión	<p>Además de los temas planteados respecto del estudio, se discute sobre el perjuicio que origina la normativa que permite a los propietarios de derechos de agua cambiarlos de una cuenca a otra. Caso de El Alfalfal y el río Teno que va hacia Convento Viejo.</p> <p>Otro tema fue la falta de resguardos con el caudal ecológico en centrales Cipreses e Isla, central Curillínque y la central Loma Alta, que generan problemas por efectos acumulativos.</p>
Principales tópicos de la línea de tiempo	<p>Central Chivato como ejemplo de obras que han ido quedando obsoletas.</p> <p>Se mencionan como hitos los campamentos de las centrales de Endesa en Cipreses que eran como verdaderas ciudades, que se han cerrado y que ahora se han reactivado para la construcción de Los Cóndores. Se critica la población flotante que trae y el impacto que representa. Eso generó también una huella de clasismo en la zona al definir ciertos estancos de personal que determinaban clases sociales en el territorio en función del rol en Endesa y dejando en último lugar a los campesinos y externos.</p> <p>Se menciona que Endesa “hizo escuela” capacitando gente en central Cipreses y luego central El Toro, especialmente en la zona de San Clemente.</p> <p>Se menciona como hito relevante la resolución 105 de la DGA en torno al uso de los derechos de aguas que limita la cantidad de agua para la agricultura para dejar espacio a la generación. Se le considera unánimemente un hito relevante.</p>

Se habla también de conflictos en las bocatomas. Señala una participante de Romeral que ponían piedras en las bocatomas para bloquear el acceso que fueron monopolizando los grandes, pero finalmente los pequeños agricultores se vieron forzados a venderles.

Desde 2013 se organiza el *River Fest*, una fiesta deportiva, ambiental y ciudadana en defensa de los ríos y se conforma el Consejo de Defensa de Los Queñes.

Principales asuntos en torno a los criterios para identificar un OdV

Se plantea como criterio para los OdV culturales:

Periodicidad, recurrencia, vigencia. Se plantea que las intervenciones en el río sean capaces de convivir con otros usos.

Se plantea que se requiere que haya una comunidad que se organice en torno a un OdV para que sea reconocido por su carácter colectivo.

Se plantea que un OdV Cultural debe tener un arraigo específico a una zona del territorio que no es fácilmente sustituible. Algunos plantean que la prueba de este arraigo y de su carácter histórico es que haya pasado de una generación a otra, a lo menos.

Para los OdV de carácter paisajístico el criterio que este taller propone es la singularidad, que tenga una característica que lo hace único, especial y particularmente significativo.

Otros asuntos

Se denuncia corrupción y malas prácticas con los recursos que otorgaban las hidroeléctricas, especialmente en los municipios y también a nivel de los canalistas y celadores de las organizaciones de usuarios de agua.

Se pide que el proyecto considere como actores a los comités de agua potable rural que ven en riesgo su sustento con proyectos hidroeléctricos, al decir de algunos participantes

Se plantea que los accesos a la precordillera son a través de las cuencas y que ese carácter no debe perderse, eso es particularmente importante para los arrieros y otros grupos transhumantes.

Tabla 191. Ficha resumen de Taller de Los Ángeles.

Taller de Los Ángeles	
Convocados	<p>Actores sociales de las provincias del Biobío y Ñuble.</p> <p>Actores municipales de las provincias del Biobío y Ñuble.</p> <p>Agricultores, canalistas y emprendedores turísticos.</p> <p>Algunos académicos locales.</p> <p>ONG y organizaciones ciudadanas interesados en estas temáticas.</p>
Principales tópicos de la discusión	<p>Existen expectativas de que los OdV defiendan los atractivos turísticos.</p> <p>Desconfianzas en torno al hecho de que sin modificar la normativa de derechos de agua, difícilmente habrá un cambio de fondo. Por lo mismo, este estudio, al basarse en los derechos de agua otorgados para el cálculo del potencial, genera desconfianzas ya que está operando en esa lógica que los participantes cuestionan.</p> <p>Falta de visión de bien común tanto en desarrolladores como en opositores a proyectos, tarea del Estado es reponer esa noción a juicio de los participantes.</p> <p>Desconocimiento de la comunidad respecto de la real demanda energética.</p> <p>Preocupa falta de capacidad municipal para abordar estos estudios y ser una adecuada contraparte.</p>
Principales tópicos de la línea de tiempo	<p>Los participantes relevan la temprana industrialización de la Región del Biobío como motor del desarrollo hidroeléctrico. Mencionan la aparición de la CAP y su relación con la central Abanico en el año 1947 y 1948. También mencionan la industria IANSA y su relación con el tendido eléctrico hacia el poniente de Los Ángeles el año 1953, cuando el sistema interconectado central era incipiente.</p> <p>La creación de CORFO también fue importante, puesto que creó y constituyó a Endesa, que generaba, transportaba y distribuía la energía. En ese tiempo el agua del Lago Laja llegaba hasta lo que hoy es la Cortina, pero ahora está 20 metros más abajo. Hasta que se inició la central El Toro, el lago se mantenía arriba, hasta más o menos el año 1971, cuando se inauguró la primera turbina.</p> <p>Entre 1954 y 1956 aparece la productora de Cholguán, que también requiere de energía. Se menciona también la CMPC.</p> <p>En 1958 ocurre el convenio entre la Dirección de Riego y Endesa, todavía empresa del Estado.</p> <p>Participantes relevan externalidades negativas del desarrollo industrial como la migración campo-ciudad, generación de cordones de pobreza urbana y la sobreexplotación del medio ambiente.</p>

Taller de Los Ángeles

En el año 1987 se privatiza Endesa y esto transforma el clima político del país. Los participantes consideran como hito relevante que desde la privatización, se ha afectado el riego. Responsabilizan, en general, a Endesa de distorsiones, como por ejemplo, que a Endesa le convendría mantener el lago bajo en su cota de agua porque había menos filtraciones de agua y otras manipulaciones que habrían perjudicado a los agricultores aguas abajo.

Mencionan también la construcción del canal Laja-Diguillín, desde el que se podía sacar agua, siempre y cuando el lago no tuviera menos de 800 metros cúbicos. Aun así, se secaba y había que entregarle agua, sacando del Salto del Laja. Todo esto, a juicio de los participantes, se originó con la privatización de Endesa, porque el Estado no tuvo un enfoque lo suficientemente armónico.

Mencionan también la aparición de múltiples centrales que se inauguraron entre 1987 y 2008, dos en Duqueco y una en Quilleco. Particularmente relevantes son las centrales grandes, como Pangué. Se considera importante tomar en cuenta a Ralco, la central más grande de los últimos diez años, dado que es la que más conflicto generó, la que abarcó más terreno y la que, a juicio de los participantes, es la construcción que más se vio envuelta en actos controversiales o cuestionables.

Algunos participantes también relevan la construcción de la Central Angostura como un nuevo paradigma, realizada con otros estándares. Este punto genera polémica, dado que hay algunos que no comparten esa idea. Varios señalan haberse visto afectados con la represa en Angostura, otros dicen que su comunidad no ha recibido beneficio alguno y que con lo que se ha trabajado hasta ahora no se ha obtenido nada positivo para los que viven en torno a la cuenca.

Principales asuntos en torno a los criterios para identificar un OdV

Sobre el Patrimonio cultural:

Un participante opina que los OdV deben ir más allá de lo que la ley considera patrimonio cultural tangible incorporando criterios de UNESCO.

Falta fiscalización de lo ya existente. Le quita credibilidad a la lógica de los OdV el no estar claro su valor legal, participantes señalan que en la cuenca existen centrales que llevan 15 años sin una sola fiscalización, así como empresarios que han generado malas prácticas y que nunca han sido multados.

Incorporar la noción de “paisaje cultural”.

Se señala que, si una comuna considera importante una actividad productiva, entonces es patrimonial y que las comunas son autónomas en eso.

Se da una discrepancia en torno a algunas actividades que eventualmente tienen fines de lucro o fines netamente económicos, pero que tienen alto arraigo, por lo

Taller de Los Ángeles

que algunos cuestionan su pertinencia para ser considerado como un OdV.

Respecto sobre que quién debe determinar que es patrimonial, hay aceptación general en torno a que el Consejo de Monumentos no es adecuado, dada su lentitud y falta de conexión con el nivel local y cobertura territorial de sus servicios.

Los participantes responden que el municipio debería involucrarse con la comunidad para canalizar los intereses de los vecinos, y con ello declarar que ciertas actividades o espacios son patrimoniales. En contraposición se identifica también el riesgo de que el nivel comunal pueda ser demasiado discrecional o poco técnico y puede estar cruzado por la voluntad política de los alcaldes de que se apruebe o no los proyectos.

Hay acuerdo en considerar que hay patrimonio que puede ser compensado económicamente y otros que no y en el caso del que puede ser compensado, estas compensaciones debiesen ser de largo plazo.

Se plantea también como criterio, que si el patrimonio afectado es de tal trascendencia para un territorio por lo icónico o porque cumple un rol en el desarrollo, la decisión de declararlo patrimonial debe pasar por las comunidades, incluso las comunidades de varias comunas.

En general se plantean desconfianzas en torno a que el gobierno y las empresas respeten los OdV en estas materias.

Sobre Objetos de Valoración Paisajísticos:

Un participante plantea el ejemplo del Salto del Laja como un espacio único, incluso en términos internacionales, y no admite compensación porque no se puede hacer de nuevo. Entonces, el criterio para definir el valor paisajístico no puede ser solamente local.

Frente a esto, otros participantes señalan que lugares tan icónicos como el Salto del Laja estarían protegidos de por sí, el problema aparece con las cosas más desconocidas, como los campings o las zonas para picnic de uso más local.

Se plantea también considerar al paisaje como un motor productivo y en ese sentido ponderar su valor y acotar las intervenciones de los proyectos.

Se da también una discusión en torno a los servicios ambientales que una zona entrega y una eventual valorización de los mismos, que encarezca de tal modo la compensación que haga inviable proyectos en zonas en extremo delicadas ambiental o paisajísticamente.

Otros asuntos Representantes de la Dirección General de Aguas (DGA), participantes del taller, explican que los datos exigidos están disponibles online y que los derechos otorgados pueden ser consultados de manera detallada, incluso los derechos

Taller de Los Ángeles

pendientes. Esa información es pública: quién solicitó el derecho, cuáles son los caudales, etcétera.

Tabla 192. Ficha resumen de Taller de Nacimiento.

Taller de Nacimiento	
Convocados	<p>Actores sociales de las provincias del secano y desembocadura del río Biobío.</p> <p>Actores municipales de la zona, incluyendo Angol debido a que es parte de la misma cuenca, a pesar que es de otra Región.</p> <p>ONG y organizaciones ciudadanas interesados en estas temáticas.</p> <p>Comité Ambiental de Santa Bárbara (correspondía al taller de Los Ángeles, pero por problemas de agenda concurren al taller de Nacimiento).</p>
Principales tópicos de la discusión	<p>Uno de los temas que surgió en la discusión, dado el historial de la cuenca fue el de gestión de riesgos, desastres y emergencias y la relación con los embalses, a la luz de las inundaciones de 2006. La Seremi de Energía explica que ese tema es importante para el Ministerio y que desde el año 2006 está vigente la Ley de Embalses: las cotas de ciertas centrales hidroeléctricas (como Ralco, por ejemplo) se monitorean para que, al llegarse a una cota específica, la DGA controle la forma de operación de la central, procurándose que no vuelva a ocurrir lo del año 2006. Esto quiere decir que el asunto no queda al arbitrio de la empresa.</p> <p>Se pregunta si dicho plan considera el tiempo de rotura de represas, a lo que la Seremi responde que esos estudios ya existen: las empresas están obligadas a mostrar sus condiciones hidrológicas, hidráulicas y de colapso, aunque esa no es información pública por razones de seguridad. La información servirá para la gestión territorial con un enfoque comunitario para que las municipalidades sean capaces de manejar el riesgo.</p> <p>Surge también la discusión respecto de la tenencia de derechos de agua por parte de gente que especula con ellos y que incluso no vive ni tiene vinculación con el territorio, lo que a juicio de los participantes, va en desmedro de quienes requieren el agua.</p> <p>La Seremi da cifras que ilustran la situación energética del país y señala que no hay país en el mundo que sea capaz de decir que tiene resuelto el suministro eléctrico. En Chile se utilizan 3,6 MW hora/año, mientras que en los países desarrollados es más del doble. La población seguirá aumentando y por eso se requiere que desde el Estado se genere la competencia en el Mercado y que se incentive el ahorro. Sin embargo, cada vez necesitamos más energía, incluyendo a los consumidores no industriales. La Seremi</p>

también informa sobre el proyecto de Ley de Equidad Tarifaria para que haya mayor regulación en el valor que se paga por la energía en el país

Al final de esta etapa se dan preguntas específicas sobre otros temas de interés particular de la Región, como el aumento de la capacidad de generación de biomasa de la caldera Santa Fe de CMPC, a las afueras de Nacimiento, en la que se busca implementar una caldera nueva. Un grupo local le comenta a la Seremi las dificultades que experimentaron pidiendo que el proceso fuera participativo y más transparente. Esto deriva en una discusión sobre la eventual falta de independencia de los estudios de impacto ambiental y de los funcionarios cuando el ejecutivo decide apoyar un proyecto. Se da un debate amplio al respecto con posturas que avalan el rol de los funcionarios y que son a menudo los cargos políticos los más susceptibles a presiones, si las hubiera.

**Principales
tópicos de la línea
de tiempo**

Se da relevancia a lo antiguo del sistema de derechos de aguas en los pueblos del Biobío para captación de agua potable. Se acota que, incluso en la época de la colonia, había derechos de agua, pero que no tenían la connotación comercial (transables) de hoy.

Se releva que antiguamente existían fundos con sus propios sistemas hidráulicos. En el fundo Coihue había una turbina que le daba energía a la estación de trenes y a la casona grande, y existían otras en varias partes de la zona. En el Arrayán había otra de casi de la misma época que la de 1897. En la precordillera de Santa Bárbara todas las casas de los fundos tenían sus mini turbinas para abastecer la casa con una represa pequeña en un caudal también reducido, cuando la electricidad rural no existía.

Se releva el rol de Pangué, el primer embalse relevante para el Biobío y que, dado que interrumpe el flujo del río, algunos participantes consideran que arruinó su potencial como atractivo turístico, que en esa época habría estado en aumento dado que se iniciaba la práctica de kayak en la zona.

Se señala que debiera considerarse también como hito la planificación hidroeléctrica de la década de 1970, que explica la forma en que se desarrolló hidroeléctrico posterior.

En el taller se cree que las inundaciones del año 2006 también son importantes, sobre todo como referente concreto de los efectos de las centrales y los embalses. Se inundó Nacimiento, su lado industrial, con las crecidas más grandes del río Biobío desde la década de 1950. Indican que cuatro mil personas se vieron anegadas en esa ciudad, el puente peatonal se lo llevó el mismo río y mucho ganado murió en el sector agrícola. Esto no ocurrió solamente con el río Biobío, sino que también con el río Vergara. Algunos de los presentes estiman que se debió a un fenómeno de la cuenca y al uso habitacional de terrenos que antes no eran utilizados como tales, debido a las inundaciones. Otros responsabilizan a Endesa, por lo menos para el caso de Nacimiento, puesto que se abrieron las compuertas de los

embalses (también en Santa Bárbara). Se aventura que antes los caudales no eran los mismos, que el agua se demoraba más en llegar hasta abajo.

Principales asuntos en torno a los criterios para identificar un OdV

Sobre el Patrimonio cultural:

El taller se refiere ahora directamente a los OdV, aludiendo a que ésta es una zona con alto patrimonio. Existe un patrimonio cultural tangible, edificaciones o inmuebles que no están declarados como patrimonio, y hay que buscarlos en las mismas comunidades para que sean declarados.

En el valle de Antuco hay un fuerte en toda una explanada, todavía existen restos, y no está declarado. Así, hay un trabajo que se debe realizar en varias comunidades acerca de su patrimonio cultural tangible. En Nacimiento existe un solo monumento nacional, el fuerte, declarado cuando se hizo el plano regulador del 2009. Cuando se trazó el plano de toda la comuna se encontraron objetos de relevancia patrimonial tangible, el fuerte Nicodahue, el puente colgante. Pero el patrimonio cultural tangible no tiene figura de patrimonio nacional. Así, todo lo que sucede en la ruralidad (como los molinos, por ejemplo) queda fuera, por lo que habría que considerar especialmente el patrimonio rural dado que los proyectos se emplazan en la ruralidad.

Los participantes coinciden en que el Municipio es el mejor medio para determinar el patrimonio local y generar un inventario, a través de dos oficinas: SECPLAC, porque conoce el territorio, y el Departamento de Cultura.

Los participantes de Nacimiento plantean el caso de las celebraciones en torno a cementerios ribereños como ejemplo de OdV culturales inmateriales. La práctica de acudir masivamente a uno de ellos está en uso todavía y por toda la gente del sector. Se toma como un día de fiesta, a modo de día de campo en el que mucha gente que no se ve hace tiempo se encuentra de nuevo en ese contexto. El día primero de noviembre se va a visitar a los muertos y el día dos aparecen las grandes carretas en el cementerio, sea el día que sea. Es una tradición muy relacionada con los ríos, porque el cementerio al que se acude está cerca de la orilla de un río, refiere uno de los participantes.

Respecto de la pregunta de si un OdV tiene valor, aun si está en un lugar privado y con acceso restringido, los participantes señalan que el cementerio que ponen como ejemplo, efectivamente está en un lugar privado y que a veces no se deja entrar, pero la gente sigue considerándolo como un objeto de valor. Y eso está activo, con tumbas tanto del 1800 como del 2015. Se le llama El Desagüe porque está cerca de dos lagunas y una de ellas lleva ese nombre.

Para ellos sería ideal que este lugar esté reconocido como OdV porque daría una herramienta para su defensa y cuidado.

Los participantes piden incluir un criterio para aquellas actividades que

fueron históricas pero que hoy se celebran en el marco de un rescate patrimonial y dan como ejemplo la trilla a yegua suelta, demostrando cómo se hace el roce, cómo se arregla la tierra, cómo se siembra, cómo se cuida el trigo durante toda la temporada. Esta actividad no tiene más de once años por lo que no calificaría de patrimonial, pero si se trata de algo que rescata una tradición debiese tener una consideración especial, más aún si une a la comunidad y se basa en la identidad local profunda y tiene el apoyo del municipio

Los participantes proponen que el tema del lucro no debiese ser un factor para resolver si algo es o no un OdV pero que idealmente debiese tener un lucro solamente asociado a la auto-sustentabilidad del evento.

Respecto de los OdV paisajísticos:

Se plantea la dificultad de inventariar este OdV y su alta frecuencia en el territorio. Dada esta situación debiese darse de manera muy nítida e indiscutible sus atributos para poder ser considerado. Otra persona agrega que en Nacimiento existen varios lugares de valor paisajístico, como la desembocadura del río Biobío. Hay lugares hermosos que podrían ser declaradas como OdV de paisaje, pero es la comunidad la que debe decidir y reconocer.

Anexo XIII: Metodología de recolección de información para OdV C.2.3

A continuación, se describe una propuesta de recolección de información para trabajos de actualización a futuro en relación a este OdV, con el propósito de mejorar su calidad y solidez con información de primera fuente. Se propone la utilización de una estrategia metodológica en tres etapas, siendo las dos primeras de recolección de información, y la tercera de análisis y juicio experto. Se describe desde el tipo de profesional idóneo y la metodología de trabajo.

- I. En la primera etapa Gabinete 1, se propone iniciar el proceso con la recopilación de información secundaria disponible –como mínimo, las disponibles en los sitios web del Consejo de Monumentos Nacionales y en el SIGPA del Consejo Nacional de la Cultura y las Artes, antes reseñadas. A partir de ello, se pre-identifican y pre-clasifican los diferentes sitios y manifestaciones culturales y, además, se diseñan los instrumentos de recolección de información.
- II. En la segunda etapa Terreno, se proponen visitas a terreno, a fin de recoger los datos necesarios, bajo los criterios de calidad cuantitativa y cualitativa que en esta guía se indican, y utilizando, como mínimo, las técnicas de recolección de información aquí sugeridas.
- III. En la tercera y última etapa Gabinete 2, se propone la elaboración de un informe experto de los Sitios de Significación y Manifestaciones y Actividades Culturales, donde se exponen los resultados extraídos, así como el análisis y calificación bajo criterio experto de los diferentes puntos identificados y analizados.

Los profesionales que desarrollen estos estudios deben ser profesionales de las ciencias sociales, preferentemente de disciplinas como la antropología social, sociología, historia, geografía, trabajo social, entre otras, que cuenten con al menos dos años de experiencia en la aplicación de entrevistas semiestructuradas en localidades rurales y/o trabajo en terreno con comunidades, u otro medio de verificación que asegure el establecimiento de un reporte adecuado, con un prudente manejo de los tiempos de una entrevista, trato respetuoso y atento, capaz de adecuarse a diferentes contextos.

Además, en el equipo profesional se debe contar con autonomía para manejar vehículos –licencia clase B-, y tener conocimientos para el uso de GPS y traspaso a sistemas de georreferenciación. El equipo debe ser encabezado por una persona (o más) que sea considerada como experta en temáticas socioculturales en ámbitos rurales y/o patrimoniales, que será responsable de realizar el juicio experto sobre la base de los elementos de los que disponga en su investigación y sus conocimientos académicos y/o experiencia relacionada.

Etapa de gabinete 1: información secundaria y diseño metodológico

Información secundaria

La información de carácter secundario corresponde a aquella que emana de fuentes que ya han sido producidas por otras personas acerca de la realidad social, es decir, corresponde a información indirecta. Normalmente, corresponde a fuentes documentales de diverso tipo: estadísticas, cartografías, fuentes audiovisuales, libros de historia y costumbres, artículos académicos, etc.

Se procederá a recopilar, analizar y sistematizar documentos, informes y estudios disponibles, tanto de fuentes públicas como privadas, acudiendo a información especializada y sistemática de tipo cartográfica, así como a artículos especializados del área de las ciencias sociales. Como mínimo, se tendrán presente las fuentes desarrolladas preliminarmente en este mismo documento –SIGPA, CMN, MOP. Se sugiere también la revisión de Líneas de Base del Medio Humano de proyectos ingresados al Sistema de Evaluación Ambiental (sea.gob.cl) en el territorio.

También, se tendrán a mano como antecedente los Planes de Desarrollo Comunal que hubiesen elaborado los Municipios, identificando en ellos los elementos que estos instrumentos de planificación consideren como relevantes para el desarrollo comunal y que sean indicativos de algunos elementos de la identidad local del territorio a describir.

Listado de pre-identificación y pre-clasificación

A continuación, se sugiere un listado de sitios de significación cultural y manifestaciones y actividades culturales que podrían estar presentes en las cuencas analizadas. No constituye, de ningún modo, un listado exacto y cerrado, sino sugerencias que deben cotejarse con cada realidad local.

- **Festividades religiosas:** Cuasimodo, Cruz de Mayo, San Pedro y San Pablo, etc. Debe utilizarse como indicativo territorial la parroquia o iglesia donde se desarrolla la actividad, la ruta de la procesión –de existir-, y otros puntos relevantes como: lugar donde ensayan los músicos y/o bailarines, y área de valorización de la fiesta (por ejemplo: San Pedro bendice una buena pesca, por lo que el área de valorización corresponde al área donde se realiza la pesca). Además, se debe indicar: fecha de realización, número de participantes, descripción de las diferentes fases de la festividad, y otros datos que se consideren relevantes para la elaboración de un adecuado juicio experto en la etapa de análisis. Copias de registro fotográfico que los participantes pudieran tener, u otro material audiovisual.

- **Artesanos tradicionales:** artesanos en diversas materias primas, tales como cuero, madera, crin de caballo, lana, fibras vegetales, etc. Como indicativo territorial se debe utilizar, como mínimo, el taller de confección o las viviendas, los lugares y rutas de venta. Debe describirse el modo de comercialización, precios, y realizar registro fotográfico de los artículos, etc.
- **Bailes tradicionales:** Diferentes bailes chinos –recordar que los Bailes Chinos fueron declarados como Patrimonio de la Humanidad recientemente por la UNESCO-, Clubes de Cueca. Indicativo territorial: lugar de ensayo, lugares de presentación. Descripción de los eventos de presentación, descripción y registro fotográfico de vestuario, recopilación de música asociada y, en general, cualquier otro elemento que permita caracterizar las dinámicas propias de estas prácticas tradicionales.
- **Música tradicional:** Presencia de grupos musicales folklóricos, como el Canto a lo Humano y a lo Divino, payadores, cantoras, etc. Como indicador territorial: lugares de ensayo, lugares de presentación. Además, descripción de relación con otras agrupaciones, número de personas que realizan la práctica, registros fotográficos o audiovisuales en general.
- **Deportes tradicionales:** práctica del rodeo, trilla a yegua suelta, carreras a la chilena, carreras de galgos, tejos, etc. Indicador territorial: lugar de la práctica, lugar de la cría de animales. Además, número de socios de la agrupación, descripción de la práctica en general en sus diferentes momentos, registros audiovisuales.
- **Prácticas económicas de raigambre tradicional:** práctica de mediería, vuelta de mano, trueques, construcción comunitaria, pesca artesanal, camaroneros, ganadería precordillerana con uso de veranadas, inquilinaje, etc. Indicador territorial: lugar o zona (aproximada) donde se realizan estas prácticas (representadas por puntos y/o áreas). Además, descripción pormenorizada de la práctica, precios monetarios o valores de intercambio transados, vínculos comunitarios que se generan, registros audiovisuales.
- **Otras.**

En base a la información secundaria recopilada, y el listado aquí reseñado, se realizarán pautas de entrevista y de observación, y se estimarán los esfuerzos en tiempo y logísticos necesarios para realizar el trabajo de terreno.

Etapa de terreno: recolección de información de fuentes primarias

Para recopilar la información de fuentes primarias se aplicarán instrumentos que se enmarcan dentro de la metodología cualitativa, principalmente. Se aplicarán técnicas de carácter presencial, cara a cara, siendo las principales: la entrevista semi estructurada a informantes clave y la observación etnográfica. Si el equipo investigador lo considera necesario, se pueden aplicar otras técnicas, las que deben ser debidamente fundamentadas.

Entrevistas Semi Estructuradas

Las entrevistas semi estructuradas son aquellas guiadas por un conjunto de temáticas mínimas a indagar, las cuales han sido elaboradas sobre la base de los objetivos del estudio. El investigador y el entrevistado dialogan de una forma que es una mezcla de conversación y preguntas complementarias. El uso de esta técnica se orienta a obtener información relevante de actores clave previamente identificados. Así, la entrevista se enfoca en personas que tienen algún tipo de liderazgo o representatividad para la o las comunidad(es) del territorio analizado.

Como protocolo, los dirigentes locales suelen ser la puerta de entrada en los territorios. Se recomienda primeramente ingresar a través del Municipio, los que a través de sus encargados de organizaciones comunitarias pueden derivar a las dirigencias de las Juntas de Vecinos locales, para luego ser derivados a los informantes expertos propiamente tales, esto es, por ejemplo, la agrupación folklórica local, el club de huasos, la agrupación de pescadores, la agrupación religiosa local. Otra función relevante en el territorio es la de darse a conocer transparentemente en el territorio, pues se permanecerá en éste durante algunos días lo cual, en localidades rurales, a veces despierta curiosidad.

El éxito de una entrevista depende en gran medida de las habilidades blandas del profesional, así como del contexto en que ésta se desenvolverá. Es relevante en este sentido elegir un momento y un lugar adecuado. A modo de ejemplo: si se opta por grabar, se debe considerar que la entrevista se realice en una habitación y no en el exterior, así como adecuarse a los ritmos y momentos de la población local. Más consejos operativos se pueden encontrar en manuales de metodologías cualitativas.

La entrevista debe comenzar declarando transparentemente y de manera muy resumida el objetivo de la misma, señalar la presencia de una grabadora de audio –de existir-, y el carácter público de la información que se entregará. Se le pedirá al informante la firma de un formulario de Consentimiento Informado, el cual será previamente visado y luego revisado por un Comité de Ética autorizado. El investigador puede evaluar si es relevante para el éxito de la investigación que la información a entregar sea de carácter anónimo y/o confidencial.

El número de entrevistas a aplicar puede variar de acuerdo a las características de cada territorio y a la información secundaria disponible. Sin embargo, se evaluará de manera positiva el alcanzar cierta saturación en la información recogida en terreno, así como la triangulación de los datos.

Observación directa etnográfica

Es una técnica que consiste en observar atentamente un territorio o fenómeno social particular, desde un punto de vista etnográfico, y registrarla –fotografiar, georreferenciar y realizar anotaciones- para su análisis posterior. Es directa por cuanto necesita la presencia del investigador en terreno, y es etnográfica pues requiere de la capacidad del investigador de

observar los fenómenos desde un punto de vista sociocultural. De esta forma, tanto los registros audiovisuales, las interpretaciones en terreno, y las entrevistas constituirán posteriormente la materia prima para la elaboración del informe.

Criterios de calidad en el trabajo de terreno

En términos cuantitativos, primero se debe realizar sobre la base de la información secundaria, informantes del municipio y dirigentes locales un catastro acucioso de lugares y sitios relevantes para la población local, así como manifestaciones y actividades sociales de carácter periódico – anual, semestral, mensual- o cotidiano, incluso aquellos que parecen no ser relevantes en términos de tradiciones o culturas folk. Sobre este listado se seleccionarán los ítems a profundizar.

En términos cualitativos, para profundizar de forma adecuada, se deben considerar como referencia el listado de pre-identificación y pre-clasificación, considerando fundamentalmente la georreferenciación de los sitios o prácticas, la descripción detallada de las prácticas y/o sitios, la observación del territorio, la recopilación de material audiovisual, y las primeras hipótesis de terreno.

Etapa de gabinete 2: informe de resultados y análisis experto

Se trata de la exposición de los resultados obtenidos en las dos etapas anteriores, de manera sistemática y ordenada. El informe debe presentar, como mínimo, el área de estudio y su justificación, la metodología utilizada, la fecha de ejecución de la campaña de terreno, los instrumentos de recolección de información utilizados, un listado de entrevistados y otro tipo de facilitadores de información, las fuentes secundarias consultadas, y el formato de consentimiento informado utilizado.

En el apartado de resultados se debe presentar la información cartográfica recopilada, la información asociada a cada punto o zona, y la información procesada de las entrevistas y los registros audiovisuales para una descripción a la vez detallada y sucinta, ordenada de acuerdo a categorías y clasificaciones pertinentes, tomando como referencia las desarrolladas en esta guía, complementando de acuerdo a los conocimientos del investigador y la realidad territorial. Los resultados cartográficos deberán además facilitarse en formato Kmz o *shapefile*.

La exposición de resultados deberá nutrir el posterior proceso de análisis y valoración, que hace las veces del apartado de conclusiones, y cuya metodología se expone a continuación. La valoración o juicio experto de los sitios de significación y las prácticas y actividades culturales es el ejercicio fundamental para presentar información relevante para la toma de decisiones del proyecto.

Metodología de análisis y valoración

Si bien los sitios y las prácticas tienen comportamientos concretos ligados a un territorio, el marco de influencia de estos sitios o prácticas, así como su relevancia, debe analizarse caso a caso, y considerarse al momento de valorarlos.

A modo de ejemplo, una fiesta popular o ceremonia, si bien se desarrolla en un espacio determinado –punto, trayecto, polígono-, y en un lapso de tiempo determinado –uno o dos días cada año-, el alcance y relevancia de la realización de dicha fiesta o ceremonia repercute de manera significativa en la prevalencia de una práctica asociada a esa fiesta, por ejemplo, el Canto a lo Humano y lo Divino, una práctica folklórica de índole musical y devocional, de origen campesino-criollo y que se practica y transmite de generación en generación desde la época de la Colonia, y que hoy en día se encuentra en proceso de decaimiento, recibiendo en algunos casos apoyos estatales para su conservación y/o rescate. A su vez, ambas prácticas permean de manera significativa la cultura local como un todo y, si bien, esto constituye una abstracción cuyos alcances espaciales y temporales son más difíciles de delimitar –es complicado poner un límite al “área de influencia” de una cultura dada su naturaleza dinámica-, su afectación tiene correlatos concretos en las comunidades, por cuanto son afectados sus sentimientos de arraigo, sus motivaciones para la permanencia en el territorio, u otras dimensiones de la cultura y la identidad.

Así, los cambios sobre estos sitios o manifestaciones podrían tener correlatos en la identidad a niveles que exceden lo local, traspasando su influencia desde una localidad o caserío hacia el ámbito comunal, provincial, regional o incluso nacional. En este sentido, los sitios de significación cultural y las manifestaciones y actividades tradicionales si bien son “puntos” o “hitos” en un territorio, considerando su ámbito de influencia y su peso sobre la mantención de la cultura y la identidad tienden a constituirse más bien como “capas”, o áreas difusas sobre el territorio, que se superponen y tienden a ser dinámicas tanto histórica como espacialmente.

Preliminarmente, se proponen los siguientes criterios de valoración: Fragilidad, Particularidad y Relevancia Antropológica.

- **Fragilidad:** se refiere a susceptibilidad del sitio de significación cultural o actividad tradicional de recibir daño en la eventualidad de que exista algún cambio de cualquier índole en el ambiente que pudiera modificar su condición basal.
- **Particularidad:** se refiere a si el sitio de significación cultural o actividad tradicional presente en el territorio tienen alguna característica que lo haga único o que se manifieste escasamente tanto dentro como fuera del territorio evaluado.
- **Relevancia antropológica:** es un criterio que alude a la relevancia objetiva del factor desde una perspectiva antropológica, vale decir, apunta a valorar cuál es el valor intrínseco del factor desde el punto de vista del aporte de éste a la cultura tradicional local, ya sea ésta campesina del valle central, costera, precordillerana, o de otra índole a definir.

Se propone otorgar una puntuación de 1 a 10, justificando cualitativamente la calificación, en base a la información recopilada en fuentes secundarias y primarias, y utilizando elementos comparativos presentes en la bibliografía disponible en las distintas ciencias sociales: antropología, sociología, historiografía, geografía, historia del arte, arqueología, entre otras. Esta comparación debe estar basada comparativamente también en relación en las distintas escalas de influencia: local, comunal, regional, etc.

Es de notar que estos criterios obedecen finalmente a juicios propios del investigador/a, quien toma en cuenta la valoración local de las prácticas o sitios –la opinión local-, pero que elabora su juicio sobre la base del conocimiento tanto del territorio como de la bibliografía disponible sobre la materia. En este sentido, si bien los datos a recoger emanan principalmente de entrevistas u observación directa, su valoración depende exclusivamente del equipo investigador experto. Esto es relevante por cuanto, si bien la aplicación de técnicas participativas es relevante, no se considera pertinente que éstas sean aplicadas en la etapa de recolección de información, sino más bien en las etapas finales de tomas de decisión, bajo metodologías y mecanismos de representación pertinentes y diseñados especialmente para ello.

Pues bien, una vez realizada esta calificación por cada criterio, se calculará el promedio, obteniendo así la calificación final de la valoración del sitio o manifestación cultural. Se considerará de 1 a 3 como Bajo, entre 4 y 7 como Medio y entre 8 y 10 como Alto. Acompañado de esta valoración final, se realizará un breve resumen del juicio experto que llevó a esta conclusión, apoyándose en los criterios anteriormente expuestos, pudiendo adicionar en este punto algún otro criterio que el/la investigador/a estime pertinente para cambiar (disminuir o aumentar) dicha valoración, siempre y cuando éste se encuentre debidamente fundamentado.

Luego, de todos los sitios de significación presentes en el territorio analizado se realizará un promedio de las valoraciones que obtuvo cada uno, y como resultado se obtendrá si el OdV en el territorio es: Muy Relevante (valoración Alta), Relevante (valoración Media) o Poco Relevante (valoración Baja). Al igual que en el ejercicio anterior, se acompañará la calificación numérica final con un resumen fundamentado de los elementos que llevaron a dicha conclusión, pudiendo el investigador adicionar en este punto otros criterios o argumentos debidamente fundamentados en bibliografía o fuentes primarias, que pudieran cambiar la valoración final de este OdV en el territorio estudiado.

Finalmente, el análisis realizado –el informe final- se someterá a la revisión de dos pares, anónimos, con perfiles profesionales similares, que permitan complementar el análisis – integrando comentarios, sugiriendo bibliografía, sugiriendo re-calificaciones de manera fundamentada, etc.-. El profesional corregirá su análisis en función de los comentarios recibidos, y entregará como resultado final tres documentos: el primer borrador, las observaciones de sus pares, y el documento final corregido.

Anexo XIV: Costos desagregados de transmisión a nivel de sub-subcuenca

En esta sección se encuentra el detalle de los costos de transmisión de forma desagregada a nivel de sub-subcuenca. La desagregación de costos se realizó de la siguiente manera:

Topología de red descentralizada (Radial)

- **Transmisión troncal y subtransmisión:** Corresponde a toda la infraestructura nueva del sistema de transmisión troncal y subtransmisión necesaria para la interconexión de los potenciales hidráulicos de este estudio. El costo asignado a cada sub-subcuenca corresponde a una prorrata en base a la capacidad total de generación por cada sub-subcuenca respecto al costo total de inversión del sistema troncal y de subtransmisión.
- **Transmisión adicional:** Corresponde a toda la infraestructura nueva del sistema de transmisión adicional necesaria para la interconexión de los potenciales hidráulicos de este estudio. El costo asignado a cada sub-subcuenca corresponde al costo de la línea que interconecta el potencial total de la sub-subcuenca al sistema principal.

Topología de red con agrupaciones de subsubcuencas (Pseudo coordinada)

- **Transmisión troncal y subtransmisión:** Corresponde a toda la infraestructura nueva del sistema de transmisión troncal y subtransmisión necesaria para la interconexión de los potenciales hidráulicos de este estudio. El costo asignado a cada sub-subcuenca corresponde a una prorrata en base a la capacidad total de generación por cada sub-subcuenca respecto al costo total de inversión del sistema troncal y de subtransmisión.
- **Transmisión adicional:** Corresponde a toda la infraestructura nueva del sistema de transmisión adicional necesaria para la interconexión de los potenciales hidráulicos de este estudio. El costo asignado a cada sub-subcuenca corresponde a una prorrata en base al potencial hidroeléctrico total de generación por cada sub-subcuenca con respecto al costo total de la infraestructura de transmisión adicional de la agrupación de sub-subcuenca a la cual pertenece.

Topología de red integrada con agrupaciones de subsubcuencas (Full coordinada)

- **Transmisión troncal y subtransmisión:** Corresponde a toda la infraestructura nueva del sistema de transmisión troncal y subtransmisión necesaria para la interconexión de los potenciales hidráulicos de este estudio. El costo asignado a cada sub-subcuenca corresponde a una prorrata en base a la capacidad total de generación por cada sub-subcuenca respecto al costo total de inversión del sistema troncal y de subtransmisión.
- **Transmisión adicional:** Corresponde a toda la infraestructura nueva del sistema de transmisión adicional necesaria para la interconexión de los potenciales hidráulicos de este estudio. El costo asignado a cada sub-subcuenca corresponde a una prorrata en base al potencial hidroeléctrico total por cada sub-subcuenca con respecto al costo total de la infraestructura de transmisión adicional de cada cuenca.

Metodología de planificación de la transmisión sin considerar penalización por presencia de OdV

Topología de red descentralizada (Radial)

Cuenca	Sub-subcuenca	Total MW potencial hidroeléctrico de la sub-subcuenca	AVI + COMA Transmisión Adicional US\$	AVI + COMA Transmisión Troncal y Subtransmisión US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$
Río Maule	Río Maule Entre Desague Laguna del Maule y Río Puelche	167,5	1.570.402	6.142.343	7.712.746
Río Maule	Río Puelche	21,1	1.026.572	774.898	1.801.470
Río Maule	Río Maule entre Río Puelche y Río Cipreses	28,4	915.317	1.041.510	1.956.828
Río Maule	Río Barroso	34,0	999.080	1.246.145	2.245.225
Río Maule	Río de La Invernada	25,0	1.153.109	918.289	2.071.399
Río Maule	Río Maule entre Río Cipreses y Río Curillínque	58,0	1.025.332	2.125.928	3.151.260
Río Maule	Río Maule entre Río Curillínque y Río Melado	3,7	914.755	136.790	1.051.545
Río Maule	Estero Perales y Cajon Troncosa	29,6	1.493.014	1.086.985	2.579.999
Río Maule	Río Guaiquivilo Entre Estero Perales, Cajon Troncosa y Río Relbun	15,1	1.276.558	555.228	1.831.786
Río Maule	Río Guaiquivilo Entre Estero Relbun y Río de La Puente	142,8	1.570.807	5.235.423	6.806.230
Río Maule	Río de La Puente	79,3	1.353.125	2.908.894	4.262.020
Río Maule	Río Melado Entre Río de La Puente y Bajo Junta	117,9	1.110.975	4.324.468	5.435.443

	Estero El Toro				
Río Maule	Río Melado Entre Estero El Toro y Río Maule	199,9	975.191	7.332.379	8.307.570
Río Maule	Río Claro	45,6	968.568	1.670.450	2.639.018
Río Maule	Río Maule entre Río Melado y Muro Embalse Colbun	29,5	884.203	1.083.317	1.967.521
Río Maule	Río Perquilauquen hasta junta Río Cato	36,0	1.562.987	1.320.224	2.883.211
Río Maule	Río Longavi bajo junta Río Bullileo	117,1	1.870.030	4.294.396	6.164.426
Río Maule	Río Longavi Entre Río Bullileo y Río Loncomilla (excepto Río Liguay)	21,6	1.300.680	790.668	2.091.348
Río Maule	Río Achibueno Bajo Junta Estero de Pejerreyes	83,2	1.543.108	3.049.351	4.592.460
Río Maule	Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancoa	139,0	1.688.676	5.097.166	6.785.842
Río Maule	Río Ancoa	22,2	1.082.982	813.038	1.896.020
Río Maule	Río Claro Hasta Estero Sin Nombre	23,8	1.211.410	874.282	2.085.692
Río Maule	Río Claro Entre Estero Sin Nombre y Bajo Junta Estero Carreton	7,4	1.079.827	271.379	1.351.207
Río Maule	Río Lircay Hasta Estero Picazo	25,6	1.046.603	939.193	1.985.796
Río Biobío	Río Biobío Hasta Bajo Junta Río Rucauco	1,4	1.622.735	50.609	1.673.343
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Rucauco y Río Pehuenco	62,5	2.336.918	2.290.956	4.627.873
Río Biobío	Río Biobío Entre Arriba Junta Río Pehuenco y Bajo Río Pichipehuenco	35,0	1.875.317	1.284.652	3.159.968

Río Biobío	Río Biobío Entre Río Pichipehuenco y Río Lonquimay	103,0	2.330.121	3.777.308	6.107.429
Río Biobío	Río Lonquimay	20,1	1.459.813	737.492	2.197.305
Río Biobío	Río Rahue	31,0	1.571.843	1.137.227	2.709.070
Río Biobío	Río Biobío entre Río Lonquimay y Río Ranquil	2,5	1.273.144	90.582	1.363.726
Río Biobío	Río Biobío Entre Arriba Junta Río Ranquil y Río Lamin	143,2	2.031.746	5.251.559	7.283.305
Río Biobío	Río Lamin	137,7	1.566.382	5.049.858	6.616.240
Río Biobío	Río Lolco en junta Río Villacura	62,7	1.367.582	2.298.657	3.666.240
Río Biobío	Río Villucura	16,1	1.129.832	589.333	1.719.165
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Ranquil y Bajo Junta Río Butaco	40,2	997.271	1.474.250	2.471.522
Río Biobío	Río Biobío entre Río Butaco y Río Queuco	182,8	968.376	6.703.072	7.671.448
Río Biobío	Río Queuco hasta bajo junta Río Niremetun	32,5	1.239.844	1.192.236	2.432.080
Río Biobío	Río Queuco entre Río Niremetun y Río Biobío	255,1	1.237.742	9.354.889	10.592.631
Río Biobío	Río Huequecura	67,9	1.153.714	2.488.990	3.642.703
Río Biobío	Río Biobío entre Río Queuco y Río Lirquen	397,5	2.277.974	14.576.010	16.853.984
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Lirquen y Bajo Estero Pile (Calbuco)	182,2	1.994.522	6.681.068	8.675.591
Río Biobío	Río Biobío Entre Estero Pile (Calbuco) y Río Duqueco	459,8	3.467.247	16.862.931	20.330.179
Río Biobío	Río Duqueco Hasta Bajo Estero Paulin	38,9	1.129.221	1.427.676	2.556.897
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Paulin y Bajo	17,8	1.018.507	653.878	1.672.385

	Estero Caicura				
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Caicura y Bajo Río Quilleco	49,4	1.157.765	1.811.641	2.969.406
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Quilleco y Río Coreo	17,9	1.165.109	654.978	1.820.087
Río Biobío	Río Duqueco entre bajo Río Coreo y Río Biobío	0,9	1.048.369	33.739	1.082.108
Río Biobío	Río Mulchen hasta junta Río Bureo	29,3	1.104.123	1.073.416	2.177.539
Río Biobío	Río Bureo Hasta Bajo Estero Pichibureo	45,9	1.350.947	1.681.452	3.032.399
Río Biobío	Río Bureo entre Río Pichibureo y Río Mulchen	79,8	1.687.512	2.927.231	4.614.742
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Duqueco, Río Mulchen y Río Vergara	1,9	1.214.392	70.412	1.284.804
Río Biobío	Río Renaico hasta bajo junta Río Amargo	51,4	1.257.794	1.884.253	3.142.048
Río Biobío	Río Renaico Entre Río Amargo y Bajo Estero Luanrelun	56,8	1.433.510	2.083.021	3.516.530
Río Biobío	Río Renaico entre Río Luanrelun y Río Mininco	28,1	1.078.144	1.031.242	2.109.386
Río Biobío	Río Mininco	16,8	922.937	614.638	1.537.575
Río Biobío	Río Malleco hasta bajo junta Río Niblinto	45,2	1.388.089	1.656.881	3.044.971
Río Biobío	Río Malleco Entre Río Niblinto y Estero Cherquenco	106,0	1.044.392	3.885.860	4.930.253
Río Biobío	Río Ricoiquen	25,6	1.260.885	938.093	2.198.977
Río Biobío	Río Coihue y Río Esperanza	8,1	1.228.443	297.784	1.526.227
Río Biobío	Río Culenco	3,9	1.269.084	142.658	1.411.741
Río Biobío	Río Toboleo Entre Junta Ríos Coihue	31,7	1.478.042	1.161.431	2.639.472

	y Esperanza y Río Biobío				
Río Biobío	Río Guaqui hasta Río Raninco	0,1	1.032.901	5.134	1.038.035
Río Biobío	Río Raninco	0,4	950.803	15.036	965.839
Río Biobío	Río Laja entre Desague Laja y Río Polcura	13,5	874.091	495.451	1.369.542
Río Biobío	Río Polcura Entre Río Vallecito y Bajo Estero Blanquillo	14,6	1.075.656	535.058	1.610.714
Río Biobío	Río Polcura Entre Estero Blanquillo y Río Laja	24,4	1.049.568	895.919	1.945.487
Río Biobío	Río Laja Entre Estero Polcura y Río Rucue	9,7	900.917	356.827	1.257.744
Río Biobío	Río Rucue	39,9	994.579	1.464.349	2.458.927
Río Biobío	Río Laja Entre Río Rucue y Estero Alcapan	0,2	875.715	6.234	881.950
Río Biobío	Río Laja Entre Arriba Estero Alcapan y Río Caliboro	41,1	1.057.277	1.507.256	2.564.534
Río Biobío	Río Caliboro	4,6	983.828	168.329	1.152.156
Río Biobío	Río Laja entre Río Claro y Río Biobío	0,3	1.105.881	10.268	1.116.149
Río Biobío	Estero Quilacoya	0,6	1.064.485	22.370	1.086.856
Río Toltén	Río Trafultraful	59,6	1.998.078	2.183.871	4.181.949
Río Toltén	Río Zahuelhue y Río Guallerrupe	86,9	2.306.408	3.186.141	5.492.549
Río Toltén	Río Allipen entre Tres Juntas y bajo Río Llaima	36,0	1.603.842	1.318.757	2.922.599
Río Toltén	Río Allipen Entre Río Llaima y Bajo Estero Cunco	103,1	1.843.508	3.780.242	5.623.750
Río Toltén	Río Curaco	30,3	1.344.593	1.111.189	2.455.781
Río Toltén	Río Allipen entre Río Curaco y Río Toltén	0,1	1.090.359	4.034	1.094.393
Río Toltén	Río Maichin Hasta Bajo Estero Cuatro M.	31,5	1.736.475	1.154.096	2.890.571

Río Toltén	Río Maichin Entre Estero Cuatro M. y Río Trancura	87,5	1.978.437	3.208.512	5.186.949
Río Toltén	Río Trancura	106,7	2.089.118	3.911.531	6.000.649
Río Toltén	Río Pucon Entre Junta Ríos Maichin y Trancura y Bajo Río Cavisani	44,1	1.491.730	1.616.541	3.108.271
Río Toltén	Río Pucon entre Río Cavisani y Río Curileufu	109,0	1.824.550	3.996.612	5.821.162
Río Toltén	Río Blanco en desague Lago Caburgua	36,6	1.727.607	1.342.961	3.070.569
Río Toltén	Río Liucura	88,6	1.760.813	3.248.852	5.009.665
Río Toltén	Lago Caburgua y Río Carrileufu en junta Río Pucon	0,8	1.231.200	29.705	1.260.905
Río Toltén	Río Pucon Entre Río Curileufu y Desembocadura Lago Villarrica	51,8	1.448.642	1.900.023	3.348.664
Río Toltén	Lago Villarrica	0,6	1.185.112	22.004	1.207.116
Río Toltén	Río Toltén Entre Desague Lago Villarrica y Río Pedregoso	63,5	1.418.657	2.329.096	3.747.753
Río Toltén	Río Pedregoso	4,9	1.265.214	179.697	1.444.911
Río Toltén	Río Toltén entre Río Pedregoso y Río Allipen	54,6	1.262.030	2.001.240	3.263.270
Río Toltén	Río Toltén entre Río Allipen y Río Donguil	23,5	886.827	862.547	1.749.373
Río Toltén	Río Donguil Bajo Junta Estero Polul	0,4	1.004.339	14.669	1.019.008
Río Toltén	Río Donguil Entre Estero Quitratrué y Río Toltén	0,8	969.121	28.605	997.726
Río Toltén	Río Toltén Entre Estero Danquil y Estero Neicuf	102,9	1.624.021	3.771.807	5.395.829
Río Valdivia	Desague Lago Pirehueico	3,1	1.318.386	114.419	1.432.805
Río Valdivia	Río Fui Entre Desague Lago Pirehueico y Río	9,1	1.159.968	334.457	1.494.424

	Neltume				
Río Valdivia	Río Llizan en junta Río Reyehueico	157,6	1.819.994	5.778.182	7.598.176
Río Valdivia	Río Neltume entre arriba Río Reyehueico y Río Fui	487,8	2.947.435	17.889.039	20.836.474
Río Valdivia	Río Llanquihue Entre Junta Ríos Fui y Neltume y Desembocadura en Lago Panguipulli	13,4	1.114.164	489.583	1.603.748
Río Valdivia	Río Coaripe en Desembocadura Lago Calafquen	174,0	1.366.690	6.382.551	7.749.241
Río Valdivia	Río Guanehue Entre Desague Lago Calafquen y Lago Panguipulli	15,3	864.201	559.262	1.423.463
Río Valdivia	Lago Panguipulli	176,1	936.355	6.457.364	7.393.719
Río Valdivia	Río Enco	58,8	1.365.075	2.154.533	3.519.608
Río Valdivia	Lago Riihue	0,1	995.805	4.767	1.000.572
Río Valdivia	Río San Pedro Entre Río Maio y Río Quinchilca	507,8	1.478.858	18.620.663	20.099.522
Río Valdivia	Río Quinchilca hasta bajo Río Remehue	12,3	1.169.297	451.810	1.621.107
Río Valdivia	Río Pichico	0,2	952.488	7.335	959.822
Río Valdivia	Río Quinchilca entre Río Remehue y Río Pichico	11,0	1.044.929	403.769	1.448.698
Río Valdivia	Estero Chapuco Hasta Estero Lipingue	0,2	975.436	7.335	982.771
Río Valdivia	Río Calle Calle entre Río Cuicuileufu y Río Cruces	0,7	868.667	26.404	895.071
Río Valdivia	Río Cruces (San Jose) Bajo Estero Niguen	8,4	977.114	307.319	1.284.433
Río Valdivia	Río Leufucade bajo Río Antilhue	0,3	941.990	11.369	953.359
Río Valdivia	Río laque Entre Río Pillecozcoz y	0,3	966.274	11.002	977.276

	Río Mafil				
Río Valdivia	Río Angachillas	2,6	975.522	93.883	1.069.405
Río Valdivia	Río Futa Bajo Estero Catamatun	4,0	1.073.348	147.792	1.221.140
Río Valdivia	Río Tornagaleones	3,0	1.007.291	108.552	1.115.843
Río Bueno	Río Curringue	42,0	1.698.108	1.539.161	3.237.269
Río Bueno	Río Pillanleufu	26,2	1.615.689	961.197	2.576.885
Río Bueno	Río Hueinahue	8,0	1.535.621	291.916	1.827.537
Río Bueno	Río Melipue	35,0	1.765.983	1.283.551	3.049.534
Río Bueno	Lago Maihue y Río Calcurrupe	434,8	4.247.510	15.945.009	20.192.519
Río Bueno	Río Caunahue	76,5	1.790.472	2.806.210	4.596.682
Río Bueno	Río Nilahue	79,8	1.866.960	2.926.130	4.793.091
Río Bueno	Lago Ranco	67,3	1.773.534	2.468.819	4.242.354
Río Bueno	Río Bueno Entre Lago Ranco y Bajo Río Ralitrán	13,0	1.041.330	477.114	1.518.445
Río Bueno	Río Bueno Entre Río Ralitrán y Río Llolehue	107,9	1.273.033	3.957.739	5.230.772
Río Bueno	Río Golgol hasta junta Río Pajarito	48,4	1.979.796	1.774.601	3.754.398
Río Bueno	Río Golgol entre Río Pajarito y Lago Puyehue	60,8	1.864.631	2.228.612	4.093.243
Río Bueno	Lago Puyehue	36,4	1.616.952	1.336.360	2.953.313
Río Bueno	Río Pilmaiquen entre Lago Puyehue y Río Chirre	87,3	1.203.674	3.202.277	4.405.952
Río Bueno	Río Chirre hasta junta Río Quilihue	43,1	1.268.278	1.580.969	2.849.246
Río Bueno	Río Quilihue	22,0	1.097.673	804.970	1.902.643
Río Bueno	Río Chirre entre Río Quilihue y Río Pilmaiquen	0,5	1.138.650	17.970	1.156.619
Río Bueno	Río Pilmaiquen entre Río Chirri y Río Bueno	53,2	1.137.158	1.952.098	3.089.257
Río	Río Bueno entre	3,1			

Bueno	Río Pilmaiquen y Río Rahue		923.461	115.153	1.038.614
Río Bueno	Lago Rupanco	91,1	2.074.874	3.340.901	5.415.775
Río Bueno	Río Coihueco bajo junta Río Blanco	40,7	1.362.929	1.494.054	2.856.983
Río Bueno	Río Coihueco entre Río Blanco y Río Rahue	6,7	1.081.744	244.241	1.325.985
Río Bueno	Río Rahue entre Río Coihueco y Río Negro	0,2	1.015.063	5.868	1.020.931
Río Bueno	Río Bueno entre Río Rahue y Laguna de La Trinidad	4,5	1.043.734	165.761	1.209.495
Río Bueno	Río Bueno Entre Laguna de La Trinidad y Bajo Estero Molino	0,2	1.182.445	6.234	1.188.679
Río Puelo	Río de Los Morros	7,4	1.350.649	270.646	1.621.295
Río Puelo	Río Manso entre Río de Los Morros y bajo Río Steffen	265,8	4.333.967	9.748.389	14.082.357
Río Puelo	Río Manso entre Río Steffen y Río Puelo	11,6	1.465.608	426.873	1.892.481
Río Puelo	Río Puelo entre frontera y Río Ventisquero	21,5	1.793.471	786.634	2.580.105
Río Puelo	Río Ventisquero	69,0	2.471.325	2.531.530	5.002.855
Río Puelo	Río Puelo entre Arroyo Ventisquero y bajo Río Negro	21,1	1.698.618	773.798	2.472.416
Río Puelo	Río Traidor	32,3	1.617.748	1.183.068	2.800.816
Río Puelo	Río Puelo entre Río Negro y Río Manso	5,1	1.423.858	186.298	1.610.156
Río Puelo	Río Puelo Entre Río Manso y Desague Laguna Tagua Tagua	329,2	4.077.283	12.072.351	16.149.634
Río Puelo	Río Apertura	18,6	1.259.761	680.649	1.940.410
Río Puelo	Río Puelo Chico	24,6	1.532.340	900.320	2.432.660
Río Puelo	Río Puelo Entre Desague Laguna	11,7	1.199.833	429.073	1.628.906

	Tagua Tagua y Desembocadura				
Río Yelcho	Lago Espolon y Río Espolon en junta Río Futaleufu	69,1	4.221.864	2.533.364	6.755.228
Río Yelcho	Río Futaleufu entre frontera y Río Azulado	416,0	13.831.465	15.255.925	29.087.390
Río Yelcho	Río Futaleufu entre arriba Río Azul y Lago Yelcho	44,4	3.886.598	1.628.277	5.514.875
Río Yelcho	Lago Yelcho	844,1	25.872.048	30.956.692	56.828.741
Río Yelcho	Río Amarillo	29,3	2.782.136	1.072.682	3.854.819

Topología de red con agrupaciones de subsubcuencas (Pseudo coordinada)

Cuenca	Sub-subcuenca	Total MW de potencial hidroeléctrico de la sub-subcuenca	AVI + COMA Transmisión Adicional US\$	AVI + COMA Transmisión Troncal y Subtransmisión US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$
Río Maule	Río Maule Entre Desague Laguna del Maule y Río Puelche	167,5	1.241.110,11	5.888.425	7.129.535
Río Maule	Río Puelche	21,1	156.574	742.865	899.439
Río Maule	Río Maule entre Río Puelche y Río Cipreses	28,4	210.446	998.455	1.208.901
Río Maule	Río Barroso	34,0	251.794	1.194.631	1.446.424
Río Maule	Río de La Invernada	25,0	185.548	880.328	1.065.876
Río Maule	Río Maule entre Río Cipreses y Río Curillínque	58,0	429.561	2.038.044	2.467.605
Río Maule	Río Maule entre Río Curillínque y Río Melado	3,7	27.640	131.135	158.775
Río Maule	Estero Perales y Cajon Troncosa	29,6	324.550	1.042.050	1.366.599
Río Maule	Río Guaiquivilo Entre Estero Perales, Cajon Troncosa y Río Relbun	15,1	165.779	532.275	698.054
Río Maule	Río Guaiquivilo Entre Estero Relbun y Río de La Puente	142,8	1.563.182	5.018.995	6.582.177
Río Maule	Río de La Puente	79,3	868.532	2.788.643	3.657.175
Río Maule	Río Melado Entre Río de La Puente y Bajo Junta Estero El Toro	117,9	873.794	4.145.699	5.019.492
Río Maule	Río Melado Entre Estero El Toro y Río Maule	199,9	1.481.566	7.029.265	8.510.832
Río Maule	Río Claro	45,6	337.528	1.601.396	1.938.924

Río Maule	Río Maule entre Río Melado y Muro Embalse Colbun	29,5	218.893	1.038.534	1.257.427
Río Maule	Río Perquilauquen hasta junta Río Cato	36,0	472.601	1.265.647	1.738.249
Río Maule	Río Longavi bajo junta Río Bullileo	117,1	1.537.266	4.116.870	5.654.136
Río Maule	Río Longavi Entre Río Bullileo y Río Loncomilla (excepto Río Liguay)	21,6	283.036	757.982	1.041.018
Río Maule	Río Achibueno Bajo Junta Estero de Pejerreyes	83,2	1.091.577	2.923.294	4.014.871
Río Maule	Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancoa	139,0	1.824.634	4.886.454	6.711.088
Río Maule	Río Ancoa	22,2	291.044	779.428	1.070.471
Río Maule	Río Claro Hasta Estero Sin Nombre	23,8	728.189	838.140	1.566.329
Río Maule	Río Claro Entre Estero Sin Nombre y Bajo Junta Estero Carreton	7,4	226.032	260.161	486.193
Río Maule	Río Lircay Hasta Estero Picazo	25,6	782.253	900.368	1.682.621
Río Biobío	Río Biobío Hasta Bajo Junta Río Rucauco	1,4	18.852	48.516	67.368
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Rucauco y Río Pehuenco	62,5	853.383	2.196.250	3.049.633
Río Biobío	Río Biobío Entre Arriba Junta Río Pehuenco y Bajo Río Pichipehuenco	35,0	478.534	1.231.545	1.710.079
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Pichipehuenco y Río Lonquimay	103,0	1.407.050	3.621.158	5.028.208
Río Biobío	Río Lonquimay	20,1	274.716	707.005	981.721
Río Biobío	Río Rahue	31,0	423.618	1.090.215	1.513.832
Río Biobío	Río Biobío entre Río Lonquimay y Río Ranquil	2,5	33.742	86.837	120.579
Río Biobío	Río Biobío Entre Arriba Junta Río	143,2	1.956.209	5.034.464	6.990.674

	Ranquil y Río Lamin				
Río Biobío	Río Lamin	137,7	1.881.076	4.841.102	6.722.177
Río Biobío	Río Lolco en junta Río Villacura	62,7	856.251	2.203.633	3.059.884
Río Biobío	Río Villacura	16,1	219.527	564.971	784.498
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Ranquil y Bajo Junta Río Butaco	40,2	493.914	1.413.306	1.907.221
Río Biobío	Río Biobío entre Río Butaco y Río Queuco	182,8	2.245.712	6.425.973	8.671.686
Río Biobío	Río Queuco hasta bajo junta Río Niremetun	32,5	672.036	1.142.950	1.814.986
Río Biobío	Río Queuco entre Río Niremetun y Río Biobío	255,1	3.134.143	8.968.167	12.102.310
Río Biobío	Río Huequecura	67,9	833.879	2.386.097	3.219.977
Río Biobío	Río Biobío entre Río Queuco y Río Lirquen	397,5	4.883.361	13.973.451	18.856.813
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Lirquen y Bajo Estero Pile (Calbuco)	182,2	2.238.340	6.404.879	8.643.220
Río Biobío	Río Biobío Entre Estero Pile (Calbuco) y Río Duqueco	459,8	7.359.926	16.165.834	23.525.759
Río Biobío	Río Duqueco Hasta Bajo Estero Paulin	38,9	804.748	1.368.657	2.173.405
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Paulin y Bajo Estero Caicura	17,8	368.576	626.847	995.423
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Caicura y Bajo Río Quilleco	49,4	1.021.181	1.736.750	2.757.930
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Quilleco y Río Coreo	17,9	285.869	627.902	913.771
Río Biobío	Río Duqueco entre bajo Río Coreo y Río Biobío	0,9	14.726	32.344	47.070
Río Biobío	Río Mulchen hasta junta Río Bureo	29,3	359.624	1.029.042	1.388.665
Río Biobío	Río Bureo Hasta Bajo Estero Pichibureo	45,9	563.332	1.611.943	2.175.275

Río Biobío	Río Bureo entre Río Pichibureo y Río Mulchen	79,8	980.702	2.806.222	3.786.924
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Duqueco, Río Mulchen y Río Vergara	1,9	30.732	67.501	98.233
Río Biobío	Río Renaico hasta bajo junta Río Amargo	51,4	631.276	1.806.360	2.437.637
Río Biobío	Río Renaico Entre Río Amargo y Bajo Estero Luanrelun	56,8	697.869	1.996.910	2.694.779
Río Biobío	Río Renaico entre Río Luanrelun y Río Mininco	28,1	345.494	988.611	1.334.105
Río Biobío	Río Mininco	16,8	205.920	589.229	795.150
Río Biobío	Río Malleco hasta bajo junta Río Niblinto	45,2	555.101	1.588.388	2.143.488
Río Biobío	Río Malleco Entre Río Niblinto y Estero Cherquenco	106,0	1.301.869	3.725.222	5.027.092
Río Biobío	Río Ricoiquen	25,6	409.436	899.313	1.308.749
Río Biobío	Río Coihue y Río Esperanza	8,1	129.970	285.474	415.443
Río Biobío	Río Culenco	3,9	62.264	136.760	199.024
Río Biobío	Río Toboleo Entre Junta Ríos Coihue y Esperanza y Río Biobío	31,7	506.913	1.113.418	1.620.331
Río Biobío	Río Guaqui hasta Río Raninco	0,1	2.241	4.922	7.163
Río Biobío	Río Raninco	0,4	8.475	14.414	22.890
Río Biobío	Río Laja entre Desague Laja y Río Polcura	13,5	279.274	474.969	754.244
Río Biobío	Río Polcura Entre Río Vallecito y Bajo Estero Blanquillo	14,6	301.600	512.939	814.538
Río Biobío	Río Polcura Entre Estero Blanquillo y Río Laja	24,4	505.009	858.882	1.363.891
Río Biobío	Río Laja Entre Estero Polcura y Río Rucue	9,7	201.135	342.076	543.212
Río Biobío	Río Rucue	39,9	825.420	1.403.814	2.229.234

Río Biobío	Río Laja Entre Río Rucue y Estero Alcapan	0,2	3.514	5.977	9.491
Río Biobío	Río Laja Entre Arriba Estero Alcapan y Río Caliboro	41,1	657.851	1.444.948	2.102.798
Río Biobío	Río Caliboro	4,6	73.468	161.370	234.838
Río Biobío	Río Laja entre Río Claro y Río Biobío	0,3	4.482	9.844	14.326
Río Biobío	Estero Quilacoya	0,6	9.764	21.446	31.209
Río Toltén	Río Trafultraful	59,6	1.193.957	2.093.592	3.287.549
Río Toltén	Río Zahuelhue y Río Guallerupe	86,9	1.741.914	3.054.429	4.796.343
Río Toltén	Río Allipen entre Tres Juntas y bajo Río Llaima	36,0	720.986	1.264.241	1.985.227
Río Toltén	Río Allipen Entre Río Llaima y Bajo Estero Cunco	103,1	1.951.841	3.623.971	5.575.812
Río Toltén	Río Curaco	30,3	573.737	1.065.253	1.638.990
Río Toltén	Río Allipen entre Río Curaco y Río Toltén	0,1	2.083	3.867	5.950
Río Toltén	Río Maichin Hasta Bajo Estero Cuatro M.	31,5	418.740	1.106.387	1.525.127
Río Toltén	Río Maichin Entre Estero Cuatro M. y Río Trancura	87,5	1.164.143	3.075.875	4.240.018
Río Toltén	Río Trancura	106,7	1.419.220	3.749.832	5.169.052
Río Toltén	Río Pucon Entre Junta Ríos Maichin y Trancura y Bajo Río Cavisani	44,1	586.529	1.549.715	2.136.244
Río Toltén	Río Pucon entre Río Cavisani y Río Curileufu	109,0	1.450.090	3.831.396	5.281.486
Río Toltén	Río Blanco en desague Lago Caburgua	36,6	734.218	1.287.445	2.021.663
Río Toltén	Río Liucura	88,6	1.178.780	3.114.547	4.293.327
Río Toltén	Lago Caburgua y Río Carrileufu en junta Río Pucon	0,8	10.778	28.477	39.255
Río	Río Pucon Entre				

Toltén	Río Curileufu y Desembocadura Lago Villarrica	51,8	689.385	1.821.478	2.510.862
Río Toltén	Lago Villarrica	0,6	11.361	21.094	32.455
Río Toltén	Río Toltén Entre Desague Lago Villarrica y Río Pedregoso	63,5	1.202.575	2.232.813	3.435.388
Río Toltén	Río Pedregoso	4,9	92.783	172.269	265.051
Río Toltén	Río Toltén entre Río Pedregoso y Río Allipen	54,6	1.033.294	1.918.511	2.951.805
Río Toltén	Río Toltén entre Río Allipen y Río Donguil	23,5	502.708	826.890	1.329.597
Río Toltén	Río Donguil Bajo Junta Estero Polul	0,4	8.549	14.063	22.612
Río Toltén	Río Donguil Entre Estero Quitratrue y Río Toltén	0,8	16.671	27.422	44.094
Río Toltén	Río Toltén Entre Estero Danquil y Estero Neicuf	102,9	2.198.278	3.615.884	5.814.162
Río Valdivia	Desague Lago Pirehueico	3,1	23.806	109.689	133.495
Río Valdivia	Río Fui Entre Desague Lago Pirehueico y Río Neltume	9,1	69.586	320.631	390.217
Río Valdivia	Río Llizan en junta Río Reyehueico	157,6	1.202.196	5.539.317	6.741.513
Río Valdivia	Río Neltume entre arriba Río Reyehueico y Río Fui	487,8	3.721.953	17.149.523	20.871.477
Río Valdivia	Río Llanquihue Entre Junta Ríos Fui y Neltume y Desembocadura en Lago Panguipulli	13,4	101.862	469.344	571.206
Río Valdivia	Río Coaripe en Desembocadura Lago Calafquen	174,0	1.182.385	6.118.702	7.301.087
Río Valdivia	Río Guanehue Entre Desague Lago Calafquen y Lago Panguipulli	15,3	103.605	536.142	639.747
Río Valdivia	Lago Panguipulli	176,1	1.196.244	6.190.422	7.386.666
Río	Río Enco				

Valdivia		58,8	448.267	2.065.466	2.513.734
Río Valdivia	Lago Rihue	0,1	635	4.570	5.205
Río Valdivia	Río San Pedro Entre Río Maio y Río Quinchilca	507,8	2.479.001	17.850.903	20.329.904
Río Valdivia	Río Quinchilca hasta bajo Río Remehue	12,3	60.150	433.133	493.283
Río Valdivia	Río Pichico	0,2	976	7.031	8.008
Río Valdivia	Río Quinchilca entre Río Remehue y Río Pichico	11,0	53.754	387.077	440.832
Río Valdivia	Estero Chapuco Hasta Estero Lipingue	0,2	42.839	7.031	49.870
Río Valdivia	Río Calle Calle entre Río Cuicuileufu y Río Cruces	0,7	154.219	25.313	179.532
Río Valdivia	Río Cruces (San Jose) Bajo Estero Niguen	8,4	56.932	294.615	351.546
Río Valdivia	Río Leufucade bajo Río Antilhue	0,3	2.106	10.899	13.005
Río Valdivia	Río laque Entre Río Pillecozcoz y Río Mafil	0,3	64.258	10.547	74.805
Río Valdivia	Río Angachillas	2,6	548.335	90.002	638.336
Río Valdivia	Río Futa Bajo Estero Catamatun	4,0	863.198	141.682	1.004.881
Río Valdivia	Río Tornagaleones	3,0	634.012	104.064	738.076
Río Bueno	Río Curringue	42,0	506.843	1.475.534	1.982.377
Río Bueno	Río Pillanleufu	26,2	316.520	921.462	1.237.982
Río Bueno	Río Hueinahue	8,0	96.128	279.849	375.976
Río Bueno	Río Melipue	35,0	422.671	1.230.491	1.653.162
Río Bueno	Lago Maihue y Río Calcurrupe	434,8	5.250.663	15.285.857	20.536.520
Río Bueno	Río Caunahue	76,5	924.080	2.690.204	3.614.284
Río Bueno	Río Nilahue	79,8	963.570	2.805.167	3.768.737
Río Bueno	Lago Ranco	67,3	812.978	2.366.761	3.179.739

Río Bueno	Río Bueno Entre Lago Ranco y Bajo Río Ralitrán	13,0	175.053	457.391	632.444
Río Bueno	Río Bueno Entre Río Ralitrán y Río Lollehue	107,9	1.452.096	3.794.130	5.246.226
Río Bueno	Río Golgol hasta junta Río Pajarito	48,4	584.373	1.701.241	2.285.614
Río Bueno	Río Golgol entre Río Pajarito y Lago Puyehue	60,8	1.292.557	2.136.483	3.429.040
Río Bueno	Lago Puyehue	36,4	775.066	1.281.116	2.056.183
Río Bueno	Río Pilmaiquén entre Lago Puyehue y Río Chirre	87,3	1.174.917	3.069.898	4.244.815
Río Bueno	Río Chirre hasta junta Río Quilihue	43,1	580.058	1.515.613	2.095.671
Río Bueno	Río Quilihue	22,0	295.344	771.693	1.067.037
Río Bueno	Río Chirre entre Río Quilihue y Río Pilmaiquén	0,5	6.593	17.227	23.820
Río Bueno	Río Pilmaiquén entre Río Chirri y Río Bueno	53,2	716.226	1.871.400	2.587.626
Río Bueno	Río Bueno entre Río Pilmaiquén y Río Rahue	3,1	606.796	110.393	717.189
Río Bueno	Lago Rupanco	91,1	1.937.666	3.202.791	5.140.457
Río Bueno	Río Coihueco bajo junta Río Blanco	40,7	866.526	1.432.291	2.298.817
Río Bueno	Río Coihueco entre Río Blanco y Río Rahue	6,7	141.656	234.145	375.801
Río Bueno	Río Rahue entre Río Coihueco y Río Negro	0,2	2.153	5.625	7.778
Río Bueno	Río Bueno entre Río Rahue y Laguna de La Trinidad	4,5	873.478	158.909	1.032.387
Río Bueno	Río Bueno Entre Laguna de La Trinidad y Bajo Estero Molino	0,2	32.852	5.977	38.829
Río Puelo	Río de Los Morros	7,4	129.463	259.458	388.920
Río Puelo	Río Manso entre Río de Los Morros y bajo Río Steffen	265,8	4.663.113	9.345.400	14.008.513

Río Puelo	Río Manso entre Río Steffen y Río Puelo	11,6	204.193	409.226	613.419
Río Puelo	Río Puelo entre frontera y Río Ventisquero	21,5	659.086	754.115	1.413.201
Río Puelo	Río Ventisquero	69,0	2.121.057	2.426.879	4.547.936
Río Puelo	Río Puelo entre Arroyo Ventisquero y bajo Río Negro	21,1	648.331	741.810	1.390.141
Río Puelo	Río Traidor	32,3	991.240	1.134.161	2.125.401
Río Puelo	Río Puelo entre Río Negro y Río Manso	5,1	156.091	178.597	334.688
Río Puelo	Río Puelo Entre Río Manso y Desague Laguna Tagua Tagua	329,2	4.421.333	11.573.291	15.994.624
Río Puelo	Río Apertura	18,6	249.278	652.512	901.790
Río Puelo	Río Puelo Chico	24,6	329.730	863.101	1.192.831
Río Puelo	Río Puelo Entre Desague Laguna Tagua Tagua y Desembocadura	11,7	157.142	411.335	568.477
Río Yelcho	Lago Espolon y Río Espolon en junta Río Futaleufu	69,1	2.281.289	2.428.637	4.709.926
Río Yelcho	Río Futaleufu entre frontera y Río Azulado	416,0	13.737.931	14.625.260	28.363.190
Río Yelcho	Río Futaleufu entre arriba Río Azul y Lago Yelcho	44,4	1.370.733	1.560.965	2.931.698
Río Yelcho	Lago Yelcho	844,1	26.060.285	29.676.972	55.737.257
Río Yelcho	Río Amarillo	29,3	2.782.841	1.028.339	3.811.180

Topología de red integrada con agrupaciones de subsubcuencas (Full coordinada)

Cuenca	Sub-subcuenca	Total MW de potencial hidroeléctrico de la sub-subcuenca	AVI + COMA Transmisión Adicional US\$	AVI + COMA Transmisión Troncal y Subtransmisión US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$
Río Maule	Río Maule Entre Desague Laguna del Maule y Río Puelche	167,49	2.372.625	5.171.229	7.543.854
Río Maule	Río Puelche	21,13	299.323	652.386	951.708
Río Maule	Río Maule entre Río Puelche y Río Cipreses	28,4	402.308	876.846	1.279.154
Río Maule	Río Barroso	33,98	481.353	1.049.127	1.530.480
Río Maule	Río de La Invernada	25,04	354.711	773.106	1.127.817
Río Maule	Río Maule entre Río Cipreses y Río Curillínque	57,97	821.190	1.789.815	2.611.005
Río Maule	Río Maule entre Río Curillínque y Río Melado	3,73	52.838	115.163	168.002
Río Maule	Estero Perales y Cajon Troncosa	29,64	419.873	915.131	1.335.004
Río Maule	Río Guaiquivilo Entre Estero Perales, Cajon Troncosa y Río Relbun	15,14	214.470	467.445	681.915
Río Maule	Río Guaiquivilo Entre Estero Relbun y Río de La Puente	142,76	2.022.305	4.407.694	6.429.999
Río Maule	Río de La Puente	79,32	1.123.629	2.448.993	3.572.622
Río Maule	Río Melado Entre Río de La Puente y Bajo Junta Estero El Toro	117,92	1.670.428	3.640.762	5.311.190
Río Maule	Río Melado Entre Estero El Toro y Río Maule	199,94	2.832.304	6.173.118	9.005.422

Río Maule	Río Claro	45,55	645.251	1.406.349	2.051.600
Río Maule	Río Maule entre Río Melado y Muro Embalse Colbun	29,54	418.457	912.043	1.330.500
Río Maule	Río Perquilauquen hasta junta Río Cato	36	509.968	1.111.495	1.621.462
Río Maule	Río Longavi bajo junta Río Bullileo	117,1	1.658.812	3.615.445	5.274.257
Río Maule	Río Longavi Entre Río Bullileo y Río Loncomilla (excepto Río Liguay)	21,56	305.414	665.662	971.076
Río Maule	Río Achibueno Bajo Junta Estero de Pejerreyes	83,15	1.177.884	2.567.244	3.745.128
Río Maule	Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancoa	138,99	1.968.900	4.291.296	6.260.196
Río Maule	Río Ancoa	22,17	314.055	684.495	998.551
Río Maule	Río Claro Hasta Estero Sin Nombre	23,84	337.712	736.056	1.073.768
Río Maule	Río Claro Entre Estero Sin Nombre y Bajo Junta Estero Carreton	7,4	104.827	228.474	333.301
Río Maule	Río Lircay Hasta Estero Picazo	25,61	362.785	790.705	1.153.490
Río Biobío	Río Biobío Hasta Bajo Junta Río Rucauco	1,38	25.338	42.607	67.945
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Rucauco y Río Pehuenco	62,47	1.147.001	1.928.752	3.075.753
Río Biobío	Río Biobío Entre Arriba Junta Río Pehuenco y Bajo Río Pichipehuenco	35,03	643.180	1.081.546	1.724.726
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Pichipehuenco y Río Lonquimay	103	1.891.166	3.180.110	5.071.276
Río Biobío	Río Lonquimay	20,11	369.236	620.893	990.130
Río Biobío	Río Rahue	31,01	569.369	957.429	1.526.799
Río Biobío	Río Biobío entre Río Lonquimay y	2,47	45.351	76.261	121.612

	Río Ranquil				
Río Biobío	Río Biobío Entre Arriba Junta Río Ranquil y Río Lamin	143,2	2.629.271	4.421.279	7.050.550
Río Biobío	Río Lamin	137,7	2.528.287	4.251.467	6.779.754
Río Biobío	Río Lolco en junta Río Villacura	62,68	1.150.857	1.935.236	3.086.093
Río Biobío	Río Villucura	16,07	295.059	496.159	791.217
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Ranquil y Bajo Junta Río Butaco	40,2	738.105	1.241.169	1.979.275
Río Biobío	Río Biobío entre Río Butaco y Río Queuco	182,78	3.355.993	5.643.305	8.999.298
Río Biobío	Río Queuco hasta bajo junta Río Niremetun	32,51	596.911	1.003.741	1.600.652
Río Biobío	Río Queuco entre Río Niremetun y Río Biobío	255,09	4.683.665	7.875.866	12.559.531
Río Biobío	Río Huequecura	67,87	1.246.150	2.095.476	3.341.626
Río Biobío	Río Biobío entre Río Queuco y Río Lirquen	397,46	7.297.697	12.271.518	19.569.215
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Lirquen y Bajo Estero Pile (Calbuco)	182,18	3.344.977	5.624.780	8.969.757
Río Biobío	Río Biobío Entre Estero Pile (Calbuco) y Río Duqueco	459,82	8.442.678	14.196.874	22.639.553
Río Biobío	Río Duqueco Hasta Bajo Estero Paulin	38,93	714.787	1.201.958	1.916.745
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Paulin y Bajo Estero Caicura	17,83	327.374	550.499	877.872
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Caicura y Bajo Río Quilleco	49,4	907.025	1.525.218	2.432.243
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Quilleco y Río Coreo	17,86	327.924	551.425	879.349
Río Biobío	Río Duqueco entre bajo Río Coreo y Río Biobío	0,92	16.892	28.405	45.297

Río Biobío	Río Mulchen hasta junta Río Bureo	29,27	537.422	903.707	1.441.128
Río Biobío	Río Bureo Hasta Bajo Estero Pichibureo	45,85	841.844	1.415.612	2.257.456
Río Biobío	Río Bureo entre Río Pichibureo y Río Mulchen	79,82	1.465.562	2.464.431	3.929.992
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Duqueco, Río Mulchen y Río Vergara	1,92	35.253	59.280	94.533
Río Biobío	Río Renaico hasta bajo junta Río Amargo	51,38	943.380	1.586.350	2.529.729
Río Biobío	Río Renaico Entre Río Amargo y Bajo Estero Luanrelun	56,8	1.042.895	1.753.692	2.796.587
Río Biobío	Río Renaico entre Río Luanrelun y Río Mininco	28,12	516.307	868.201	1.384.507
Río Biobío	Río Mininco	16,76	307.728	517.463	825.190
Río Biobío	Río Malleco hasta bajo junta Río Niblinto	45,18	829.542	1.394.926	2.224.468
Río Biobío	Río Malleco Entre Río Niblinto y Estero Cherquenco	105,96	1.945.514	3.271.499	5.217.013
Río Biobío	Río Ricoiquen	25,58	469.670	789.779	1.259.449
Río Biobío	Río Coihue y Río Esperanza	8,12	149.090	250.704	399.794
Río Biobío	Río Culenco	3,89	71.424	120.103	191.527
Río Biobío	Río Toboleo Entre Junta Ríos Coihue y Esperanza y Río Biobío	31,67	581.488	977.807	1.559.294
Río Biobío	Río Guaqui hasta Río Raninco	0,14	2.571	4.322	6.893
Río Biobío	Río Raninco	0,41	7.528	12.659	20.187
Río Biobío	Río Laja entre Desague Laja y Río Polcura	13,51	248.055	417.119	665.174
Río Biobío	Río Polcura Entre Río Vallecito y Bajo Estero Blanquillo	14,59	267.885	450.464	718.349
Río	Río Polcura Entre	24,43			1.202.828

Biobío	Estero Blanquillo y Río Laja		448.555	754.273	
Río Biobío	Río Laja Entre Estero Polcura y Río Rucue	9,73	178.651	300.412	479.063
Río Biobío	Río Rucue	39,93	733.148	1.232.833	1.965.981
Río Biobío	Río Laja Entre Río Rucue y Estero Alcapan	0,17	3.121	5.249	8.370
Río Biobío	Río Laja Entre Arriba Estero Alcapan y Río Caliboro	41,1	754.630	1.268.956	2.023.587
Río Biobío	Río Caliboro	4,59	84.276	141.716	225.992
Río Biobío	Río Laja entre Río Claro y Río Biobío	0,28	5.141	8.645	13.786
Río Biobío	Estero Quilacoya	0,61	11.200	18.834	30.034
Río Toltén	Río Trafultraful	59,55	1.000.330	1.838.597	2.838.927
Río Toltén	Río Zahuelhue y Río Guallerrupe	86,88	1.459.423	2.682.407	4.141.830
Río Toltén	Río Allipen entre Tres Juntas y bajo Río Llaima	35,96	604.061	1.110.260	1.714.321
Río Toltén	Río Allipen Entre Río Llaima y Bajo Estero Cunco	103,08	1.731.553	3.182.580	4.914.133
Río Toltén	Río Curaco	30,3	508.984	935.508	1.444.492
Río Toltén	Río Allipen entre Río Curaco y Río Toltén	0,11	1.848	3.396	5.244
Río Toltén	Río Maichin Hasta Bajo Estero Cuatro M.	31,47	528.638	971.632	1.500.269
Río Toltén	Río Maichin Entre Estero Cuatro M. y Río Trancura	87,49	1.469.670	2.701.241	4.170.911
Río Toltén	Río Trancura	106,66	1.791.691	3.293.112	5.084.802
Río Toltén	Río Pucon Entre Junta Ríos Maichin y Trancura y Bajo Río Cavisani	44,08	740.462	1.360.963	2.101.426
Río Toltén	Río Pucon entre Río Cavisani y Río Curileufu	108,98	1.830.662	3.364.741	5.195.404
Río Toltén	Río Blanco en desague Lago	36,62	615.148	1.130.637	1.745.785

	Caburgua				
Río Toltén	Río Liucura	88,59	1.488.148	2.735.203	4.223.351
Río Toltén	Lago Caburgua y Río Carrileufu en junta Río Pucon	0,81	13.607	25.009	38.615
Río Toltén	Río Pucon Entre Río Curileufu y Desembocadura Lago Villarrica	51,81	870.312	1.599.626	2.469.938
Río Toltén	Lago Villarrica	0,6	10.079	18.525	28.604
Río Toltén	Río Toltén Entre Desague Lago Villarrica y Río Pedregoso	63,51	1.066.851	1.960.862	3.027.712
Río Toltén	Río Pedregoso	4,9	82.311	151.287	233.598
Río Toltén	Río Toltén entre Río Pedregoso y Río Allipen	54,57	916.675	1.684.841	2.601.516
Río Toltén	Río Toltén entre Río Allipen y Río Donguil	23,52	395.092	726.177	1.121.269
Río Toltén	Río Donguil Bajo Junta Estero Polul	0,4	6.719	12.350	19.069
Río Toltén	Río Donguil Entre Estero Quitratrue y Río Toltén	0,78	13.103	24.082	37.185
Río Toltén	Río Toltén Entre Estero Danquil y Estero Neicuf	102,85	1.727.690	3.175.478	4.903.168
Río Valdivia	Desague Lago Pirehueico	3,12	65.047	96.330	161.376
Río Valdivia	Río Fui Entre Desague Lago Pirehueico y Río Neltume	9,12	190.136	281.579	471.715
Río Valdivia	Río Llizan en junta Río Reyehueico	157,56	3.284.856	4.864.642	8.149.498
Río Valdivia	Río Neltume entre arriba Río Reyehueico y Río Fui	487,8	10.169.795	15.060.753	25.230.548
Río Valdivia	Río Llanquihue Entre Junta Ríos Fui y Neltume y Desembocadura en Lago Panguipulli	13,35	278.325	412.179	690.504
Río Valdivia	Río Coaripe en Desembocadura	174,04	3.628.436	5.373.459	9.001.895

	Lago Calafquen				
Río Valdivia	Río Guanehue Entre Desague Lago Calafquen y Lago Panguipulli	15,25	317.936	470.841	788.778
Río Valdivia	Lago Panguipulli	176,08	3.670.967	5.436.444	9.107.411
Río Valdivia	Río Enco	58,75	1.224.837	1.813.898	3.038.735
Río Valdivia	Lago Riihue	0,13	2.710	4.014	6.724
Río Valdivia	Río San Pedro Entre Río Maio y Río Quinchilca	507,75	10.585.719	15.676.706	26.262.425
Río Valdivia	Río Quinchilca hasta bajo Río Remehue	12,32	256.851	380.378	637.229
Río Valdivia	Río Pichico	0,2	4.170	6.175	10.345
Río Valdivia	Río Quinchilca entre Río Remehue y Río Pichico	11,01	229.540	339.932	569.472
Río Valdivia	Estero Chapuco Hasta Estero Lipingue	0,2	4.170	6.175	10.345
Río Valdivia	Río Calle Calle entre Río Cuicuileufu y Río Cruces	0,72	15.011	22.230	37.241
Río Valdivia	Río Cruces (San Jose) Bajo Estero Niguen	8,38	174.709	258.731	433.440
Río Valdivia	Río Leufucade bajo Río Antihue	0,31	6.463	9.571	16.034
Río Valdivia	Río laque Entre Río Pillecozcoz y Río Mafil	0,3	6.254	9.262	15.517
Río Valdivia	Río Angachillas	2,56	53.372	79.040	132.411
Río Valdivia	Río Futa Bajo Estero Catamatun	4,03	84.019	124.426	208.444
Río Valdivia	Río Tornagaleones	2,96	61.711	91.390	153.100
Río Bueno	Río Curringue	41,97	673.889	1.295.818	1.969.706
Río Bueno	Río Pillanleufu	26,21	420.839	809.230	1.230.069
Río Bueno	Río Hueinahue	7,96	127.809	245.764	373.573
Río Bueno	Río Melipue	35	561.976	1.080.620	1.642.595

Río Bueno	Lago Maihue y Río Calcurrupe	434,79	6.981.181	13.424.077	20.405.258
Río Bueno	Río Caunahue	76,52	1.228.639	2.362.544	3.591.183
Río Bueno	Río Nilahue	79,79	1.281.144	2.463.504	3.744.648
Río Bueno	Lago Ranco	67,32	1.080.920	2.078.495	3.159.415
Río Bueno	Río Bueno Entre Lago Ranco y Bajo Río Ralitrán	13,01	208.894	401.682	610.576
Río Bueno	Río Bueno Entre Río Ralitrán y Río Lollehue	107,92	1.732.811	3.332.014	5.064.825
Río Bueno	Río Golgol hasta junta Río Pajarito	48,39	776.971	1.494.034	2.271.005
Río Bueno	Río Golgol entre Río Pajarito y Lago Puyehue	60,77	975.750	1.876.265	2.852.015
Río Bueno	Lago Puyehue	36,44	585.097	1.125.080	1.710.176
Río Bueno	Río Pilmaiquén entre Lago Puyehue y Río Chirre	87,32	1.402.049	2.695.992	4.098.041
Río Bueno	Río Chirre hasta junta Río Quilihue	43,11	692.193	1.331.015	2.023.208
Río Bueno	Río Quilihue	21,95	352.439	677.703	1.030.142
Río Bueno	Río Chirre entre Río Quilihue y Río Pilmaiquén	0,49	7.868	15.129	22.996
Río Bueno	Río Pilmaiquén entre Río Chirri y Río Bueno	53,23	854.684	1.643.468	2.498.153
Río Bueno	Río Bueno entre Río Pilmaiquén y Río Rahue	3,14	50.417	96.947	147.364
Río Bueno	Lago Rupanco	91,1	1.462.742	2.812.699	4.275.441
Río Bueno	Río Coihueco bajo junta Río Blanco	40,74	654.140	1.257.841	1.911.981
Río Bueno	Río Coihueco entre Río Blanco y Río Rahue	6,66	106.936	205.627	312.562
Río Bueno	Río Rahue entre Río Coihueco y Río Negro	0,16	2.569	4.940	7.509
Río Bueno	Río Bueno entre Río Rahue y Laguna de La Trinidad	4,52	72.575	139.554	212.129

Río Bueno	Río Bueno Entre Laguna de La Trinidad y Bajo Estero Molino	0,17	2.730	5.249	7.978
Río Puelo	Río de Los Morros	7,38	114.937	227.856	342.793
Río Puelo	Río Manso entre Río de Los Morros y bajo Río Steffen	265,82	4.139.907	8.207.153	12.347.060
Río Puelo	Río Manso entre Río Steffen y Río Puelo	11,64	181.282	359.383	540.666
Río Puelo	Río Puelo entre frontera y Río Ventisquero	21,45	334.064	662.266	996.330
Río Puelo	Río Ventisquero	69,03	1.075.080	2.131.291	3.206.371
Río Puelo	Río Puelo entre Arroyo Ventisquero y bajo Río Negro	21,1	328.613	651.459	980.073
Río Puelo	Río Traidor	32,26	502.420	996.023	1.498.443
Río Puelo	Río Puelo entre Río Negro y Río Manso	5,08	79.116	156.844	235.961
Río Puelo	Río Puelo Entre Río Manso y Desague Laguna Tagua Tagua	329,19	5.126.837	10.163.692	15.290.530
Río Puelo	Río Apertura	18,56	289.055	573.037	862.092
Río Puelo	Río Puelo Chico	24,55	382.344	757.978	1.140.322
Río Puelo	Río Puelo Entre Desague Laguna Tagua Tagua y Desembocadura	11,7	182.217	361.236	543.453
Río Yelcho	Lago Espolon y Río Espolon en junta Río Futaleufu	69,08	2.210.814	2.132.835	4.343.648
Río Yelcho	Río Futaleufu entre frontera y Río Azulado	416	13.313.528	12.843.938	26.157.466
Río Yelcho	Río Futaleufu entre arriba Río Azul y Lago Yelcho	44,4	1.420.963	1.370.843	2.791.806
Río Yelcho	Lago Yelcho	844,13	27.015.260	26.062.388	53.077.649
Río Yelcho	Río Amarillo	29,25	936.107	903.089	1.839.197

Metodología de planificación de la transmisión considerando penalización por presencia de OdV

Topología de red descentralizada (Radial)

Cuenca	Sub-subcuenca	Total MW de potencial hidroeléctrico de la sub-subcuenca	AVI + COMA Transmisión Adicional US\$	AVI + COMA Transmisión Troncal y Subtransmisión US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$
Río Maule	Río Maule Entre Desague Laguna del Maule y Río Puelche	167,5	1.574.558	6.136.608	7.711.166
Río Maule	Río Puelche	21,1	1.027.544	774.175	1.801.719
Río Maule	Río Maule entre Río Puelche y Río Cipreses	28,4	915.702	1.040.538	1.956.240
Río Maule	Río Barroso	34,0	1.007.509	1.244.981	2.252.490
Río Maule	Río de La Invernada	25,0	1.177.114	917.432	2.094.546
Río Maule	Río Maule entre Río Cipreses y Río Curillínque	58,0	1.030.076	2.123.943	3.154.019
Río Maule	Río Maule entre Río Curillínque y Río Melado	3,7	917.869	136.662	1.054.531
Río Maule	Estero Perales y Cajon Troncosa	29,6	1.515.674	1.085.970	2.601.644
Río Maule	Río Guaiquivilo Entre Estero Perales, Cajon Troncosa y Río Relbun	15,1	1.297.975	554.709	1.852.685
Río Maule	Río Guaiquivilo Entre Estero Relbun y Río de La Puente	142,8	1.618.186	5.230.534	6.848.720
Río Maule	Río de La Puente	79,3	1.385.708	2.906.178	4.291.886
Río Maule	Río Melado Entre Río de La Puente y Bajo Junta Estero	117,9	1.150.592	4.320.430	5.471.022

	El Toro				
Río Maule	Río Melado Entre Estero El Toro y Río Maule	199,9	1.019.425	7.325.533	8.344.958
Río Maule	Río Claro	45,6	1.025.286	1.668.891	2.694.177
Río Maule	Río Maule entre Río Melado y Muro Embalse Colbun	29,5	897.785	1.082.306	1.980.091
Río Maule	Río Perquilauquen hasta junta Río Cato	36,0	1.617.004	1.318.992	2.935.995
Río Maule	Río Longavi bajo junta Río Bullileo	117,1	1.975.882	4.290.386	6.266.269
Río Maule	Río Longavi Entre Río Bullileo y Río Loncomilla (excepto Río Liguay)	21,6	1.346.574	789.929	2.136.503
Río Maule	Río Achibueno Bajo Junta Estero de Pejerreyes	83,2	1.710.613	3.046.504	4.757.117
Río Maule	Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancoa	139,0	2.043.026	5.092.407	7.135.433
Río Maule	Río Ancoa	22,2	1.092.435	812.279	1.904.714
Río Maule	Río Claro Hasta Estero Sin Nombre	23,8	1.242.837	873.466	2.116.302
Río Maule	Río Claro Entre Estero Sin Nombre y Bajo Junta Estero Carreton	7,4	1.108.057	271.126	1.379.183
Río Maule	Río Lircay Hasta Estero Picazo	25,6	1.050.275	938.316	1.988.591
Río Biobío	Río Biobío Hasta Bajo Junta Río Rucauco	1,4	1.875.649	50.561	1.926.210
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Rucauco y Río Pehuenco	62,5	2.587.026	2.288.817	4.875.843
Río Biobío	Río Biobío Entre Arriba Junta Río Pehuenco y Bajo Río Pichipehuenco	35,0	2.093.558	1.283.452	3.377.010
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Pichipehuenco y Río Lonquimay	103,0	2.583.436	3.773.781	6.357.217
Río Biobío	Río Lonquimay	20,1	1.596.149	736.803	2.332.953

Río Biobío	Río Rahue	31,0	1.670.373	1.136.165	2.806.538
Río Biobío	Río Biobío entre Río Lonquimay y Río Ranquil	2,5	1.339.486	90.497	1.429.983
Río Biobío	Río Biobío Entre Arriba Junta Río Ranquil y Río Lamin	143,2	2.248.395	5.246.655	7.495.050
Río Biobío	Río Lamin	137,7	2.094.901	5.045.143	7.140.044
Río Biobío	Río Lolco en junta Río Villacura	62,7	1.494.227	2.296.511	3.790.738
Río Biobío	Río Villucura	16,1	1.200.288	588.783	1.789.071
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Ranquil y Bajo Junta Río Butaco	40,2	1.079.632	1.472.874	2.552.505
Río Biobío	Río Biobío entre Río Butaco y Río Queuco	182,8	1.011.402	6.696.813	7.708.215
Río Biobío	Río Queuco hasta bajo junta Río Niremetun	32,5	1.332.792	1.191.123	2.523.915
Río Biobío	Río Queuco entre Río Niremetun y Río Biobío	255,1	2.162.608	9.346.154	11.508.762
Río Biobío	Río Huequecura	67,9	1.157.374	2.486.665	3.644.039
Río Biobío	Río Biobío entre Río Queuco y Río Lirquen	397,5	2.306.670	14.562.400	16.869.070
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Lirquen y Bajo Estero Pile (Calbuco)	182,2	2.014.451	6.674.830	8.689.282
Río Biobío	Río Biobío Entre Estero Pile (Calbuco) y Río Duqueco	459,8	3.520.607	16.847.186	20.367.793
Río Biobío	Río Duqueco Hasta Bajo Estero Paulin	38,9	1.131.086	1.426.343	2.557.429
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Paulin y Bajo Estero Caicura	17,8	1.019.909	653.267	1.673.176
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Caicura y Bajo Río Quilleco	49,4	1.162.045	1.809.950	2.971.994
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Quilleco y Río Coreo	17,9	1.171.617	654.366	1.825.984
Río	Río Duqueco entre	0,9	1.052.680	33.708	1.086.388

Biobío	bajo Río Coreo y Río Biobío				
Río Biobío	Río Mulchen hasta junta Río Bureo	29,3	1.140.798	1.072.413	2.213.211
Río Biobío	Río Bureo Hasta Bajo Estero Pichibureo	45,9	1.359.057	1.679.882	3.038.940
Río Biobío	Río Bureo entre Río Pichibureo y Río Mulchen	79,8	1.704.301	2.924.497	4.628.798
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Duqueco, Río Mulchen y Río Vergara	1,9	1.227.462	70.346	1.297.809
Río Biobío	Río Renaico hasta bajo junta Río Amargo	51,4	1.306.115	1.882.494	3.188.609
Río Biobío	Río Renaico Entre Río Amargo y Bajo Estero Luanrelun	56,8	1.471.227	2.081.076	3.552.302
Río Biobío	Río Renaico entre Río Luanrelun y Río Mininco	28,1	1.111.222	1.030.279	2.141.501
Río Biobío	Río Mininco	16,8	933.790	614.064	1.547.854
Río Biobío	Río Malleco hasta bajo junta Río Niblinto	45,2	1.433.552	1.655.334	3.088.886
Río Biobío	Río Malleco Entre Río Niblinto y Estero Cherquenco	106,0	1.075.775	3.882.232	4.958.006
Río Biobío	Río Ricoiquen	25,6	1.301.183	937.217	2.238.400
Río Biobío	Río Coihue y Río Esperanza	8,1	1.240.156	297.506	1.537.662
Río Biobío	Río Culenco	3,9	1.292.359	142.524	1.434.883
Río Biobío	Río Toboleo Entre Junta Ríos Coihue y Esperanza y Río Biobío	31,7	1.523.326	1.160.346	2.683.672
Río Biobío	Río Guaqui hasta Río Raninco	0,1	1.034.098	5.129	1.039.227
Río Biobío	Río Raninco	0,4	951.745	15.022	966.766
Río Biobío	Río Laja entre Desague Laja y Río Polcura	13,5	874.284	494.988	1.369.272
Río Biobío	Río Polcura Entre Río Vallecito y Bajo Estero Blanquillo	14,6	1.133.515	534.558	1.668.073
Río	Río Polcura Entre	24,4	1.091.294	895.082	1.986.376

Biobío	Estero Blanquillo y Río Laja				
Río Biobío	Río Laja Entre Estero Polcura y Río Rucue	9,7	905.722	356.494	1.262.216
Río Biobío	Río Rucue	39,9	996.228	1.462.981	2.459.209
Río Biobío	Río Laja Entre Río Rucue y Estero Alcapan	0,2	877.123	6.229	883.351
Río Biobío	Río Laja Entre Arriba Estero Alcapan y Río Caliboro	41,1	1.092.302	1.505.849	2.598.150
Río Biobío	Río Caliboro	4,6	1.001.439	168.171	1.169.610
Río Biobío	Río Laja entre Río Claro y Río Biobío	0,3	1.136.072	10.259	1.146.331
Río Biobío	Estero Quilacoya	0,6	1.078.567	22.350	1.100.916
Río Toltén	Río Trafultraful	59,6	2.166.451	2.181.832	4.348.283
Río Toltén	Río Zahuelhue y Río Guallerupe	86,9	2.582.285	3.183.166	5.765.451
Río Toltén	Río Allipen entre Tres Juntas y bajo Río Llaima	36,0	1.695.541	1.317.526	3.013.067
Río Toltén	Río Allipen Entre Río Llaima y Bajo Estero Cunco	103,1	2.007.735	3.776.713	5.784.447
Río Toltén	Río Curaco	30,3	1.437.299	1.110.151	2.547.450
Río Toltén	Río Allipen entre Río Curaco y Río Toltén	0,1	1.143.816	4.030	1.147.846
Río Toltén	Río Maichin Hasta Bajo Estero Cuatro M.	31,5	2.241.272	1.153.018	3.394.291
Río Toltén	Río Maichin Entre Estero Cuatro M. y Río Trancura	87,5	2.612.144	3.205.516	5.817.660
Río Toltén	Río Trancura	106,7	2.882.528	3.907.879	6.790.406
Río Toltén	Río Pucon Entre Junta Ríos Maichin y Trancura y Bajo Río Cavisani	44,1	1.902.712	1.615.032	3.517.744
Río Toltén	Río Pucon entre Río Cavisani y Río Curileufu	109,0	2.488.102	3.992.881	6.480.982
Río Toltén	Río Blanco en desague Lago	36,6	2.293.656	1.341.708	3.635.363

	Caburgua				
Río Toltén	Río Liucura	88,6	2.390.320	3.245.818	5.636.138
Río Toltén	Lago Caburgua y Río Carrileufu en junta Río Pucon	0,8	1.480.013	29.677	1.509.690
Río Toltén	Río Pucon Entre Río Curileufu y Desembocadura Lago Villarrica	51,8	1.805.291	1.898.249	3.703.539
Río Toltén	Lago Villarrica	0,6	1.393.869	21.983	1.415.852
Río Toltén	Río Toltén Entre Desague Lago Villarrica y Río Pedregoso	63,5	1.478.447	2.326.921	3.805.368
Río Toltén	Río Pedregoso	4,9	1.434.287	179.529	1.613.816
Río Toltén	Río Toltén entre Río Pedregoso y Río Allipen	54,6	1.347.038	1.999.371	3.346.410
Río Toltén	Río Toltén entre Río Allipen y Río Donguil	23,5	899.254	861.741	1.760.995
Río Toltén	Río Donguil Bajo Junta Estero Polul	0,4	1.024.185	14.655	1.038.840
Río Toltén	Río Donguil Entre Estero Quitratrue y Río Toltén	0,8	992.450	28.578	1.021.028
Río Toltén	Río Toltén Entre Estero Danquil y Estero Neicuf	102,9	1.783.845	3.768.286	5.552.131
Río Valdivia	Desague Lago Pirehueico	3,1	1.646.277	114.313	1.760.590
Río Valdivia	Río Fui Entre Desague Lago Pirehueico y Río Neltume	9,1	1.391.977	334.145	1.726.121
Río Valdivia	Río Llizan en junta Río Reyehueico	157,6	2.477.768	5.772.786	8.250.554
Río Valdivia	Río Neltume entre arriba Río Reyehueico y Río Fui	487,8	4.455.813	17.872.336	22.328.149
Río Valdivia	Río Llanquihue Entre Junta Ríos Fui y Neltume y Desembocadura en Lago Panguipulli	13,4	1.311.935	489.126	1.801.061
Río Valdivia	Río Coaripe en Desembocadura Lago Calafquen	174,0	1.665.017	6.376.591	8.041.608

Río Valdivia	Río Guanehue Entre Desague Lago Calafquen y Lago Panguipulli	15,3	870.551	558.739	1.429.291
Río Valdivia	Lago Panguipulli	176,1	1.011.739	6.451.334	7.463.074
Río Valdivia	Río Enco	58,8	1.744.401	2.152.521	3.896.922
Río Valdivia	Lago Riihue	0,1	1.090.833	4.763	1.095.596
Río Valdivia	Río San Pedro Entre Río Maio y Río Quinchilca	507,8	1.633.968	18.603.277	20.237.245
Río Valdivia	Río Quinchilca hasta bajo Río Remehue	12,3	1.184.899	451.388	1.636.287
Río Valdivia	Río Pichico	0,2	954.379	7.328	961.707
Río Valdivia	Río Quinchilca entre Río Remehue y Río Pichico	11,0	1.072.389	403.392	1.475.781
Río Valdivia	Estero Chapuco Hasta Estero Lipingue	0,2	976.276	7.328	983.603
Río Valdivia	Río Calle Calle entre Río Cuicuileufu y Río Cruces	0,7	868.828	26.380	895.207
Río Valdivia	Río Cruces (San Jose) Bajo Estero Niguen	8,4	1.004.384	307.032	1.311.415
Río Valdivia	Río Leufucade bajo Río Antilhue	0,3	961.977	11.358	973.335
Río Valdivia	Río laque Entre Río Pillecozcoz y Río Mafil	0,3	967.699	10.992	978.690
Río Valdivia	Río Angachillas	2,6	988.269	93.795	1.082.064
Río Valdivia	Río Futa Bajo Estero Catamatun	4,0	1.078.248	147.654	1.225.902
Río Valdivia	Río Tornagaleones	3,0	1.059.335	108.450	1.167.785
Río Bueno	Río Curringue	42,0	2.257.347	1.537.724	3.795.071
Río Bueno	Río Pillanleufu	26,2	1.967.617	960.299	2.927.916
Río Bueno	Río Hueinahue	8,0	1.949.476	291.644	2.241.120
Río Bueno	Río Melipue	35,0	2.303.348	1.282.353	3.585.700
Río Bueno	Lago Maihue y Río Calcurrupe	434,8	5.881.135	15.930.121	21.811.255

Río Bueno	Río Caunahue	76,5	2.102.957	2.803.590	4.906.547
Río Bueno	Río Nilahue	79,8	2.385.452	2.923.398	5.308.850
Río Bueno	Lago Ranco	67,3	2.270.870	2.466.514	4.737.384
Río Bueno	Río Bueno Entre Lago Ranco y Bajo Río Ralitrán	13,0	1.046.666	476.669	1.523.335
Río Bueno	Río Bueno Entre Río Ralitrán y Río Lollehue	107,9	1.278.882	3.954.044	5.232.925
Río Bueno	Río Golgol hasta junta Río Pajarito	48,4	2.535.888	1.772.944	4.308.832
Río Bueno	Río Golgol entre Río Pajarito y Lago Puyehue	60,8	2.126.397	2.226.531	4.352.928
Río Bueno	Lago Puyehue	36,4	2.006.276	1.335.113	3.341.389
Río Bueno	Río Pilmaiquén entre Lago Puyehue y Río Chirre	87,3	1.297.719	3.199.287	4.497.007
Río Bueno	Río Chirre hasta junta Río Quilihue	43,1	1.390.746	1.579.492	2.970.238
Río Bueno	Río Quilihue	22,0	1.149.142	804.218	1.953.360
Río Bueno	Río Chirre entre Río Quilihue y Río Pilmaiquén	0,5	1.160.022	17.953	1.177.975
Río Bueno	Río Pilmaiquén entre Río Chirri y Río Bueno	53,2	1.186.088	1.950.276	3.136.363
Río Bueno	Río Bueno entre Río Pilmaiquén y Río Rahue	3,1	937.164	115.045	1.052.210
Río Bueno	Lago Rupanco	91,1	2.465.246	3.337.781	5.803.027
Río Bueno	Río Coihueco bajo junta Río Blanco	40,7	1.510.611	1.492.659	3.003.270
Río Bueno	Río Coihueco entre Río Blanco y Río Rahue	6,7	1.086.826	244.013	1.330.840
Río Bueno	Río Rahue entre Río Coihueco y Río Negro	0,2	1.043.833	5.862	1.049.696
Río Bueno	Río Bueno entre Río Rahue y Laguna de La Trinidad	4,5	1.053.420	165.607	1.219.026
Río Bueno	Río Bueno Entre Laguna de La	0,2	1.219.210	6.229	1.225.439

	Trinidad y Bajo Estero Molino				
Río Puelo	Río de Los Morros	7,4	1.425.015	270.393	1.695.408
Río Puelo	Río Manso entre Río de Los Morros y bajo Río Steffen	265,8	4.842.889	9.739.287	14.582.176
Río Puelo	Río Manso entre Río Steffen y Río Puelo	11,6	1.673.092	426.474	2.099.566
Río Puelo	Río Puelo entre frontera y Río Ventisquero	21,5	2.121.597	785.899	2.907.496
Río Puelo	Río Ventisquero	69,0	3.065.775	2.529.166	5.594.942
Río Puelo	Río Puelo entre Arroyo Ventisquero y bajo Río Negro	21,1	2.012.111	773.076	2.785.187
Río Puelo	Río Traidor	32,3	1.847.658	1.181.963	3.029.621
Río Puelo	Río Puelo entre Río Negro y Río Manso	5,1	1.654.872	186.124	1.840.996
Río Puelo	Río Puelo Entre Río Manso y Desague Laguna Tagua Tagua	329,2	4.673.062	12.061.079	16.734.141
Río Puelo	Río Apertura	18,6	1.348.196	680.013	2.028.210
Río Puelo	Río Puelo Chico	24,6	1.417.135	899.479	2.316.614
Río Puelo	Río Puelo Entre Desague Laguna Tagua Tagua y Desembocadura	11,7	1.264.450	428.672	1.693.122
Río Yelcho	Lago Espolon y Río Espolon en junta Río Futaleufu	69,1	5.103.279	2.530.998	7.634.277
Río Yelcho	Río Futaleufu entre frontera y Río Azulado	416,0	16.600.141	15.241.680	31.841.822
Río Yelcho	Río Futaleufu entre arriba Río Azul y Lago Yelcho	44,4	4.530.764	1.626.756	6.157.520
Río Yelcho	Lago Yelcho	844,1	30.804.110	30.927.788	61.731.897
Río Yelcho	Río Amarillo	29,3	3.187.276	1.071.681	4.258.957

Topología de red con agrupaciones de subsubcuencas (Pseudo coordinada)

Cuenca	Sub-subcuenca	Total MW de potencial hidroeléctrico de la sub-subcuenca	AVI + COMA Transmisión Adicional US\$	AVI + COMA Transmisión Troncal y Subtransmisión US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$
Río Maule	Río Maule Entre Desague Laguna del Maule y Río Puelche	167,5	1.301.647	5.901.939	7.203.586
Río Maule	Río Puelche	21,1	164.212	744.570	908.781
Río Maule	Río Maule entre Río Puelche y Río Cipreses	28,4	220.710	1.000.747	1.221.457
Río Maule	Río Barroso	34,0	264.075	1.197.372	1.461.448
Río Maule	Río de La Invernada	25,0	194.598	882.348	1.076.947
Río Maule	Río Maule entre Río Cipreses y Río Curillínque	58,0	450.513	2.042.721	2.493.235
Río Maule	Río Maule entre Río Curillínque y Río Melado	3,7	28.988	131.436	160.424
Río Maule	Estero Perales y Cajon Troncosa	29,6	333.468	1.044.441	1.377.909
Río Maule	Río Guaiquivilo Entre Estero Perales, Cajon Troncosa y Río Relbun	15,1	170.334	533.497	703.831
Río Maule	Río Guaiquivilo Entre Estero Relbun y Río de La Puente	142,8	1.606.136	5.030.514	6.636.650
Río Maule	Río de La Puente	79,3	892.398	2.795.043	3.687.441
Río Maule	Río Melado Entre Río de La Puente y Bajo Junta Estero El Toro	117,9	916.414	4.155.213	5.071.627
Río Maule	Río Melado Entre Estero El Toro y Río Maule	199,9	1.553.832	7.045.398	8.599.230
Río Maule	Río Claro	45,6	353.991	1.605.071	1.959.062

Río Maule	Río Maule entre Río Melado y Muro Embalse Colbun	29,5	229.570	1.040.918	1.270.487
Río Maule	Río Perquilauquen hasta junta Río Cato	36,0	558.206	1.268.552	1.826.758
Río Maule	Río Longavi bajo junta Río Bullileo	117,1	1.815.719	4.126.318	5.942.037
Río Maule	Río Longavi Entre Río Bullileo y Río Loncomilla (excepto Río Liguay)	21,6	334.303	759.722	1.094.025
Río Maule	Río Achibueno Bajo Junta Estero de Pejerreyes	83,2	1.289.300	2.930.003	4.219.303
Río Maule	Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancoa	139,0	2.155.139	4.897.668	7.052.807
Río Maule	Río Ancoa	22,2	343.762	781.217	1.124.978
Río Maule	Río Claro Hasta Estero Sin Nombre	23,8	742.447	840.063	1.582.511
Río Maule	Río Claro Entre Estero Sin Nombre y Bajo Junta Estero Carreton	7,4	230.458	260.758	491.216
Río Maule	Río Lircay Hasta Estero Picazo	25,6	797.570	902.434	1.700.004
Río Biobío	Río Biobío Hasta Bajo Junta Río Rucauco	1,4	21.639	48.628	70.267
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Rucauco y Río Pehuenco	62,5	979.552	2.201.290	3.180.843
Río Biobío	Río Biobío Entre Arriba Junta Río Pehuenco y Bajo Río Pichipehuenco	35,0	549.283	1.234.372	1.783.655
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Pichipehuenco y Río Lonquimay	103,0	1.615.078	3.629.469	5.244.546
Río Biobío	Río Lonquimay	20,1	315.332	708.627	1.023.959
Río Biobío	Río Rahue	31,0	486.248	1.092.717	1.578.965
Río Biobío	Río Biobío entre Río Lonquimay y	2,5	38.731	87.037	125.767

	Río Ranquil				
Río Biobío	Río Biobío Entre Arriba Junta Río Ranquil y Río Lamin	143,2	2.245.428	5.046.019	7.291.447
Río Biobío	Río Lamin	137,7	2.159.186	4.852.212	7.011.398
Río Biobío	Río Lolco en junta Río Villacura	62,7	982.845	2.208.690	3.191.535
Río Biobío	Río Villucura	16,1	251.983	566.268	818.251
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Ranquil y Bajo Junta Río Butaco	40,2	515.300	1.416.550	1.931.850
Río Biobío	Río Biobío entre Río Butaco y Río Queuco	182,8	2.342.949	6.440.721	8.783.670
Río Biobío	Río Queuco hasta bajo junta Río Niremetun	32,5	746.290	1.145.573	1.891.863
Río Biobío	Río Queuco entre Río Niremetun y Río Biobío	255,1	3.269.848	8.988.749	12.258.597
Río Biobío	Río Huequecura	67,9	869.985	2.391.573	3.261.559
Río Biobío	Río Biobío entre Río Queuco y Río Lirquen	397,5	5.094.805	14.005.520	19.100.325
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Lirquen y Bajo Estero Pile (Calbuco)	182,2	2.335.258	6.419.579	8.754.836
Río Biobío	Río Biobío Entre Estero Pile (Calbuco) y Río Duqueco	459,8	7.556.829	16.202.935	23.759.764
Río Biobío	Río Duqueco Hasta Bajo Estero Paulin	38,9	893.666	1.371.798	2.265.464
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Paulin y Bajo Estero Caicura	17,8	409.300	628.286	1.037.586
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Caicura y Bajo Río Quilleco	49,4	1.134.012	1.740.735	2.874.747
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Quilleco y Río Coreo	17,9	293.517	629.343	922.860

Río Biobío	Río Duqueco entre bajo Río Coreo y Río Biobío	0,9	15.120	32.419	47.538
Río Biobío	Río Mulchen hasta junta Río Bureo	29,3	375.195	1.031.403	1.406.598
Río Biobío	Río Bureo Hasta Bajo Estero Pichibureo	45,9	587.724	1.615.642	2.203.366
Río Biobío	Río Bureo entre Río Pichibureo y Río Mulchen	79,8	1.023.165	2.812.662	3.835.827
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Duqueco, Río Mulchen y Río Vergara	1,9	31.554	67.656	99.210
Río Biobío	Río Renaico hasta bajo junta Río Amargo	51,4	658.610	1.810.506	2.469.116
Río Biobío	Río Renaico Entre Río Amargo y Bajo Estero Luanrelun	56,8	728.086	2.001.493	2.729.579
Río Biobío	Río Renaico entre Río Luanrelun y Río Mininco	28,1	360.454	990.880	1.351.334
Río Biobío	Río Mininco	16,8	214.837	590.581	805.418
Río Biobío	Río Malleco hasta bajo junta Río Niblinto	45,2	579.136	1.592.033	2.171.169
Río Biobío	Río Malleco Entre Río Niblinto y Estero Cherquenco	106,0	1.358.239	3.733.772	5.092.010
Río Biobío	Río Ricoiquen	25,6	420.390	901.377	1.321.767
Río Biobío	Río Coihue y Río Esperanza	8,1	133.447	286.129	419.576
Río Biobío	Río Culenco	3,9	63.930	137.074	201.004
Río Biobío	Río Toboleo Entre Junta Ríos Coihue y Esperanza y Río Biobío	31,7	520.475	1.115.974	1.636.448
Río Biobío	Río Guaqui hasta Río Raninco	0,1	2.301	4.933	7.234
Río Biobío	Río Raninco	0,4	9.412	14.447	23.859
Río Biobío	Río Laja entre Desague Laja y Río Polcura	13,5	310.132	476.059	786.191
Río	Río Polcura Entre		334.924		

Biobío	Río Vallecito y Bajo Estero Blanquillo	14,6		514.116	849.040
Río Biobío	Río Polcura Entre Estero Blanquillo y Río Laja	24,4	560.808	860.854	1.421.662
Río Biobío	Río Laja Entre Estero Polcura y Río Rucue	9,7	223.359	342.861	566.221
Río Biobío	Río Rucue	39,9	916.621	1.407.036	2.323.657
Río Biobío	Río Laja Entre Río Rucue y Estero Alcapan	0,2	3.902	5.990	9.893
Río Biobío	Río Laja Entre Arriba Estero Alcapan y Río Caliboro	41,1	675.451	1.448.264	2.123.714
Río Biobío	Río Caliboro	4,6	75.434	161.740	237.174
Río Biobío	Río Laja entre Río Claro y Río Biobío	0,3	4.602	9.867	14.468
Río Biobío	Estero Quilacoya	0,6	10.025	21.495	31.520
Río Toltén	Río Trafultraful	59,6	1.367.451	2.098.397	3.465.848
Río Toltén	Río Zahuelhue y Río Guallerupe	86,9	1.995.032	3.061.439	5.056.471
Río Toltén	Río Allipen entre Tres Juntas y bajo Río Llaima	36,0	825.752	1.267.143	2.092.895
Río Toltén	Río Allipen Entre Río Llaima y Bajo Estero Cunco	103,1	2.206.423	3.632.288	5.838.711
Río Toltén	Río Curaco	30,3	648.570	1.067.698	1.716.268
Río Toltén	Río Allipen entre Río Curaco y Río Toltén	0,1	2.355	3.876	6.231
Río Toltén	Río Maichin Hasta Bajo Estero Cuatro M.	31,5	626.123	1.108.926	1.735.049
Río Toltén	Río Maichin Entre Estero Cuatro M. y Río Trancura	87,5	1.740.688	3.082.934	4.823.622
Río Toltén	Río Trancura	106,7	2.122.092	3.758.438	5.880.530
Río Toltén	Río Pucon Entre Junta Ríos Maichin y Trancura y Bajo Río Cavisani	44,1	877.009	1.553.272	2.430.281

Río Toltén	Río Pucon entre Río Cavisani y Río Curileufu	109,0	2.168.250	3.840.189	6.008.440
Río Toltén	Río Blanco en desague Lago Caburgua	36,6	840.908	1.290.399	2.131.307
Río Toltén	Río Liucura	88,6	1.762.574	3.121.695	4.884.269
Río Toltén	Lago Caburgua y Río Carrileufu en junta Río Pucon	0,8	16.116	28.542	44.658
Río Toltén	Río Pucon Entre Río Curileufu y Desembocadura Lago Villarrica	51,8	1.030.804	1.825.658	2.856.462
Río Toltén	Lago Villarrica	0,6	12.843	21.143	33.986
Río Toltén	Río Toltén Entre Desague Lago Villarrica y Río Pedregoso	63,5	1.359.429	2.237.937	3.597.366
Río Toltén	Río Pedregoso	4,9	104.884	172.664	277.548
Río Toltén	Río Toltén entre Río Pedregoso y Río Allipen	54,6	1.168.069	1.922.914	3.090.982
Río Toltén	Río Toltén entre Río Allipen y Río Donguil	23,5	512.304	828.787	1.341.092
Río Toltén	Río Donguil Bajo Junta Estero Polul	0,4	8.713	14.095	22.808
Río Toltén	Río Donguil Entre Estero Quitratrué y Río Toltén	0,8	16.990	27.485	44.475
Río Toltén	Río Toltén Entre Estero Danquil y Estero Neicuf	102,9	2.240.242	3.624.183	5.864.424
Río Valdivia	Desague Lago Pirehueico	3,1	36.596	109.941	146.537
Río Valdivia	Río Fui Entre Desague Lago Pirehueico y Río Neltume	9,1	106.972	321.367	428.339
Río Valdivia	Río Llizan en junta Río Reyehueico	157,6	1.848.089	5.552.030	7.400.119
Río Valdivia	Río Neltume entre arriba Río Reyehueico y Río Fui	487,8	5.721.617	17.188.882	22.910.498
Río Valdivia	Río Llanquihue Entre Junta Ríos Fui y Neltume y	13,4	156.588	470.421	627.009

	Desembocadura en Lago Panguipulli				
Río Valdivia	Río Coaripe en Desembocadura Lago Calafquen	174,0	1.457.172	6.132.745	7.589.917
Río Valdivia	Río Guanehue Entre Desague Lago Calafquen y Lago Panguipulli	15,3	127.683	537.373	665.055
Río Valdivia	Lago Panguipulli	176,1	1.474.252	6.204.629	7.678.882
Río Valdivia	Río Enco	58,8	689.104	2.070.207	2.759.311
Río Valdivia	Lago Riihue	0,1	688	4.581	5.269
Río Valdivia	Río San Pedro Entre Río Maio y Río Quinchilca	507,8	2.689.014	17.891.871	20.580.885
Río Valdivia	Río Quinchilca hasta bajo Río Remehue	12,3	65.246	434.127	499.373
Río Valdivia	Río Pichico	0,2	1.059	7.048	8.107
Río Valdivia	Río Quinchilca entre Río Remehue y Río Pichico	11,0	58.308	387.966	446.274
Río Valdivia	Estero Chapuco Hasta Estero Lipingue	0,2	44.025	7.048	51.072
Río Valdivia	Río Calle Calle entre Río Cuicuileufu y Río Cruces	0,7	158.489	25.371	183.860
Río Valdivia	Río Cruces (San Jose) Bajo Estero Niguen	8,4	70.163	295.291	365.453
Río Valdivia	Río Leufucade bajo Río Antihue	0,3	2.596	10.924	13.519
Río Valdivia	Río laque Entre Río Pillecozcoz y Río Mafil	0,3	66.037	10.571	76.609
Río Valdivia	Río Angachillas	2,6	563.518	90.208	653.726
Río Valdivia	Río Futa Bajo Estero Catamatun	4,0	887.100	142.007	1.029.108
Río Valdivia	Río Tornagaleones	3,0	651.568	104.303	755.871
Río Bueno	Río Curringue	42,0	730.460	1.478.920	2.209.380
Río	Río Pillanleufu		456.167		

Bueno		26,2		923.576	1.379.744
Río Bueno	Río Hueinahue	8,0	138.538	280.491	419.029
Río Bueno	Río Melipue	35,0	609.151	1.233.315	1.842.466
Río Bueno	Lago Maihue y Río Calcurrupe	434,8	7.567.227	15.320.939	22.888.165
Río Bueno	Río Caunahue	76,5	1.331.779	2.696.378	4.028.157
Río Bueno	Río Nilahue	79,8	1.388.691	2.811.605	4.200.296
Río Bueno	Lago Ranco	67,3	1.171.659	2.372.193	3.543.852
Río Bueno	Río Bueno Entre Lago Ranco y Bajo Río Ralitrán	13,0	180.220	458.441	638.660
Río Bueno	Río Bueno Entre Río Ralitrán y Río Llolehue	107,9	1.494.949	3.802.837	5.297.787
Río Bueno	Río Golgol hasta junta Río Pajarito	48,4	842.195	1.705.146	2.547.341
Río Bueno	Río Golgol entre Río Pajarito y Lago Puyehue	60,8	1.650.111	2.141.386	3.791.497
Río Bueno	Lago Puyehue	36,4	989.469	1.284.057	2.273.526
Río Bueno	Río Pilmaiquen entre Lago Puyehue y Río Chirre	87,3	1.209.590	3.076.944	4.286.534
Río Bueno	Río Chirre hasta junta Río Quilihue	43,1	597.176	1.519.091	2.116.268
Río Bueno	Río Quilihue	22,0	304.060	773.464	1.077.524
Río Bueno	Río Chirre entre Río Quilihue y Río Pilmaiquen	0,5	6.788	17.266	24.054
Río Bueno	Río Pilmaiquen entre Río Chirri y Río Bueno	53,2	737.362	1.875.695	2.613.058
Río Bueno	Río Bueno entre Río Pilmaiquen y Río Rahue	3,1	627.880	110.646	738.526
Río Bueno	Lago Rupanco	91,1	2.473.673	3.210.142	5.683.814
Río Bueno	Río Coihueco bajo junta Río Blanco	40,7	1.106.229	1.435.578	2.541.807
Río Bueno	Río Coihueco entre Río Blanco y Río Rahue	6,7	180.841	234.682	415.524
Río Bueno	Río Rahue entre Río Coihueco y	0,2	2.216	5.638	7.854

	Río Negro				
Río Bueno	Río Bueno entre Río Rahue y Laguna de La Trinidad	4,5	903.828	159.274	1.063.101
Río Bueno	Río Bueno Entre Laguna de La Trinidad y Bajo Estero Molino	0,2	33.994	5.990	39.984
Río Puelo	Río de Los Morros	7,4	144.818	260.053	404.871
Río Puelo	Río Manso entre Río de Los Morros y bajo Río Steffen	265,8	5.216.195	9.366.848	14.583.043
Río Puelo	Río Manso entre Río Steffen y Río Puelo	11,6	228.412	410.165	638.577
Río Puelo	Río Puelo entre frontera y Río Ventisquero	21,5	809.809	755.846	1.565.655
Río Puelo	Río Ventisquero	69,0	2.606.114	2.432.449	5.038.563
Río Puelo	Río Puelo entre Arroyo Ventisquero y bajo Río Negro	21,1	796.596	743.513	1.540.108
Río Puelo	Río Traidor	32,3	1.217.923	1.136.764	2.354.687
Río Puelo	Río Puelo entre Río Negro y Río Manso	5,1	191.787	179.007	370.794
Río Puelo	Río Puelo Entre Río Manso y Desague Laguna Tagua Tagua	329,2	5.122.067	11.599.852	16.721.919
Río Puelo	Río Apertura	18,6	288.786	654.009	942.795
Río Puelo	Río Puelo Chico	24,6	381.988	865.082	1.247.070
Río Puelo	Río Puelo Entre Desague Laguna Tagua Tagua y Desembocadura	11,7	182.047	412.279	594.327
Río Yelcho	Lago Espolon y Río Espolon en junta Río Futaleufu	69,1	2.745.720	2.434.211	5.179.931
Río Yelcho	Río Futaleufu entre frontera y Río Azulado	416,0	16.534.738	14.658.825	31.193.563
Río Yelcho	Río Futaleufu entre arriba Río	44,4	1.634.179	1.564.548	3.198.727

	Azul y Lago Yelcho				
Río Yelcho	Lago Yelcho	844,1	31.068.909	29.745.081	60.813.990
Río Yelcho	Río Amarillo	29,3	3.188.129	1.030.699	4.218.827

Topología de red integrada con agrupaciones de subsubcuencas (Full coordinada)

Cuenca	Sub-subcuenca	Total MW de potencial hidroeléctrico de la sub-subcuenca	AVI + COMA Transmisión Adicional US\$	AVI + COMA Transmisión Troncal y Subtransmisión US\$	AVI + COMA Transmisión Total US\$
Río Maule	Río Maule Entre Desague Laguna del Maule y Río Puelche	167,49	2.627.543	5.107.981	7.735.525
Río Maule	Río Puelche	21,13	331.482	644.406	975.889
Río Maule	Río Maule entre Río Puelche y Río Cipreses	28,4	445.532	866.121	1.311.654
Río Maule	Río Barroso	33,98	533.070	1.036.296	1.569.366
Río Maule	Río de La Invernada	25,04	392.822	763.651	1.156.472
Río Maule	Río Maule entre Río Cipreses y Río Curillínque	57,97	909.420	1.767.924	2.677.344
Río Maule	Río Maule entre Río Curillínque y Río Melado	3,73	58.515	113.755	172.270
Río Maule	Estero Perales y Cajon Troncosa	29,64	464.985	903.938	1.368.923
Río Maule	Río Guaiquivilo Entre Estero Perales, Cajon Troncosa y Río Relbun	15,14	237.513	461.728	699.241
Río Maule	Río Guaiquivilo Entre Estero Relbun y Río de La Puente	142,76	2.239.585	4.353.785	6.593.370
Río Maule	Río de La Puente	79,32	1.244.353	2.419.040	3.663.394
Río Maule	Río Melado Entre Río de La Puente y Bajo Junta Estero El Toro	117,92	1.849.901	3.596.233	5.446.135
Río Maule	Río Melado Entre Estero El Toro y Río Maule	199,94	3.136.611	6.097.616	9.234.228
Río Maule	Río Claro	45,55	714.578	1.389.149	2.103.726
Río Maule	Río Maule entre Río Melado y Muro Embalse Colbun	29,54	463.417	900.888	1.364.305

Río Maule	Río Perquilauquen hasta junta Río Cato	36	564.759	1.097.900	1.662.660
Río Maule	Río Longavi bajo junta Río Bullileo	117,1	1.837.037	3.571.226	5.408.263
Río Maule	Río Longavi Entre Río Bullileo y Río Loncomilla (excepto Río Liguay)	21,56	338.228	657.520	995.748
Río Maule	Río Achibueno Bajo Junta Estero de Pejerreyes	83,15	1.304.438	2.535.845	3.840.282
Río Maule	Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancoa	138,99	2.180.442	4.238.810	6.419.252
Río Maule	Río Ancoa	22,17	347.798	676.124	1.023.921
Río Maule	Río Claro Hasta Estero Sin Nombre	23,84	373.996	727.054	1.101.050
Río Maule	Río Claro Entre Estero Sin Nombre y Bajo Junta Estero Carreton	7,4	116.089	225.680	341.769
Río Maule	Río Lircay Hasta Estero Picazo	25,61	401.764	781.034	1.182.798
Río Biobío	Río Biobío Hasta Bajo Junta Río Rucauco	1,38	27.841	42.086	69.927
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Rucauco y Río Pehuenco	62,47	1.260.322	1.905.162	3.165.484
Río Biobío	Río Biobío Entre Arriba Junta Río Pehuenco y Bajo Río Pichipehuenco	35,03	706.725	1.068.318	1.775.043
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Pichipehuenco y Río Lonquimay	103	2.078.008	3.141.215	5.219.223
Río Biobío	Río Lonquimay	20,11	405.716	613.299	1.019.015
Río Biobío	Río Rahue	31,01	625.622	945.719	1.571.341
Río Biobío	Río Biobío entre Río Lonquimay y Río Ranquil	2,47	49.832	75.328	125.160
Río Biobío	Río Biobío Entre Arriba Junta Río Ranquil y Río Lamin	143,2	2.889.037	4.367.203	7.256.240
Río Biobío	Río Lamin	137,7	2.778.075	4.199.469	6.977.544
Río Biobío	Río Lolco en junta Río Villacura	62,68	1.264.559	1.911.566	3.176.125
Río Biobío	Río Villucura	16,07	324.210	490.091	814.300
Río	Río Biobío Entre Río	40,2			

Biobío	Ranquil y Bajo Junta Río Butaco		811.029	1.225.989	2.037.017
Río Biobío	Río Biobío entre Río Butaco y Río Queuco	182,78	3.687.557	5.574.284	9.261.841
Río Biobío	Río Queuco hasta bajo junta Río Niremetun	32,51	655.884	991.465	1.647.349
Río Biobío	Río Queuco entre Río Niremetun y Río Biobío	255,09	5.146.400	7.779.539	12.925.938
Río Biobío	Río Huequecura	67,87	1.369.266	2.069.847	3.439.113
Río Biobío	Río Biobío entre Río Queuco y Río Lirquen	397,46	8.018.692	12.121.429	20.140.121
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Lirquen y Bajo Estero Pile (Calbuco)	182,18	3.675.452	5.555.986	9.231.438
Río Biobío	Río Biobío Entre Estero Pile (Calbuco) y Río Duqueco	459,82	9.276.795	14.023.237	23.300.031
Río Biobío	Río Duqueco Hasta Bajo Estero Paulin	38,93	785.406	1.187.257	1.972.664
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Paulin y Bajo Estero Caicura	17,83	359.717	543.766	903.483
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Caicura y Bajo Río Quilleco	49,4	996.637	1.506.563	2.503.200
Río Biobío	Río Duqueco Entre Estero Quilleco y Río Coreo	17,86	360.323	544.681	905.003
Río Biobío	Río Duqueco entre bajo Río Coreo y Río Biobío	0,92	18.561	28.057	46.618
Río Biobío	Río Mulchen hasta junta Río Bureo	29,27	590.518	892.654	1.483.171
Río Biobío	Río Bureo Hasta Bajo Estero Pichibureo	45,85	925.016	1.398.298	2.323.314
Río Biobío	Río Bureo entre Río Pichibureo y Río Mulchen	79,82	1.610.356	2.434.289	4.044.645
Río Biobío	Río Biobío Entre Río Duqueco, Río Mulchen y Río Vergara	1,92	38.736	58.555	97.290
Río Biobío	Río Renaico hasta bajo junta Río Amargo	51,38	1.036.583	1.566.948	2.603.531
Río Biobío	Río Renaico Entre Río Amargo y Bajo Estero Luanrelun	56,8	1.145.931	1.732.243	2.878.174
Río	Río Renaico entre Río	28,12			

Biobío	Luanrelun y Río Mininco		567.316	857.582	1.424.899
Río Biobío	Río Mininco	16,76	338.130	511.134	849.264
Río Biobío	Río Malleco hasta bajo junta Río Niblinto	45,18	911.499	1.377.865	2.289.364
Río Biobío	Río Malleco Entre Río Niblinto y Estero Cherquenco	105,96	2.137.726	3.231.487	5.369.213
Río Biobío	Río Ricoiquen	25,58	516.072	780.119	1.296.192
Río Biobío	Río Coihue y Río Esperanza	8,12	163.820	247.638	411.457
Río Biobío	Río Culenco	3,89	78.480	118.634	197.114
Río Biobío	Río Toboleo Entre Junta Ríos Coihue y Esperanza y Río Biobío	31,67	638.937	965.847	1.604.784
Río Biobío	Río Guaqui hasta Río Raninco	0,14	2.824	4.270	7.094
Río Biobío	Río Raninco	0,41	8.272	12.504	20.776
Río Biobío	Río Laja entre Desague Laja y Río Polcura	13,51	272.562	412.018	684.580
Río Biobío	Río Polcura Entre Río Vallecito y Bajo Estero Blanquillo	14,59	294.351	444.955	739.306
Río Biobío	Río Polcura Entre Estero Blanquillo y Río Laja	24,43	492.871	745.047	1.237.919
Río Biobío	Río Laja Entre Estero Polcura y Río Rucue	9,73	196.301	296.738	493.039
Río Biobío	Río Rucue	39,93	805.581	1.217.754	2.023.336
Río Biobío	Río Laja Entre Río Rucue y Estero Alcapan	0,17	3.430	5.185	8.614
Río Biobío	Río Laja Entre Arriba Estero Alcapan y Río Caliboro	41,1	829.186	1.253.436	2.082.622
Río Biobío	Río Caliboro	4,59	92.603	139.982	232.585
Río Biobío	Río Laja entre Río Claro y Río Biobío	0,28	5.649	8.539	14.188
Río Biobío	Estero Quilacoya	0,61	12.307	18.603	30.910
Río Toltén	Río Trafultraful	59,55	1.641.643	1.816.110	3.457.753
Río	Río Zahuelhue y Río	86,88			

Toltén	Guallerupe		2.395.063	2.649.599	5.044.662
Río Toltén	Río Allipen entre Tres Juntas y bajo Río Llaima	35,96	991.327	1.096.680	2.088.007
Río Toltén	Río Allipen Entre Río Llaima y Bajo Estero Cunco	103,08	2.841.656	3.143.655	5.985.310
Río Toltén	Río Curaco	30,3	835.295	924.066	1.759.361
Río Toltén	Río Allipen entre Río Curaco y Río Toltén	0,11	3.032	3.355	6.387
Río Toltén	Río Maichin Hasta Bajo Estero Cuatro M.	31,47	867.549	959.748	1.827.296
Río Toltén	Río Maichin Entre Estero Cuatro M. y Río Trancura	87,49	2.411.879	2.668.203	5.080.081
Río Toltén	Río Trancura	106,66	2.940.347	3.252.835	6.193.182
Río Toltén	Río Pucon Entre Junta Ríos Maichin y Trancura y Bajo Río Cavisani	44,08	1.215.174	1.344.318	2.559.492
Río Toltén	Río Pucon entre Río Cavisani y Río Curileufu	108,98	3.004.304	3.323.588	6.327.892
Río Toltén	Río Blanco en desague Lago Caburgua	36,62	1.009.521	1.116.809	2.126.330
Río Toltén	Río Liucura	88,59	2.442.203	2.701.750	5.143.953
Río Toltén	Lago Caburgua y Río Carrileufu en junta Río Pucon	0,81	22.330	24.703	47.032
Río Toltén	Río Pucon Entre Río Curileufu y Desembocadura Lago Villarrica	51,81	1.428.271	1.580.062	3.008.333
Río Toltén	Lago Villarrica	0,6	16.540	18.298	34.839
Río Toltén	Río Toltén Entre Desague Lago Villarrica y Río Pedregoso	63,51	1.750.811	1.936.879	3.687.690
Río Toltén	Río Pedregoso	4,9	135.081	149.436	284.517
Río Toltén	Río Toltén entre Río Pedregoso y Río Allipen	54,57	1.504.357	1.664.234	3.168.591
Río Toltén	Río Toltén entre Río Allipen y Río Donguil	23,52	648.387	717.295	1.365.682
Río Toltén	Río Donguil Bajo Junta Estero Polul	0,4	11.027	12.199	23.226

Río Toltén	Río Donguil Entre Estero Quitratrue y Río Toltén	0,78	21.503	23.788	45.290
Río Toltén	Río Toltén Entre Estero Danquil y Estero Neicuf	102,85	2.835.315	3.136.640	5.971.955
Río Valdivia	Desague Lago Pirehueico	3,12	49.943	95.151	145.094
Río Valdivia	Río Fui Entre Desague Lago Pirehueico y Río Neltume	9,12	145.986	278.135	424.121
Río Valdivia	Río Llizan en junta Río Reyehueico	157,56	2.522.098	4.805.144	7.327.242
Río Valdivia	Río Neltume entre arriba Río Reyehueico y Río Fui	487,8	7.808.325	14.876.549	22.684.874
Río Valdivia	Río Llanquihue Entre Junta Ríos Fui y Neltume y Desembocadura en Lago Panguipulli	13,35	213.696	407.138	620.834
Río Valdivia	Río Coaripe en Desembocadura Lago Calafquen	174,04	2.785.898	5.307.738	8.093.636
Río Valdivia	Río Guanehue Entre Desague Lago Calafquen y Lago Panguipulli	15,25	244.110	465.083	709.193
Río Valdivia	Lago Panguipulli	176,08	2.818.552	5.369.952	8.188.505
Río Valdivia	Río Enco	58,75	940.425	1.791.712	2.732.137
Río Valdivia	Lago Riihue	0,13	2.081	3.965	6.046
Río Valdivia	Río San Pedro Entre Río Maio y Río Quinchilca	507,75	8.127.669	15.484.969	23.612.638
Río Valdivia	Río Quinchilca hasta bajo Río Remehue	12,32	197.209	375.726	572.935
Río Valdivia	Río Pichico	0,2	3.201	6.099	9.301
Río Valdivia	Río Quinchilca entre Río Remehue y Río Pichico	11,01	176.240	335.775	512.014
Río Valdivia	Estero Chapuco Hasta Estero Lipingue	0,2	3.201	6.099	9.301
Río Valdivia	Río Calle Calle entre Río Cuicuileufu y Río Cruces	0,72	11.525	21.958	33.483
Río Valdivia	Río Cruces (San Jose) Bajo Estero Niguen	8,38	134.141	255.567	389.707
Río	Río Leufucade bajo	0,31			

Valdivia	Río Antihue		4.962	9.454	14.416
Río Valdivia	Río Iaque Entre Río Pillecozcoz y Río Mafil	0,3	4.802	9.149	13.951
Río Valdivia	Río Angachillas	2,56	40.978	78.073	119.051
Río Valdivia	Río Futa Bajo Estero Catamatun	4,03	64.509	122.904	187.413
Río Valdivia	Río Tornagaleones	2,96	47.381	90.272	137.653
Río Bueno	Río Curringue	41,97	1.108.787	1.279.969	2.388.756
Río Bueno	Río Pillanleufu	26,21	692.431	799.332	1.491.763
Río Bueno	Río Hueinahue	7,96	210.292	242.758	453.050
Río Bueno	Río Melipue	35	924.650	1.067.403	1.992.053
Río Bueno	Lago Maihue y Río Calcurrupe	434,79	11.486.530	13.259.891	24.746.421
Río Bueno	Río Caunahue	76,52	2.021.549	2.333.648	4.355.197
Río Bueno	Río Nilahue	79,79	2.107.938	2.433.374	4.541.312
Río Bueno	Lago Ranco	67,32	1.778.498	2.053.074	3.831.572
Río Bueno	Río Bueno Entre Lago Ranco y Bajo Río Ralitrán	13,01	343.706	396.769	740.475
Río Bueno	Río Bueno Entre Río Ralitrán y Río Lollehue	107,92	2.851.092	3.291.261	6.142.353
Río Bueno	Río Golgol hasta junta Río Pajarito	48,39	1.278.395	1.475.761	2.754.156
Río Bueno	Río Golgol entre Río Pajarito y Lago Puyehue	60,77	1.605.456	1.853.317	3.458.773
Río Bueno	Lago Puyehue	36,44	962.693	1.111.319	2.074.012
Río Bueno	Río Pilmaiquen entre Lago Puyehue y Río Chirre	87,32	2.306.869	2.663.018	4.969.888
Río Bueno	Río Chirre hasta junta Río Quilihue	43,11	1.138.905	1.314.736	2.453.640
Río Bueno	Río Quilihue	21,95	579.888	669.414	1.249.302
Río Bueno	Río Chirre entre Río Quilihue y Río Pilmaiquen	0,49	12.945	14.944	27.889
Río Bueno	Río Pilmaiquen entre Río Chirri y Río Bueno	53,23	1.406.260	1.623.368	3.029.628
Río	Río Bueno entre Río	3,14			

Bueno	Pilmaiquen y Río Rahue		82.954	95.761	178.716
Río Bueno	Lago Rupanco	91,1	2.406.732	2.778.298	5.185.029
Río Bueno	Río Coihueco bajo junta Río Blanco	40,74	1.076.293	1.242.457	2.318.750
Río Bueno	Río Coihueco entre Río Blanco y Río Rahue	6,66	175.948	203.112	379.059
Río Bueno	Río Rahue entre Río Coihueco y Río Negro	0,16	4.227	4.880	9.107
Río Bueno	Río Bueno entre Río Rahue y Laguna de La Trinidad	4,52	119.412	137.847	257.259
Río Bueno	Río Bueno Entre Laguna de La Trinidad y Bajo Estero Molino	0,17	4.491	5.185	9.676
Río Puelo	Río de Los Morros	7,38	140.934	225.070	366.003
Río Puelo	Río Manso entre Río de Los Morros y bajo Río Steffen	265,82	5.076.283	8.106.774	13.183.057
Río Puelo	Río Manso entre Río Steffen y Río Puelo	11,64	222.286	354.988	577.273
Río Puelo	Río Puelo entre frontera y Río Ventisquero	21,45	409.624	654.166	1.063.790
Río Puelo	Río Ventisquero	69,03	1.318.245	2.105.224	3.423.469
Río Puelo	Río Puelo entre Arroyo Ventisquero y bajo Río Negro	21,1	402.940	643.492	1.046.432
Río Puelo	Río Traidor	32,26	616.059	983.841	1.599.900
Río Puelo	Río Puelo entre Río Negro y Río Manso	5,08	97.011	154.926	251.937
Río Puelo	Río Puelo Entre Río Manso y Desague Laguna Tagua Tagua	329,19	6.286.441	10.039.383	16.325.824
Río Puelo	Río Apertura	18,56	354.435	566.029	920.463
Río Puelo	Río Puelo Chico	24,55	468.824	748.707	1.217.531
Río Puelo	Río Puelo Entre Desague Laguna Tagua Tagua y Desembocadura	11,7	223.431	356.818	580.249
Río Yelcho	Lago Espolon y Río Espolon en junta Río Futaleufu	69,08	2.754.551	2.106.749	4.861.299
Río Yelcho	Río Futaleufu entre frontera y Río	416	16.587.914	12.686.848	29.274.762

	Azulado				
Río Yelcho	Río Futaleufu entre arriba Río Azul y Lago Yelcho	44,4	1.770.441	1.354.077	3.124.518
Río Yelcho	Lago Yelcho	844,13	33.659.509	25.743.627	59.403.136
Río Yelcho	Río Amarillo	29,25	1.166.338	892.044	2.058.382

Anexos Digitales

Tabla 193. Archivos digitales del proyecto y su formato.

	Título	Formato
--	--------	---------

1.	Bases de Datos Cuencas 2	Zip
2.	Diccionario Datos Cuencas 2	Xlsx
3.	Asistencia Seminario Presentación de Resultados Temuco 28 de Junio 2016	Xlsx
4.	Asistencia Seminario Presentación de Resultados Concepción 15 de Junio 2016	Xlsx
5.	Asistencia Seminario Presentación de Resultados Talca 24 Junio 2016	Xlsx
6.	Listado de Entrevistados Proceso de Socialización	PDF
7.	Archivo Ejercicio de Modelación	ZIP
8.	Anexo Mapas con Concesiones Piscicultura	DOC
9.	Mapas Generales de Cuencas Estudiadas	Rar
10.	Ficheros por tramos de ríos de las cuencas del Maule, Biobío y Toltén	Xlsx
11.	Diccionario Ficheros por tramos de ríos de las cuencas del Maule, Biobío y Toltén	Xlsx
12.	Puntos de pesca Toltén	Kmz
13.	Puntos de pesca Maule	Kmz
14.	Pisciculturas por SSC	Rar
15.	Carpeta pre homologación modelación	Zip
16.	Diccionario carpeta pre homologación modelación	Doc