



**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN**

**INFORME TÉCNICO N° 2:
RESERVA DEL RÍO COCHAMÓ PARA LA
CONSERVACIÓN AMBIENTAL Y EL
DESARROLLO LOCAL DE LA CUENCA**

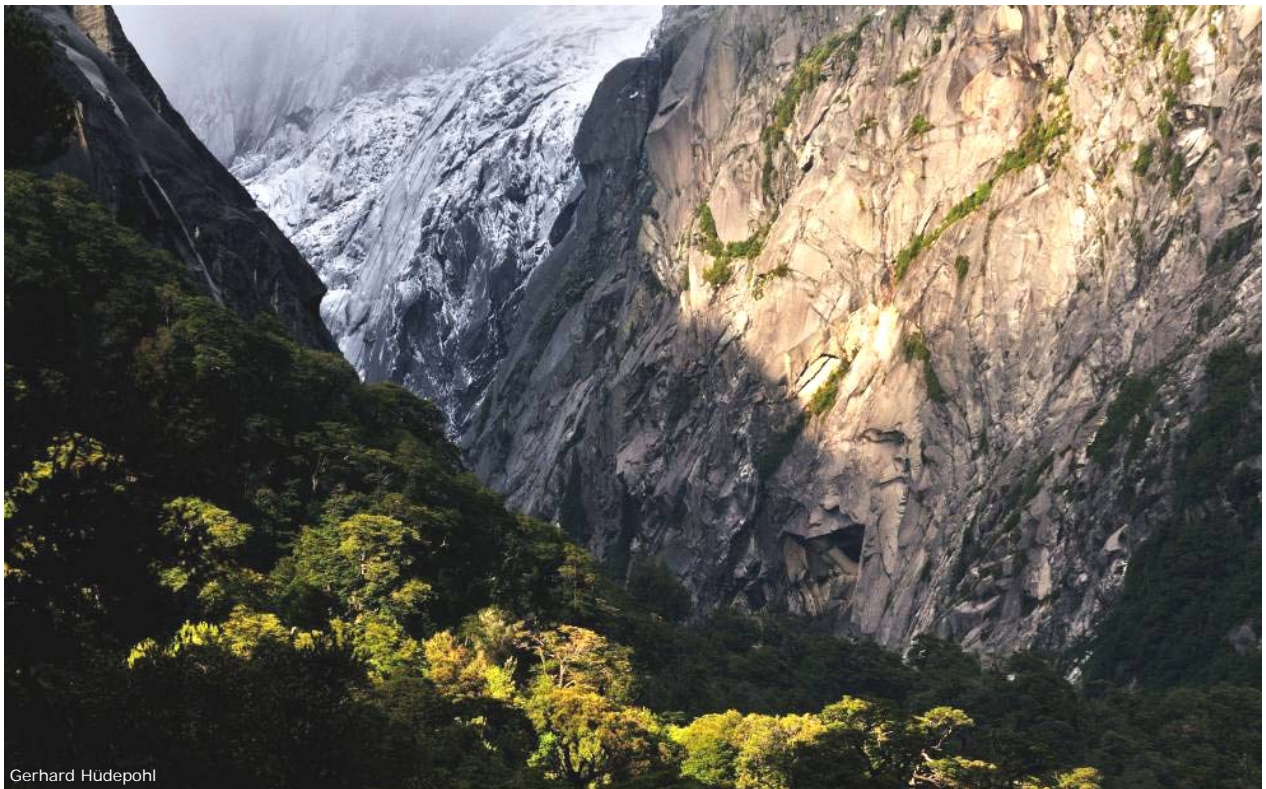
REALIZADO POR:

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS**

S.D.T. N° 283

SANTIAGO, AGOSTO DE 2009

**RESERVA DEL RÍO COCHAMÓ PARA LA
CONSERVACIÓN AMBIENTAL Y EL DESARROLLO
LOCAL DE LA CUENCA**



Gerhard Hüdepohl

ESTE TRABAJO FUE REALIZADO POR LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN, LA DIRECCIÓN REGIONAL DE LOS LAGOS, Y EL DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS, CON EL OBJETIVO DE PROPONER Y ANALIZAR TÉCNICAMENTE LOS PROCEDIMIENTOS Y MECANISMOS PARA LA APLICACIÓN DE LA NORMA DE RESERVA POR INTERÉS NACIONAL -ARTICULO 147 BIS INCISO 3º DEL CÓDIGO DE AGUAS- PARA LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL Y EL DESARROLLO LOCAL DE LA CUENCA DEL RÍO COCHAMÓ, TERRITORIO EN QUE EL ESTADO DE CHILE HA DEFINIDO DISTINTOS INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.

COLABORARON CON ESTE PROYECTO LOS DEPARTAMENTOS DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS, Y LA DIVISIÓN LEGAL; TODOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS.

DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

PEDRO RIVERA IZAM
ESTEFANÍA ROJAS LÍBANO
JULIO CORNEJO MORALES
ANDREA OSSÉS VARGAS
GUILLERMO TAPIA MOLINA

DIRECCIÓN REGIONAL DE AGUAS LOS LAGOS

LUIS MORENO RUBIO
MILOSLAV GARDILCIC MOLINA
KARIN VALVERDE GRAU
JORGE HERNÁNDEZ RIVERA
SEBASTIÁN PÉREZ MÉNDEZ

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

XIMENA PAREDES YAÑEZ
JORGE ALARCÓN ROJAS

DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

SONIA MENA JARA
MARYSOL AZOCAR GUTIÉRREZ

DIVISIÓN LEGAL

TRINIDAD PRIETO ANDUEZA

1	INTRODUCCIÓN	1
2	SITUACIONES EXCEPCIONALES Y DE INTERÉS NACIONAL EN LA CUENCA DEL RÍO COCHAMÓ	4
2.1	ASPECTOS GENERALES: LA LEY DE AGUAS Y EL VALOR AMBIENTAL DE LOS RÍOS DE CHILE	4
2.2	COCHAMÓ: ZONA INALTERADA CON BOSQUES NATIVOS EN EXCELENTE ESTADO.....	9
2.3	TURISMO DE INTERESES ESPECIALES: DESARROLLO FUTURO	12
2.4	PLANTEAMIENTOS DE LA ESTRATEGIA DE DESARROLLO REGIONAL DE LOS LAGOS	15
2.5	EL CAMBIO CLIMÁTICO: UN LLAMADO A VALORAR EL PATRIMONIO AMBIENTAL.....	16
2.6	RESERVA DE LA BIOSFERA POR LA UNESCO Y PROYECCIONES DE AMPLIACIÓN DEL PARQUE NACIONAL VICENTE PÉREZ ROSALES.....	17
3	ANÁLISIS DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS	19
3.1	ANTECEDENTES DE LOS DERECHOS CONSTITUIDOS Y EN TRÁMITE.....	19
3.2	IMPACTO POTENCIAL ASOCIADO AL EJERCICIO DE LOS DERECHOS NO CONSUNTIVOS EN TRÁMITE EN LA CUENCA DEL RÍO COCHAMÓ	22
4	HIDROLOGÍA DEL RÍO COCHAMÓ	26
4.1	ESTIMACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES.....	26
4.2	ANÁLISIS HIDROLÓGICO EN LOS PUNTOS DE LAS SOLICITUDES	31
5	ANÁLISIS DEL CAUDAL ECOLÓGICO Y LA NORMA DE LA RESERVA: SU APLICACIÓN PARA MANTENER EL RÍO	34
5.1	EL CAUDAL ECOLÓGICO: UNA MEDIDA POCO EFECTIVA PARA LA CONSERVACIÓN DEL RÍO	35
5.2	RESERVA DE CAUDAL PARA FINES DE INTERÉS NACIONAL	39
5.3	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA DEFINIR CAUDAL DE RESERVA PARA CONSERVACIÓN AMBIENTAL. APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO COCHAMÓ	41
6	DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES ECOLÓGICO, DE RESERVAS Y DISPONIBILIDAD PARA LAS SOLICITUDES UBICADAS EN LA CUENCA.....	45
6.1	CAUDAL ECOLÓGICO, DE RESERVA Y DISPONIBILIDAD EVENTUAL.....	45
6.2	DENEGACIÓN PARCIAL DE LAS SOLICITUDES DE DERECHO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS EN LA CUENCA	47
7	REFERENCIAS	49

1 INTRODUCCIÓN

El Código de Aguas de 1981 diseñó la institucionalidad de las aguas en Chile, vigente prácticamente en los mismos términos hasta el día de hoy. En este cuerpo legal las atribuciones del Estado son muy reducidas, siendo su rol más importante la asignación de los derechos de aprovechamiento de aguas. Esta asignación se realiza sin distinción entre usos o usuarios; a perpetuidad; y con el carácter de un derecho real y por tanto, privado. Así, la asignación y uso de los recursos hídricos se entrega a un mercado de aguas, descuidando un rol esencial del Estado: garantizar el bienestar de la sociedad en su conjunto, debiendo actuar en aquellos ámbitos que el interés privado no es capaz de resolver.

Es así como se han otorgado derechos reales en prácticamente todas las aguas de los ríos desde la Región de La Araucanía hacia el norte, sin criterios ambientales, excepto lo referente al caudal ecológico en base a criterios hidrológicos y sólo en algunos ríos. Los derechos de aguas superficiales otorgados han generado una situación de agotamiento en la gran mayoría de los ríos en Chile.

En términos ambientales los ríos cumplen funciones esenciales para la preservación de los ecosistemas y de las relaciones territoriales. Son parte importante del paisaje y de la vida. Y es justamente por la belleza y riqueza natural, que el Estado de Chile ha entregado protección oficial a través de distintos instrumentos a vastas zonas del territorio nacional. Sin embargo, en algo tan esencial como la conservación de las aguas que valorizan y mantienen estas zonas, no se han establecido restricciones reales en cuanto al otorgamiento de los derechos de aguas. Siendo así, hoy en día constituyen casos excepcionales aquellos ríos que poseen alto valor ambiental por prestar servicios a zonas protegidas, y que no se encuentren mayoritariamente otorgados.

Esta y otras situaciones derivadas del modelo de asignación han motivado la creación del Comité Interministerial de Política Hídrica, mediante un instructivo presidencial de fecha 12 de Junio del 2009. Dicho Comité ha aprobado las bases para el rediseño de la política de aguas en Chile, destacando como elemento relevante el valor ambiental de nuestros ríos y la necesidad de mantener relaciones elementales asociadas al agua en el territorio. Es por esto que la Dirección General de Aguas (DGA) se encuentra

analizando y aplicando los instrumentos de los que dispone el Estado de Chile para satisfacer los planteamientos del Comité.

La legislación chilena resguarda la preservación de la calidad del agua a través de una serie de instrumentos: las normas de agua potable, riego, normas secundarias de calidad ambiental y el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Sin embargo, cuando se trata de resguardar la cantidad de agua para la conservación del medio ambiente, la legislación presenta desafíos en relación a resguardar la protección del patrimonio ambiental.

En efecto, la ley 20.017 que modificó el Código de Aguas el año 2005, incluyó formalmente el concepto del caudal ecológico en el artículo 129 bis 1, entendido como un caudal mínimo para preservar la naturaleza y proteger el medioambiente. Sin embargo, esto sólo es aplicable respecto de aquellas fuentes donde existan aguas disponibles sobre las cuales constituir derechos de aprovechamiento, es decir, tan sólo pocas fuentes en las regiones más australes del país. Además, el caudal ecológico está limitado a un valor máximo definido por la ley que corresponde al 20% del caudal medio anual de la respectiva fuente superficial. La misma ley establece que para casos excepcionales, existe la atribución del Presidente de la República para definir caudales ecológicos distintos al recién señalado y con un valor máximo del 40% del caudal medio anual, lo que de todas formas significa, como se demuestra en este trabajo, una medida no efectiva para una conservación ambiental real.

También a través de la ley 20.017 se consignó una norma en la que se le da atribución al Presidente de la República para que, bajo ciertas condiciones, reserve recursos hídricos, lo que se establece en el Artículo 147 bis inciso 3° de dicha ley. Mediante este mecanismo es posible resguardar aquellos recursos hídricos relevantes para la conservación ambiental y el desarrollo local, en la medida en que dichas aguas no se hayan otorgado como derecho de aprovechamiento, y en que existan circunstancias excepcionales y de interés nacional que ameriten la reserva.

Una de las cuencas en que se dan estas condiciones es la del río Cochamó. En efecto, existe disponibilidad de agua ya que se encuentran otorgados pocos derechos de aprovechamiento, y presenta condiciones ecológicas y ambientales particulares, con mínima intervención antrópicas, y con importantes expectativas de desarrollo local.

En este informe se proponen criterios técnicos y se define la metodología para definir el caudal de reserva con fines de conservación ambiental y desarrollo local de la

cuenca del río Cochamó, mediante la denegación parcial de solicitudes no consuntivas debido a circunstancias excepcionales y de interés nacional. En el Capítulo 2 se plantean todos los elementos que hacen excepcional a la Cuenca del río Cochamó, elementos que nutren el interés nacional tras el objetivo de conservación y desarrollo local, además de una discusión general acerca de la ley de aguas y el valor ambiental de los ríos de Chile y los aspectos que justifican el interés nacional para realizar una conservación ambiental en dicho río. Luego, en el Capítulo 3 se recopila la información de derechos de aprovechamiento en la cuenca y se analiza el impacto que podría tener el ejercicio de estos derechos, la mayoría solicitados con fines hidroeléctricos, en relación a las condiciones excepcionales presentes en la cuenca.

Posteriormente, en el Capítulo 4 se realiza un análisis hidrológico del río Cochamó y en el Capítulo 5 se realiza un análisis de las posibilidades de aplicación de caudal ecológico y de reserva en dicha hoya hidrográfica. En el Capítulo 6 se definen para cada punto solicitado, el caudal ecológico, el de reserva y la disponibilidad para constituir derechos.

2 SITUACIONES EXCEPCIONALES Y DE INTERÉS NACIONAL EN LA CUENCA DEL RÍO COCHAMÓ

2.1 Aspectos generales: la ley de aguas y el valor ambiental de los ríos de Chile

Prácticamente la totalidad de la ley de aguas que está vigente hoy en Chile viene de los planteamientos del Código de Aguas de 1981. Éste señala que es el mercado el instrumento para la asignación del agua, la que a pesar de tratarse de un bien nacional de uso público se concede a los privados en términos de un permiso perpetuo para el uso. Entonces, los derechos de aprovechamiento se crean como bien totalmente privado, transferible, y perpetuo. Este enfoque no sólo es contrapuesto al marco que estableció tanto el Código de Aguas de Chile de 1951 como el de 1969, sino que además resulta singular y único a nivel mundial.

En efecto, los Códigos de 1951 y 1969 planteaban un marcado protagonismo del Estado en la asignación y administración del agua, reservando la asignación perpetua a los casos en que se podía demostrar una serie de aspectos asociados con la concesión y especificando prioridades dependiendo del uso. Desde una mayor prioridad a los usos sociales a una menor a los usos industriales.

El Código de Aguas de 1981, en cambio, reduce enormemente las atribuciones del Estado en esta materia, dejándole como rol más importante la asignación de los derechos de aprovechamiento de aguas, sin distinción entre usos o usuarios. Entonces dicho otorgamiento se realiza de acuerdo a la disponibilidad en las fuentes de agua y según la fecha en que se presentan las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas ante la DGA, independiente del uso que se pretenda dar a dichas aguas. Así, la asignación se deja finalmente entregada al mercado, descuidando el rol fundamental del Estado que es garantizar el bienestar de la sociedad en su conjunto, debiendo actuar en aquellos ámbitos donde el interés privado no es capaz de resolver.

Chile, dada sus características geográficas, tiene cuencas muy diversas, con características distintas asociadas principalmente a su latitud y altura, asociado al aislamiento que las caracteriza, lo que genera una enorme variedad de cuerpos de agua. Es así como observamos desde bofedales en el altiplano hasta grandes ríos

patagónicos, donde se mantiene una diversidad biológica única, repleta de especies endémicas y ecosistemas particulares, muchos de ellos sumamente frágiles. Es justamente en especies dulceacuícolas donde se presenta la mayor tasa de extinciones a nivel mundial y Chile no es la excepción. Es posible que varios de los ecosistemas vinculados al agua hayan desaparecido irremediablemente y con ellos muchas especies. El deterioro de los ecosistemas acuáticos, el desecamiento de ríos, la extinción de especies, la disminución drástica del agua dulce en las desembocaduras, con sus consecuencias en los recursos bentónicos, pesqueros y en la diversidad biológica, tiene directas consecuencias en la calidad de vida de la población que depende de ellos.

La pérdida del patrimonio ambiental vinculado al agua presenta múltiples ejemplos. Desde aquellos casos extremos de desecación total como en el río Copiapó, a aquellos casos de desecación temporal como lo recientemente sucedido en el Salto del Laja. Esta realidad se va extendiendo e implica preguntarse si Chile está dispuesto a sacrificar sus ríos, humedales o lagos, pagando la sociedad en su conjunto los costos que esto significa a su patrimonio.

Ahora bien, como los derechos de aguas son otorgados según disponibilidad real, hoy la DGA esta mandatada por ley a entregar derechos de aguas en todas las fuentes sobre las que se presenten solicitudes legal y técnicamente procedentes. Es así como se han otorgado las aguas de prácticamente todos los ríos desde la Región La Araucanía hacia el norte. Los derechos de aguas superficiales otorgados en todo Chile, presentados en la Figura 1, generan una situación de agotamiento en la gran mayoría de los ríos del país, como se aprecia en la Figura 2, donde además se incluyen las cuencas agotadas por grandes solicitudes de derechos no consuntivos que igualmente restringen el uso del agua para otros fines.

En términos ambientales los cauces y sus cuencas presentan funciones esenciales para la preservación de los ecosistemas y de las relaciones territoriales. Forman parte del paisaje y son fuente de vida. Por lo mismo, el Estado de Chile a través de diversos instrumentos ha entregado protección oficial a vastas zonas del territorio nacional. Sin embargo, en algo tan esencial como la conservación de las aguas que valorizan estas zonas, no se han establecido restricciones reales en cuanto al otorgamiento de los derechos de aguas. Siendo así, hoy en día constituyen casos excepcionales aquellos ríos que poseen alto valor ambiental por prestar servicios a zonas protegidas y que cuyas aguas no se encuentren mayoritariamente otorgadas.

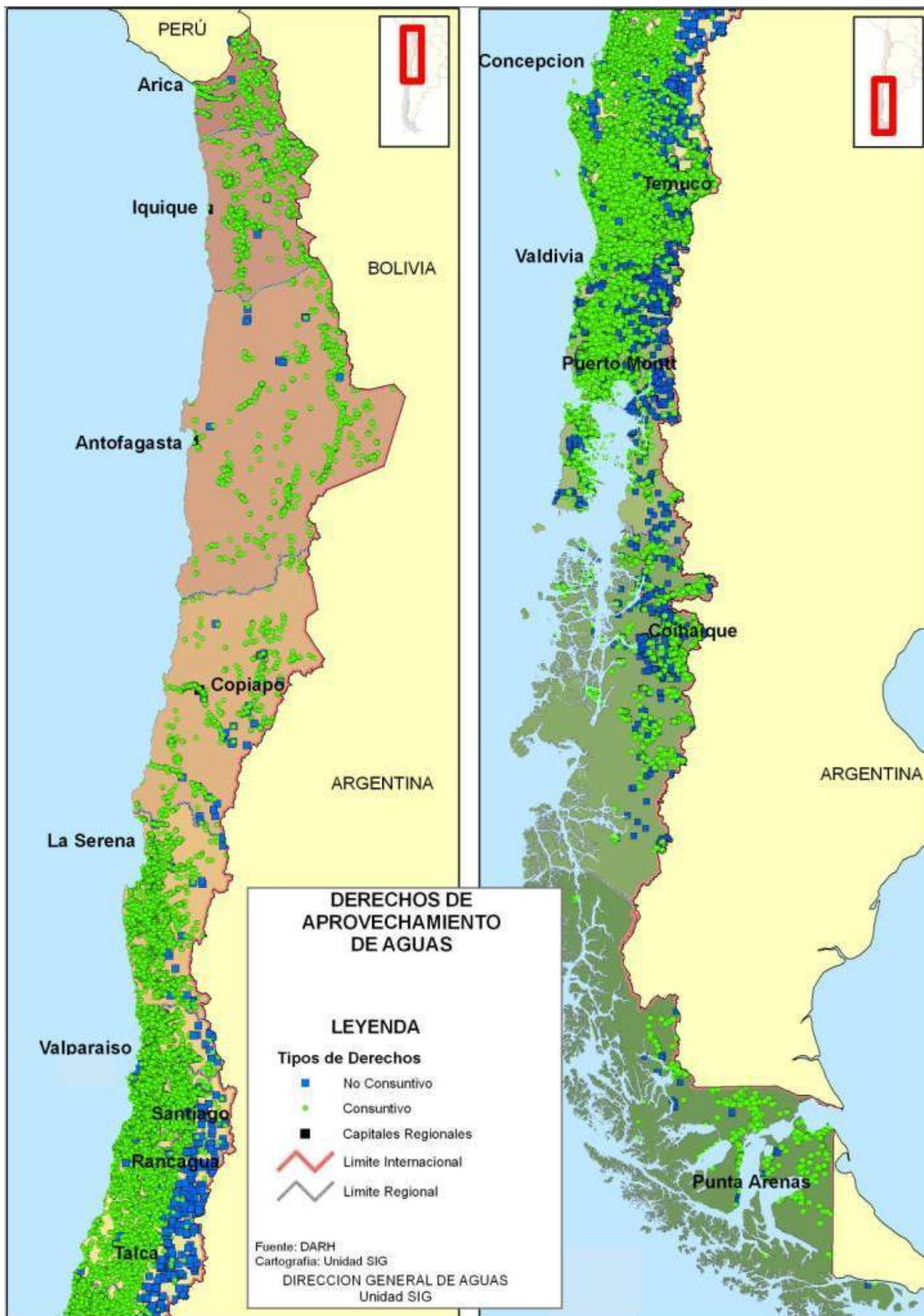


Figura 1. Derechos superficiales otorgados en los ríos de Chile.



Figura 2. Ríos sin disponibilidad y agotados en Chile.

Así es el caso del río Cochamó pues, a diferencia de la mayoría de los ríos de Chile, este tiene disponibilidad remanente, o sea más allá de los derechos de aguas otorgados, suficiente como para asegurar una conservación real del río y de la zona ambientalmente protegida que sirve. En la Figura 3 se puede observar la ubicación general de la cuenca del río Cochamó y su calidad de cuenca aún no agotada.



Figura 3. Situación excepcional de la cuenca del río Cochamó en términos de disponibilidad de agua en los ríos.

A continuación se describen todos los aspectos ambientales particulares que hacen del río Cochamó una zona de interés nacional.

2.2 Cochamó: zona inalterada con bosques nativos en excelente estado

De acuerdo al estudio “Plan de Ordenamiento Territorial para la cuenca del río Cochamó” (2001), las características geomorfológicas, con sus variadas y singulares formas y accidentes, sumado a las condiciones climáticas que imperan, le confieren a la cuenca un carácter bastante hostil para la habitabilidad humana, razón por la cual hasta ahora presenta una muy baja densidad poblacional y usos antrópicos. No obstante, son estas mismas características las que le otorgan un interés especial desde el punto de vista de la conservación y recreación cercana a lo natural, donde se busca precisamente disfrutar de las condiciones naturales y culturales que ofrecen los ambientes inalterados.



Foto 1: Valle río Cochamó.
Autor: Pablo Valenzuela.

El valle de Cochamó se caracteriza por tener altas pendientes, topografía abrupta con relieve andino fuertemente erosionado por el río Cochamó, de alimentación fluvial directa de los ríos Arcos, La junta, Valverde y del Este, todos de gran poder erosivo y rápida capacidad de respuesta ante eventos climáticos, debido a su breve recorrido y

gran diferencia de alturas entre las nacientes y la zona de confluencia con el río Cochamó. Las gradientes de pendiente varían entre escarpada (de cerros) y muy escarpada (de montañas) sobre 45 y 60%, siendo muy escasos los espacios planos, dificultando el desarrollo de actividades agropecuarias.

Los suelos presentes en la zona cordillerana son muy inestables debido a que en su mayoría poseen las pendientes descritas y una conformación dominada por rocas ígneas y carencia de cobertura vegetal. En la zona del valle, los suelos son principalmente de origen granítico, rocosos, de poca profundidad (delgados), textura moderadamente gruesa, de pH medios a ácidos, clase de capacidad de uso de suelo entre VII y VIII, es decir, son suelos con limitaciones severas que lo hacen inadecuado para cultivos. Su uso está limitado para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas. Mientras que en la parte baja, cercana a la desembocadura en el estuario de Reloncaví, los suelos están clasificados como serie Ralún, definido como un trumao típico compuesto de cenizas y arenas volcánicas recientes.

Sin embargo estas características hostiles para ciertos usos, son el ambiente ideal para el desarrollo de bosques en la cuenca, los cuales cubren el 68% de su superficie (Figura 4).

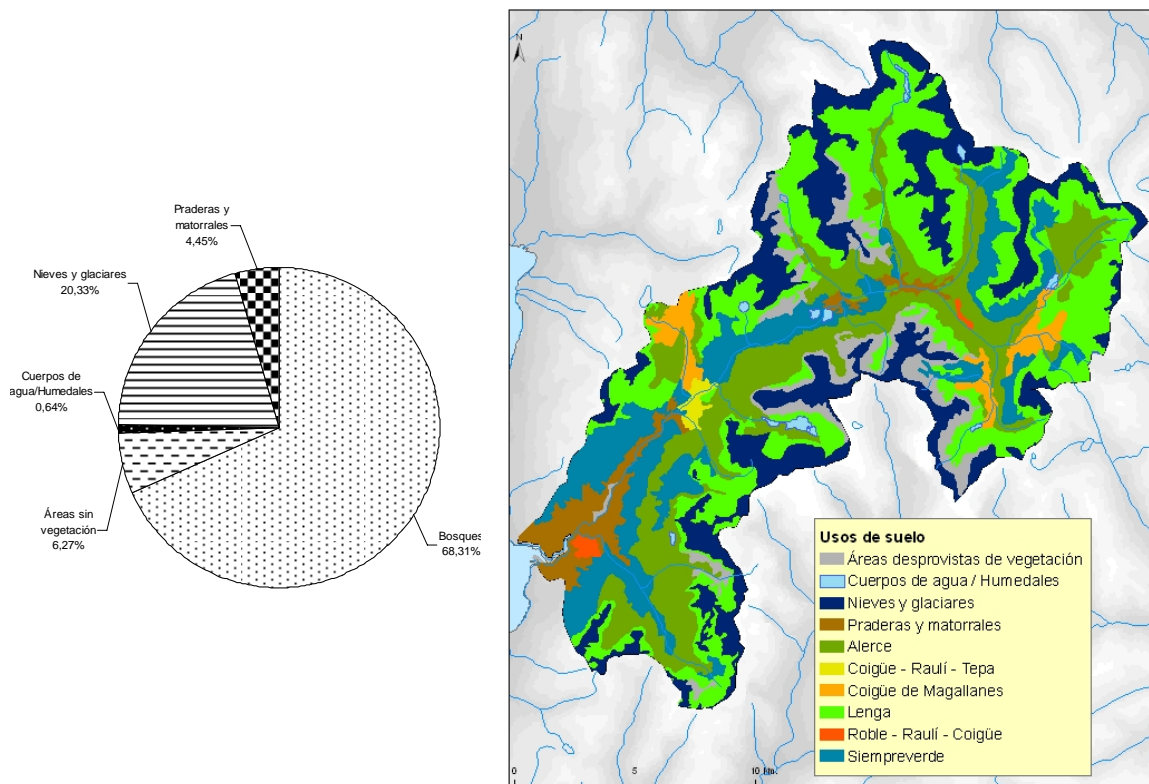


Figura 4. Usos de suelo y tipos de bosque en cuenca río Cochamó.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Conaf, 1999.

Algunas especies según Hoffmann (1997) y Conaf (1999) son: Alerce (*Fitzroya cupressoides*), especie endémica y monumento natural en Chile desde 1976 que cubre cerca de 6.350 Ha en la cuenca; Coigüe (*Nothofagus dombeii*); Coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*); Ulmo (*Eucryphia cordifolia*); Arrayán (*Luma apiculata*); Mañío (*Podocarpus sp.*); Lengua (*Nothofagus pumilio*); Ñirre (*Nothofagus Antarctica*); Canelo (*Drymis winteri*); Luma (*Amomyrtus luma*); Lingue (*Persea lingue*); Raulí (*Nothofagus alpina*); Tepa (*Laureliopsis philippiana*).

En los bosques asociados al río Cochamó es posible encontrar una cantidad importante de aves como el Rayadito (*Aphrastura spinicauda*); Come Sebo (*Phrygilus patagonicus*); Fío Fío (*Elaenia albiceps*); Chucao (*Scelorchilus rubecula*); Peuquito (*Accipiter sp.*) y en la parte alta de cóndores (*Vultur gryphus*), y mamíferos como Puma (*Felix concolor*) y Pudú (*Pudu pudu*).

En específico, para el caso de los ecosistemas acuáticos se tornan relevantes aquellos que dependan de manera directa de los recursos hídricos presentes en la cuenca, poniendo especial atención en aquellos que se asocien a la mantención sostenida de caudales en el río y sus afluentes. Según esto, la cuenca del río Cochamó presenta los siguientes componentes ecológicos que son de importancia para la preservación de los ecosistemas acuáticos:

- La diversidad acuática está representada por familias de macroinvertebrados bentónicos como: Leptophaebidae, Baetidae, Gripopterigiidae, Diamphipnoidae, Hydropsichidae, Chilinidae, Aeglidae, Chironomidae, los que son importantes en la descomposición y flujo de materia y energía proveniente de la ribera, que a su vez forman parte de la dieta de consumidores secundarios como pequeños peces nativos puyes (*Galaxia maculatus*), bagres y pequeñas truchas que alimentan a grandes peces que son muy apetecidos para el ejercicio de la pesca deportiva de gran relevancia en la zona (concepto de río continuo Vannote et. al., 1980).
- La conservación del caudal también implica conservar los hábitats naturales donde viven los diferentes organismos que componen los grupos tróficos del sistema fluvial, además constituyen una rama importante en la trofía de la cuenca, debido a la degradación constante de la materia que cae de los árboles y nutrientes que son arrastrados de la cuenca, y que son sintetizadas a través del ciclo de nutrientes antes que lleguen a la zona estuarina y finalmente al mar.

- A nivel nacional, la fauna íctica ha estado por muchos años bajo una gran presión antrópica, la que aumentó con la introducción de salmónidos en los ríos chilenos, produciendo competencia por hábitat, alimento y además ejercen depredación sobre la especies nativas, es por esto también que la fauna íctica de los ríos de Chile debe ser resguardada, dado que casi la totalidad de las especies presentes en nuestro país están catalogadas en algún estado de conservación (Campos et. al., 1998).
- Por otra parte, la pesquería artesanal, las inversiones en cultivos de Salmones y de Mitilidos presente a lo largo del estuario del Reloncaví, dependen de éste, ya que el río y su caudal aportan agua dulce al estuario, actuando como un reloj biológico y manteniendo el ecosistema estable y sano. Es decir, el flujo de agua dulce de este río, cumple la importante labor de oxigenar las salobres aguas del estuario, reduciendo los niveles de salinidad y temperatura de la columna de agua, y esto a su vez posibilita la existencia de una rica flora y fauna marina. Por lo tanto, cualquier perturbación volumétrica, física o química del flujo de agua, provocaría graves consecuencias ambientales y económicas al estuario y seno del Reloncaví.

En definitiva, la cuenca del río Cochamó presenta muy baja intervención antrópica y, gracias a eso, el desarrollo casi pleno de fauna y flora en un muy buen estado. Por lo mismo, la cuenca es de gran importancia pues cumple una función ecológica a nivel local y regional, al ser capaz de acoger y permitir el desarrollo de gran variedad de ecosistemas.

2.3 Turismo de intereses especiales: desarrollo futuro

La cuenca del río Cochamó cuenta con un atractivo turístico basado en su riqueza natural extraordinariamente bien conservada. Este hecho es una de las características que hoy la posicionan dentro de la región e incluso a nivel nacional y mundial como un foco de desarrollo turístico que se vincula directamente a esa condición. En ese sentido, mención especial merece el escenario geomorfológico de la cuenca, con paredes de granito gigantes que hoy cuentan con largas rutas de escalada sin glaciares, razón por la cual resultan ser tremendamente atractivas (Foto 2). En efecto, estas rutas hoy son comparadas con las que se encuentran en el Parque Nacional

Yosemite de Estados Unidos (Foto 3), que anualmente recibe cerca de 3 millones de visitas.

Sernatur el año 2007 declaró como zona de interés turístico (ZOIT) las cuencas de Cochamó y Puelo. La declaración de ZOIT se relaciona con aquellas áreas de características esencialmente rurales y extensas, donde junto a recursos turísticos relevantes coexisten otros usos o actividades compatibles. Los atractivos turísticos que ofrecen son variados y favorecen la conformación de circuitos y/o áreas turísticas generalmente no explotadas, pero que sí lo son potencialmente.



Foto 2: Cerro Capicúa en Cochamó.
Autor: Daniel Seeliger.



Foto 3: El Capitán en Yosemite Valley, USA.
Fuente: www.yosemitefund.org

Para el caso de Cochamó, la declaración de ZOIT se hizo en respuesta a un amplio consenso tanto local como regional para fomentar y apoyar el turismo en estas cuencas, siendo el turismo de intereses especiales el foco principal. En Cochamó, hoy tiene lugar una actividad turística en los términos antes mencionados de forma incipiente y con flujos reducidos que han contribuido a la conservación de las condiciones naturales (Figura 5).

Se determinó que tiene un alto valor paisajístico asociado a atractivos naturales (ríos, lagos, escenarios de montaña únicos, bosque nativo, entre otros), presencia de recursos termales, y una gran variedad de ecosistemas asociados fundamentalmente a los bosques templados lluviosos, y flora y fauna endémicas.

Además, existen otras dos iniciativas estatales que se asocian al mejoramiento de la conectividad entre los territorios y al desarrollo de actividades ligadas al turismo. En primer lugar, está la Red Interlagos (Figura 5), iniciativa del Ministerio de Obras Públicas (MOP) que tiene por objetivo generar un incremento en la actividad turística, mejorar la calidad de vida de la población y contribuir al desarrollo socioeconómico de las regiones del sur de Chile entre las regiones de La Araucanía y Los Lagos.

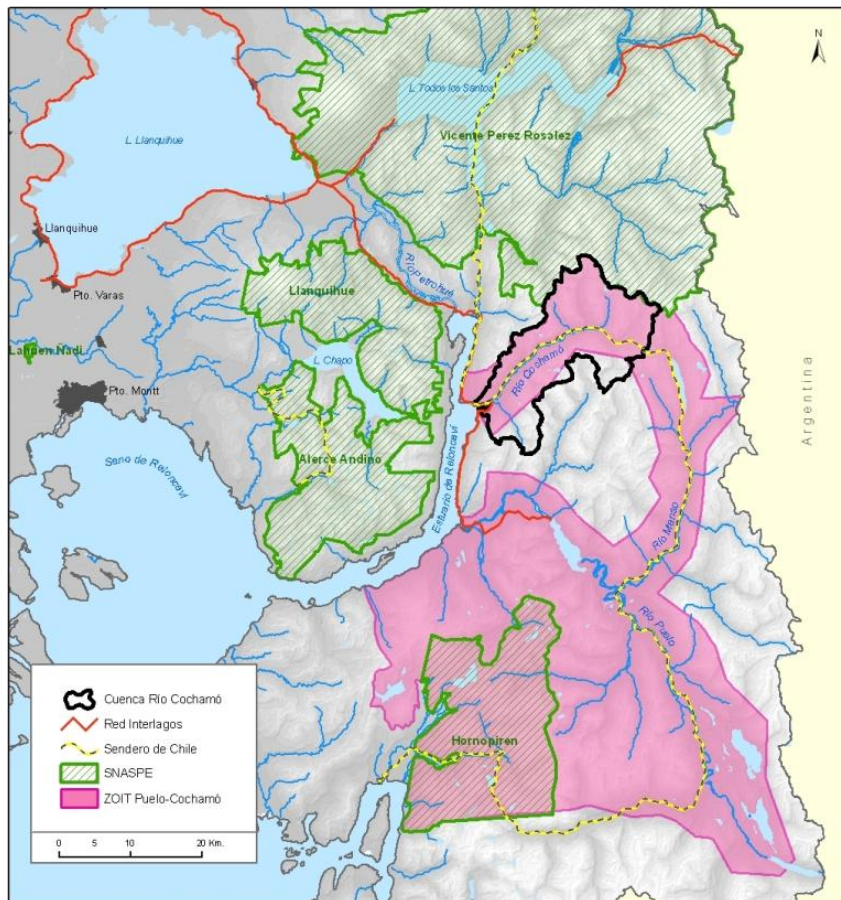


Figura 5. Figuras de protección y promoción ambiental y turística.

Fuente: Elaboración propia.

En segundo lugar, el valle de la cuenca forma parte de un tramo del Sendero de Chile (Figura 5) denominado "Bosques, lagos y volcanes" que va desde Coñaripe hasta Hornopirén. Esta es una iniciativa pública de carácter multisectorial que tiene por objetivo unir a Chile desde Visviri a Cabo de Hornos en un gran sendero que sea

posible de recorrer ya sea a pie, a caballo o en bicicleta; y busca con ello fomentar el ecoturismo y la educación ambiental. Como se observa, el sendero en Cochamó está trazado desde la desembocadura hasta su cabecera, para luego seguir a la cuenca del río Manso. Los primeros 5 Km. es posible recorrerlos en vehículos motorizados, luego, el camino está hecho para que sólo sea posible recorrerlo a pie o a caballo; esto podría explicar en parte que el valle en general se ha visto expuesto a bajas presiones antrópicas, sólo posibilitando intervenciones limitadas y una escala que parece ser la adecuada para su preservación.

Es importante señalar que ninguna de estas dos iniciativas constituye una protección ambiental propiamente tal; sin embargo, dejan de manifiesto una clara intención por parte del Estado de fomentar el turismo en esta zona, y entregar a la población local un rol indispensable en ello.

Por último, señalar que el turismo de intereses especiales y la preservación ambiental se corresponden de manera armónica, potenciándose la una a la otra y con todos los beneficios que las dos reportan tanto a la población en su conjunto como al medio ambiente.

2.4 Planteamientos de la Estrategia de Desarrollo Regional de Los Lagos

La Estrategia de Desarrollo Regional (EDR) elaborada para el período 2009-2020 hace mención a cinco ejes de desarrollo regional a través de los cuales se espera orientar de manera general la toma de decisiones en la región, estos son: 1) Desarrollo humano y calidad de vida, 2) Comunidad pluricultural, 3) Competitividad regional, 4) Democracia y Gobernabilidad, 5) Sustentabilidad regional.

La sustentabilidad regional, es transversal en toda la EDR y supone valorar, fomentar y reforzar iniciativas tendientes a la protección de la biodiversidad, la preservación de ecosistemas y el uso sustentable del territorio regional. Lo anterior permitiría una administración eficiente y racional de nuestros recursos naturales, con el propósito final de mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las futuras generaciones.

Así mismo, el proceso de planificación regional propuesto se orienta a considerar el territorio como elemento fundamental para articular un modelo de desarrollo

sustentable, sobre la base de las condiciones geográficas, económicas, culturales y ambientales existentes. De esta manera, la estrategia territorial identifica siete zonas estratégicas de desarrollo, una de las cuales corresponde a la Zona Lagos Andinos, donde precisamente se localiza la Cuenca del Río Cochamó.

En la EDR, se espera que en el año 2020 la Zona Lagos Andinos se consolide como un destino turístico internacional de alto nivel, integrado al ámbito nacional e internacional, con una eficiente administración de sus recursos ambientales y energéticos.

Además, la EDR considera la ejecución de cinco programas y proyectos regionales con carácter estratégico, uno de los cuales corresponde al programa "Sistema regional de áreas protegidas públicas y privadas". El objetivo de este programa es coordinar los esfuerzos que se llevan a cabo en la región respecto a la gestión, fortalecimiento y mejoramiento de áreas protegidas públicas y privadas existentes y fomentar la inclusión de nuevas áreas al sistema, con el objeto de conservar, proteger y usar de manera sustentable la biodiversidad presente en el territorio regional.

Según esto, la presente iniciativa estaría alineada con la EDR y contribuiría con el eje de desarrollo regional "Sustentabilidad Regional" y se enmarca dentro del Programa Regional "Sistema Regional de Áreas Protegidas Públicas y Privadas".

2.5 El Cambio Climático: un llamado a valorar el patrimonio ambiental

El cambio climático entendido como un efecto directo de la actividad humana, plantea un escenario en que se hace evidente el impacto que nuestro quehacer genera en la dinámica del planeta. La reflexión más profunda es que nuestro comportamiento puede incidir sobre el medioambiente en mayor medida de lo que siempre hemos creído.

En efecto, a partir de los resultados existentes para el país en cuanto a comportamiento de precipitaciones en situación de clima futuro, indican en general un descenso entre un 50 y un 70% de las precipitaciones para el período diciembre – febrero con un aumento de las temperaturas para el mismo período de 5 grados (U. Chile, 2006).

Si a esto se suma las condiciones geomorfológicas de la cuenca del río Cochamó, caracterizada por grandes pendientes y suelos con buen drenaje, se prevé que los

cambios meteorológicos pueden alterarla enormemente, modificando la distribución de caudales y variación estacional.

En definitiva, este paradigma sugiere que todas las naciones sean prudentes y sustentables ambiental, social y económicamente en los modelos de desarrollo por los que opten.

2.6 Reserva de la Biosfera por la UNESCO y proyecciones de ampliación del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales

El mismo año en que Puelo y Cochamó fueron declaradas ZOIT, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) aceptó la propuesta del Gobierno de Chile de crear la reserva de la biosfera denominada “Bosques Templados Lluviosos de los Andes Australes” junto a otros 22 lugares, distribuidos en 18 países (Figura 6). Esta solicitud particular correspondió en realidad a una intención colectiva de los Gobiernos de Chile y Argentina, que buscaba una protección ampliada de los bosques templados tanto de la vertiente oriental como de la occidental de la cordillera de los Andes. Como se observa para el caso chileno, el área cubre íntegramente la zona cordillerana de las regiones de Los Ríos y de Los Lagos.

El sitio incluye ecosistemas de alta montaña e importantes recursos de agua asociados. Estos bosques se suman a otros nueve parajes de nuestro país que ya tienen la misma categoría: el Parque Nacional Bosque Fray Jorge (designado en 1977), el archipiélago de Juan Fernández (1977), Parque Nacional Torres del Paine (1978), Laguna San Rafael (1979), Parque Nacional Lauca (1981), Araucarias (1983), Parque Nacional La Campana y Lago Peñuelas (1984) y Cabo de Hornos (2005).

Las Reservas de la Biosfera son zonas de ecosistemas terrestres o costeros/marinos, o una combinación de ellos, donde el objetivo es combinar el conocimiento científico con estrategias gubernamentales para reducir la pérdida de biodiversidad, mejorar los medios de subsistencia de la población y elevar sus condiciones sociales, económicas y culturales para un medio ambiente sostenible. Así, no son sitios de protección ambiental neta, sino donde se promueve una relación equilibrada entre las poblaciones y el desarrollo de sus actividades y la naturaleza.

Por otro lado, cabe destacar que la cuenca del río Cochamó colinda por el norte con el Parque Nacional Vicente Pérez Rosales (Figura 5). Así, Cochamó indudablemente juega

un rol amortiguador y de transición a zonas con mayor intervención. Dicha condición y el hecho de que Cochamó forma parte de una zona con abundante representación de bosque nativo, fue motivo para que dentro de las alternativas que estudió la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) en el año 2002 como sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad se considerara la opción de ampliar los límites del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales hacia el sur, con el objetivo de unirlo al Parque Nacional Hornopirén y con ello lograr una mayor cobertura de protección de los bosques templados siempreverdes de la zona, principalmente de los compuestos por Alerce (*Fitzroya cupressoides*). Esta alternativa fue ponderada en un nivel IV, lo que implica que se considere en las acciones generales de la región y que se priorice según las condiciones de factibilidad del momento.

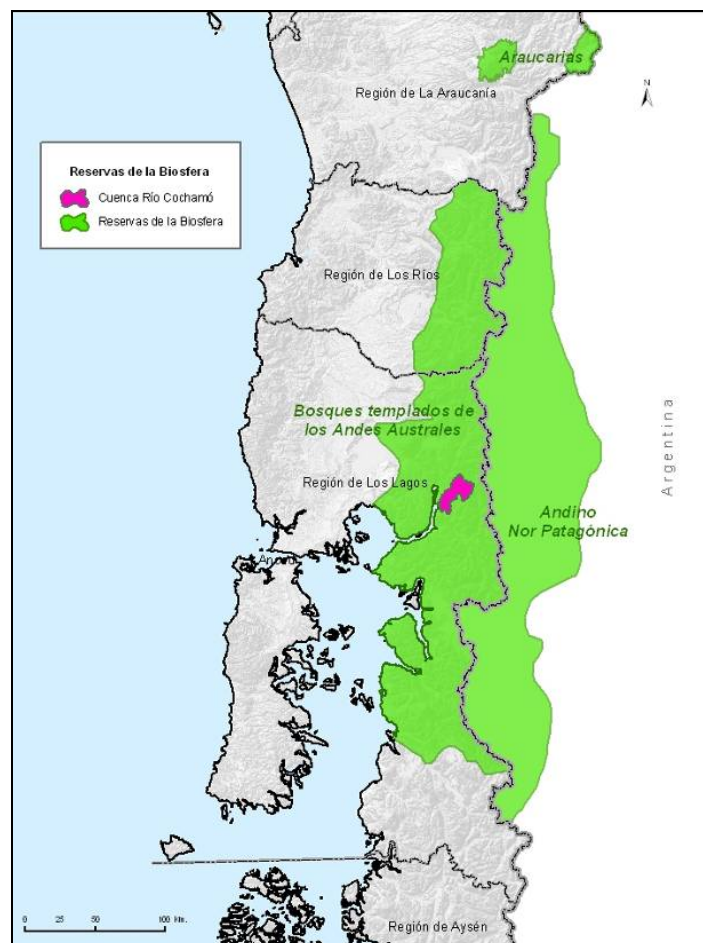


Figura 6. Reservas de la Biosfera
Fuente: Elaboración propia.

3 ANÁLISIS DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS

3.1 Antecedentes de los derechos constituidos y en trámite

La situación actual en cuanto a los derechos de aprovechamiento de aguas en la cuenca del río Cochamó muestra en general un bajo otorgamiento tal como se observa en la Figura 7 y Figura 8, pero a la vez una gran demanda, fundamentalmente por derechos de tipo no consuntivo (Tabla 1). En efecto, se observa que no hay derechos de ningún tipo constituidos en el cauce principal, sino que sólo existen derechos otorgados en afluentes al río Cochamó.

Por otra parte, se aprecia que la mayoría de las solicitudes actualmente en trámite (84%) son derechos no consuntivos que cubren todo el cauce principal y casi todos los afluentes a él. Es decir, hoy los derechos otorgados son muy pocos y no afectan al cauce principal, pero en el supuesto que se otorgasen los derechos en trámite, la situación variaría de manera tal que prácticamente todos los recursos hídricos de la cuenca podrían ser aprovechados por privados en proyectos que no necesariamente respeten los principios de conservación y desarrollo local que se plantean en este informe (cuadros de la derecha de las figuras).

En específico, existen derechos consuntivos otorgados por caudales de 2 y 25 l/s en promedio en el río Del Este, considerando en su constitución un caudal ecológico de 7 y 516 l/s, respectivamente. Las solicitudes en trámite son cuatro, las dos mayores demandando 49 l/s cada una. Sólo una de ellas ubica su punto de extracción en el río Cochamó, el resto lo hace en tributarios a él.

En relación a los derechos no consuntivos, se observa que son tres los constituidos, encontrándose los dos mayores en el río Del Este con caudales promedio de 1.276 y 1.140 l/s de caudal permanente, y 82,5 y 860 l/s de caudal eventual promedio, respectivamente. Se observa también que estos tres derechos fueron otorgados considerando un caudal ecológico de la fuente.

En cuanto a los derechos no consuntivos en trámite, estas solicitudes demandan caudales que van desde los 2.000 a los 200.000 l/s, y como se aprecia en la Figura 8 se distribuyen a lo largo del río principal y sus afluentes de manera tal que prácticamente no queda sección del cauce que no esté solicitada.

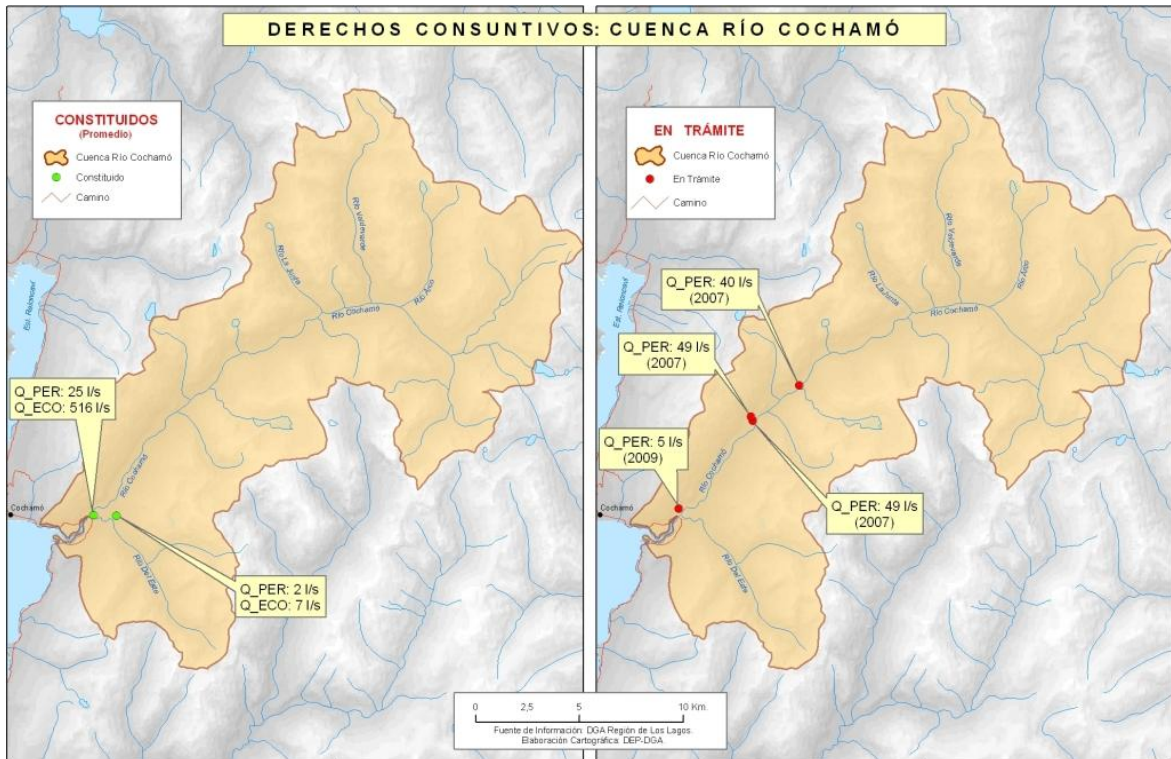


Figura 7. Situación de Derechos Consuntivos constituidos y en trámite en la cuenca del río Cochamó.

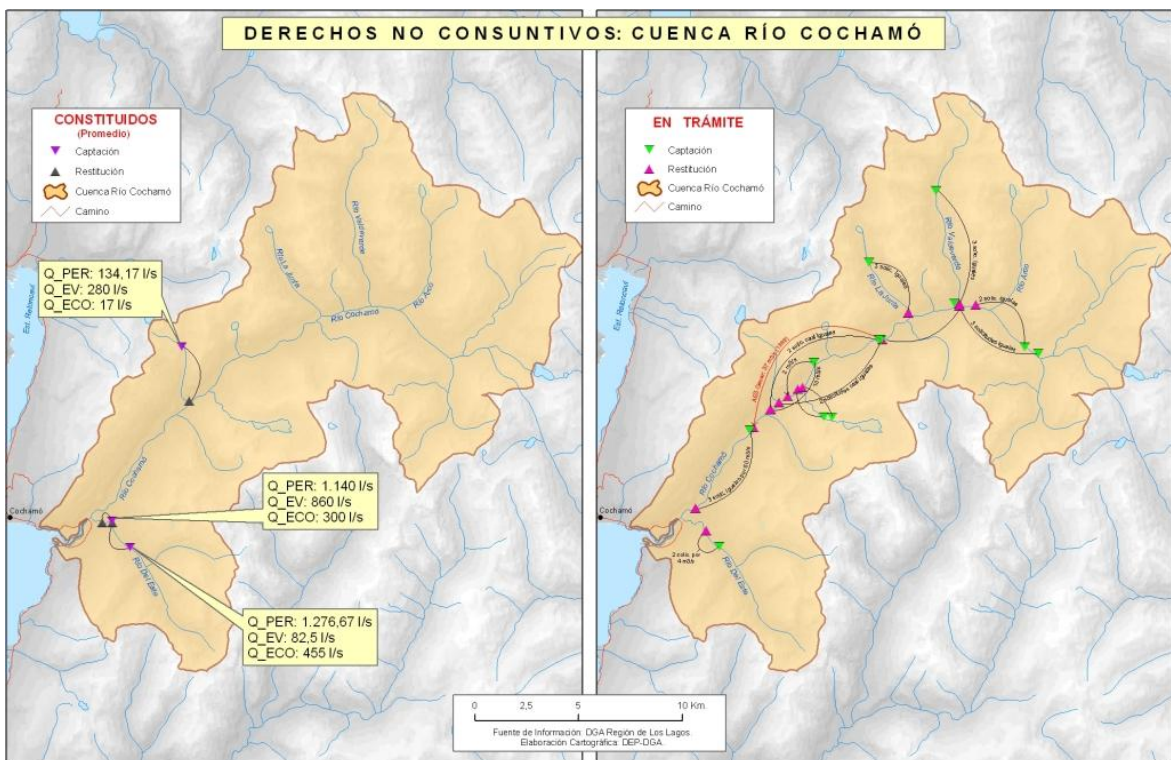


Figura 8. Situación de Derechos No Consuntivos constituidos y en trámite en la cuenca del río Cochamó. En el cuadro de derechos en trámite, en rojo se destaca la solicitud de AES Gener S.A.

Además, se observa que varias solicitudes, sobre todo en la parte alta de la cuenca, son idénticas tanto en caudal, como en punto de captación y restitución.

Tabla 1: Listado Solicitudes Derechos No Consuntivos en trámite, cuenca Cochamó (FUENTE: Dirección General de Aguas, región de Los Lagos. Información actualizada al 24 de julio de 2009).

N°	EXPEDIENTE	PETICIONARIO	CAUDAL SOLICITADO		CAPTACION UTM (m) PSAD 1956 h18		RESTITUCION UTM (m) PSAD 1956 h18	
			PERM. (m ³ /s)	EVEN. (m ³ /s)	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
1	ND-1003-144	AES Gener S.A.	37	0	5.410.900	739.100	5.407100	732.700
2	ND-1003-338	Saesa S.A.	2	0	5.410.000	735.800	5.408.500	734.450
3	ND-1003-1351	Jaime Ercoreca Negrón	10	0	5.410.025	735.800	5.407.925	733.580
4	ND-1003-1904	José Antonio Opazo Werner	4	0	5.401.480	730.660	5.402.300	730.080
5	ND-1003-1931	Colbún S. A.	4	0	5.401.480	730.660	5.402.300	730.080
6	ND-1003-2928	Ingeniería y Construcción Madrid S. A.	12	12	5.410.850	739.100	5.408.200	734.000
7	ND-1003-2936	Ingeniería y Construcción Madrid S. A.	8	13	5.410.850	739.100	5.408.200	734.000
8	ND-1003-3156	Exploraciones, Inversiones y Asesorías Huturi S. A.	26	0	5.410.900	739.000	5.407.900	733.550
9	ND-1003-3386	RPI Chile Energías Renovables S. A.	6	0	5.410.050	746.000	5.412.250	743.800
10	ND-1003-3722	Manuel Madrid Aris	50	0	5.417.850	742.250	5.412.350	743.020
11	ND-1003-3723	Manuel Madrid Aris	50	0	5.414.630	738.800	5.412.075	740.525
12	ND-1003-3726	Gonzalo Guajardo Pizarro	50	0	5.409.680	746.625	5.412.250	743.000
13	ND-1003-3732	Manuel Madrid Aris	50	0	5.406.970	732.500	5.403.410	729.650
14	ND-1003-3890	Endesa Eco S. A.	50	0	5.406.970	732.500	5.403.410	729.650
15	ND-1003-3890	Endesa Eco S. A.	50	0	5.414.630	738.800	5.412.075	740.525
16	ND-1003-3890	Endesa Eco S. A.	50	0	5.417.850	742.250	5.412.350	743.020
17	ND-1003-3903	Alberto Eduardo Cortes Nieme	50	0	5.409.680	746.625	5.412.250	743.000
18	ND-1003-4023	Alejandra Lamarca	3	0	5.407.350	736.100	5.408.800	734.950
19	ND-1003-4048	Marisol Alejandra Sotta Varg	50	0	5.417.850	742.250	5.412.350	743.020
20	ND-1003-4050	Armin Sethna	50	0	5.406.970	732.500	5.403.410	729.650
21	ND-1003-4051	Armin Sethna	50	0	5.414.630	738.800	5.412.075	740.525
22	ND-1003-4058	Marisol Alejandra Sotta Varg	6	0	5.410.050	746.000	5.412.250	743.800
23	ND-1003-4069	Robert James Gillmore Landon	3	0	5.407.300	736.500	5.408.875	735.200
24	ND-1003-4089	Robert James Gillmore Landon	31	0	5.412.375	742.750	5.410.875	739.200
25	ND-1003-4091	Manuel Madrid Aris	200	0	5.409.680	746.625	5.412.250	743.000

En definitiva, Cochamó es una cuenca con un bajo otorgamiento de derechos, tanto en caudal como en cantidad; sin embargo, de acuerdo las solicitudes que hoy se encuentran en trámite, se advierte un claro interés por el aprovechamiento de las aguas para usos no consuntivos ligados a proyectos hidroeléctricos (Figura 8 y Tabla 1) y que, en el evento de constituirse, restringirían la disponibilidad para otros usos dentro de la cuenca incluyendo aquellos de desarrollo local asociado a las actividades de mayor relevancia territorial.

De otorgarse los derechos no consuntivos de manera tal que puedan ser ejercidos en los distintos tramos de la cuenca, los titulares tendrían todas las facultades para hacerlos efectivos con cualquier tipo de proyecto. Por lo mismo, a continuación se realiza un análisis de cómo el ejercicio de estos derechos, en específico en proyectos hidroeléctricos, podría afectar aspectos relevantes y excepcionales en la cuenca del Cochamó de acuerdo a lo señalado en el Capítulo 2.

3.2 Impacto potencial asociado al ejercicio de los derechos no consuntivos en trámite en la cuenca del río Cochamó

En el supuesto que fueran constituidos los derechos no consuntivos en los distintos tramos de la cuenca, podrían desarrollarse una escalada de proyectos hidroeléctricos de tal magnitud que todos los tramos de la cuenca serían alterados de manera significativa.

De modo general, es posible definir algunos impactos asociados a los proyectos hidroeléctricos en sus distintas fases. Para la etapa de construcción éstos se relacionan principalmente con la actividad de mejoramiento de los caminos existentes o, si no los hay, con la construcción de nuevos, lo cual es necesario para el soporte del tránsito de maquinarias, de personal y de los insumos. Las principales alteraciones ocurrirían producto de la remoción de grandes masas de suelo y la pérdida de cobertura vegetal del mismo; perturbación en las laderas y los procesos erosivos que ello puede provocar; cortes de afloramientos rocosos que igualmente desequilibran la estabilidad del relieve; disposición de los materiales removidos; alteración del equilibrio natural de los ecosistemas terrestres y acuáticos; y perturbaciones en la población humana que colinda al área de trabajo, por nombrar sólo algunos. Los impactos antes mencionados serán mayores y más sensibles en zonas en que esta infraestructura no exista, sino que deba generarse.

También en la etapa de construcción, las labores que se efectuarían en el cauce del río producirían alteraciones importantes relacionadas con el manejo que se hace del curso del río desviándolo en la medida que sea necesario según las obras; el manejo de las riberas; y la contaminación acústica propio de las faenas. Todo ello repercute tanto en los ecosistemas terrestres, ribereños y acuáticos como en el régimen de caudales, y en otras actividades que se vinculan al área intervenida, como pesca, turismo, comercial, residencial, etc. Así, supone una alteración tal en el territorio que éste se ve adaptado

en función de ser soporte de las actividades relacionadas a la construcción de la infraestructura asociada.

Ya para la etapa de operación, aparecen nuevas alteraciones, y otras advertidas en la etapa anterior se instalan de forma permanente: se perturban los ecosistemas terrestres y, en especial, los ribereños y acuáticos al cortar la continuidad del cauce; el acceso y tránsito de la población cambia en función del nuevo escenario alterado; los regímenes de caudales y el arrastre de sedimentos también sufren un desequilibrio.

Para el caso de la cuenca del río Cochamó, y siguiendo en el supuesto de que se otorguen los derechos en trámite para los proyectos hidroeléctricos, la construcción de represas como la vía para hacer ejercicio de los mismos, significaría impactos negativos al menos en los términos señalados anteriormente. Y todo esto en una cuenca que, como se aprecia en el Capítulo 2, precisamente tiene mínimas intervenciones.

Con el objeto de observar el posible escenario derivado de lo anterior, se hizo el ejercicio de definir las áreas máximas de inundación según las cotas de los puntos de captación y restitución del listado de derechos solicitados. Resultado de ello es la Figura 9, donde se observan las posibles áreas de inundación máximas.

En primer lugar, lo más importante y evidente es que habría una interrupción en la continuidad de la cuenca en varios términos: primero, considerando el entorno natural tan bien conservado, se alteraría el funcionamiento del río afectando ecosistemas acuáticos y ribereños al existir condiciones completamente distintas, que afectaría su rol como soporte ecológico. Segundo, habría una interrupción en el acceso y tránsito por el camino del valle. Y tercero, se alteraría el régimen de caudal debido a la regulación; además de la carga de sedimentos y nutrientes que estarían llegando efectivamente al estuario al verse impedidos de fluir libremente por el cauce.

En segundo lugar, habría una pérdida de bosque nativo producto de la inundación y un deterioro del mismo en los tramos donde transiten maquinarias y camiones. Si se consideran todas las áreas máximas inundadas de la Figura 9, se tiene que la superficie del tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa se reduciría en un 60% del total de la cuenca; el tipo Roble-Raulí-Coigüe lo haría en un 28%; el Alerce en un 16% y el Coigüe de Magallanes y la Lengua en cerca de un 2%.

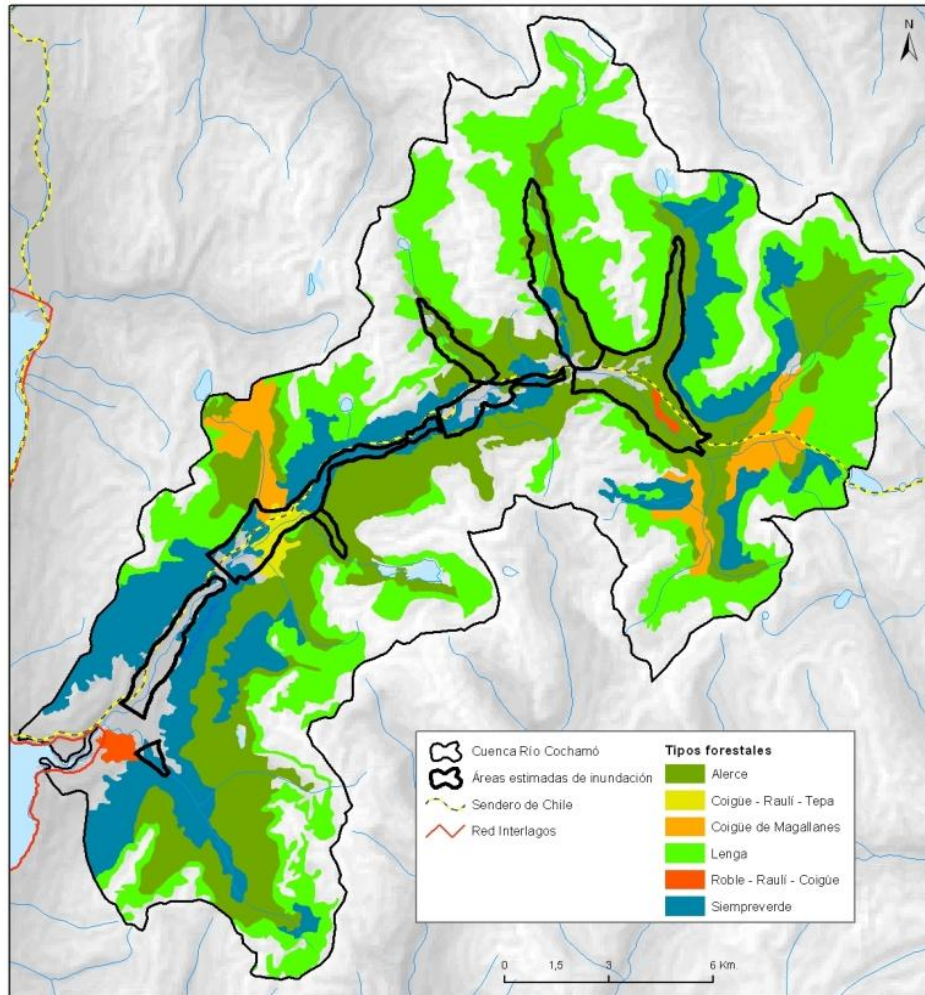


Figura 9: Áreas estimadas de máxima inundación según puntos de captación y restitución de los derechos no consuntivos en trámite.

Fuente: Elaboración propia.

Así, según lo anterior, las alteraciones producto de proyectos hidroeléctricos en la cuenca, sea sólo uno o varios de ellos, provocarían un cambio radical en el escenario natural de ésta. En primer lugar, el bosque nativo se vería alterado y reducido, restándole con esto uno de los valores más particulares que posee esta cuenca, que es el excelente estado de los bosques. Además, ocurriría una alteración en la continuidad de los procesos biológicos de la cuenca y los servicios que ellos reportan en la zona. Según esto, una intervención de este tipo restaría un valor ambiental único y casi inalterado que posee la cuenca, afectando por ejemplo la iniciativa de sumarla al Parque Nacional Vicente Pérez Rosales manifestada por CONAMA (2002).

Por otra parte, la intervención del escenario natural, provocaría una reducción de su valor paisajístico, lo cual podría afectar el desarrollo de la actividad turística y todas las

iniciativas que están apostando por ella en la zona, ya sea desde el nivel regional con la Estrategia de Desarrollo Regional y su eje de "Sustentabilidad Regional"; como desde el nivel nacional con la ZOIT, el Sendero de Chile y la Red Interlagos.

Tampoco se alinearía con el objetivo principal de las reservas de la biosfera que son la promoción de una relación equilibrada entre las poblaciones y el desarrollo de sus actividades y la naturaleza, ya que para el caso de la cuenca del río Cochamó, la infraestructura y la alteración de los componentes naturales que se asocian a proyectos hidroeléctricos se tornarían significativos, y poco armoniosos con el entorno y la actividad turística a la cual se dedica parte de la población local.

Así, se estima que el desarrollo de proyectos hidroeléctricos sería totalmente contrapuesto a la vocación definida para la cuenca del río Cochamó, cual es principalmente, según todo lo anterior, la conservación del escenario natural y el desarrollo actividades locales como el turismo de intereses especiales.

4 HIDROLOGÍA DEL RÍO COCHAMÓ

El río Cochamó se encuentra en la región de Los Lagos, y es vecino de los ríos Petrohué, por el norte, y Puelo por el sur. Su cuenca es andina de aproximadamente 300 Km², y su régimen fluviométrico aunque principalmente pluvial, tiene aportes de nieves y hielos. Nace de la confluencia de los ríos Arcos y Botapiedras y en la sección intermedia tiene como principales afluentes los ríos Valverde y Traidor. En su desarrollo, el río mantiene rumbo general al sur-oeste hasta su desembocadura en la bahía de Cochamó (estuario de Reloncaví), descargando un caudal medio de aproximadamente 15 m³/s.

4.1 Estimación de caudales medios mensuales

El análisis hidrológico se obtuvo del estudio “Estimación de caudales río Cochamó” realizado por la consultora CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores (Julio 2008) para la solicitud de derecho de aprovechamiento de aguas de carácter no consuntivo correspondiente al expediente administrativo ND-1003-144 presentada por AES Gener. Estos resultados, provenientes de una estimación indirecta de acuerdo a una metodología válida bajo ciertos supuestos, es la mejor estimación que se tiene de la hidrología del río Cochamó. A continuación, se presenta una síntesis de los contenidos de este estudio.

El estudio de CONIC-BF utiliza la cuenca del río Puelo para generar caudales en el río Cochamó, ya que es la cuenca controlada de similares características más cercana pues el río Cochamó no cuenta con estaciones de monitoreo de caudales. En efecto, la cuenca del río Puelo cuenta con 6 estaciones, como se aprecia en la Figura 10.

El análisis de homologación fue realizado a partir de la comparación de las curvas hipsométricas donde se observó que la morfología del río Manso (afluente del Puelo) se asemeja a la del río Cochamó, razón por la que se eligió la serie estadística de la cuenca intermedia del río Manso para generar los caudales mensuales en el río Cochamó mediante el método de transposición.

Finalmente, se obtuvo información de 12 caudales aforados, con frecuencia mensual en los puntos de captación y restitución de la solicitud AES Gener. Estos caudales, presentados en la Figura 11, representan la única medida real de la situación hidrológica de la cuenca del río Cochamó, y fueron utilizados junto a la información de precipitación de las estaciones meteorológicas Puelo y La Ensenada para corregir y escalar la generación de caudales.

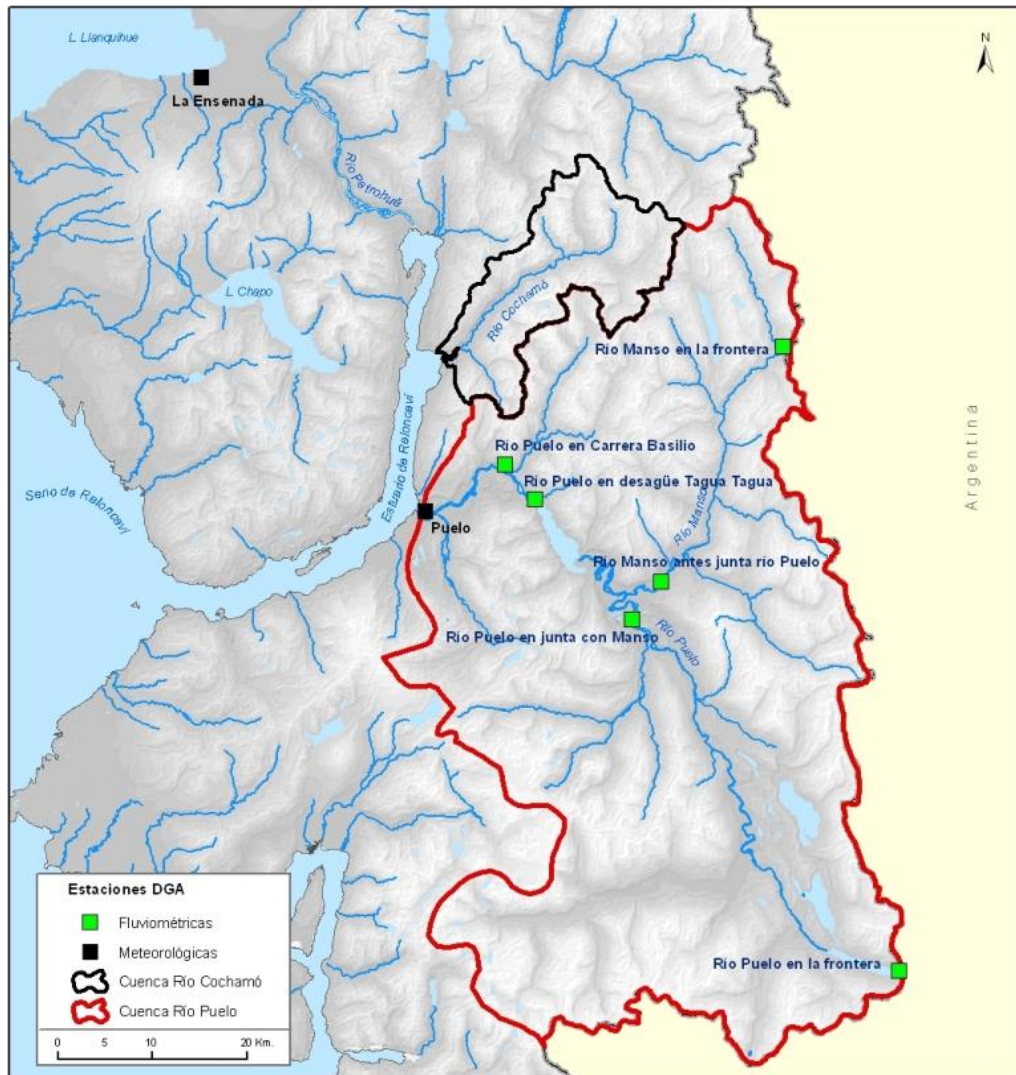


Figura 10. Estaciones fluviométricas en la cuenca del río Puelo. Hasta el año 1981 operadas por Endesa S.A., a partir del año 2001 operadas por la DGA.

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma CONIC-BF estimó los caudales mensuales en el punto de captación de la solicitud de AES Gener, valores que se muestran en la Tabla 2 y en Figura 12, con su respectiva curva de frecuencia relativa empírica.

Tabla 2. Caudales medios mensuales (m³/s), generados para el punto de captación de la solicitud de derecho de aprovechamiento de AES Gener S.A., expediente ND-1003-144.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1960				16,31	10,25	16,24	15,70	17,96	12,75	20,29	16,86	12,69
1961	18,76	8,76	5,60	10,71	15,14	32,15	19,60	21,47	14,73	17,57	17,13	10,04
1962	7,54	4,77	4,00	6,64	13,27	10,98	17,39	35,51	24,49	10,95	7,50	8,34
1963	11,01	7,82	6,57	28,39	20,55	8,49	15,90	16,00	6,98	13,48	11,47	11,58
1964	5,12	9,01	7,06	9,90	21,46	12,81	14,08	16,87	17,71	15,07	11,86	13,04
1965	9,40	18,60	6,84	8,54	13,08	21,46	6,23	46,85	15,83	5,31	16,85	16,62
1966	11,42	2,86	7,45	7,94	19,99	17,88	22,68	11,82	7,38	9,04	19,61	31,72
1967	14,99	8,86	5,11	6,66	12,26	12,84	15,63	21,40	18,03	19,47	23,80	13,22
1968	9,64	10,72	9,01	6,43	17,34	9,68	18,29	23,60	21,24	13,86	11,50	11,50
1969	10,56	0,62	6,11	3,98	23,12	14,16	2,29	32,28	18,54	17,08	19,16	15,41
1970	11,04	5,83	3,12	15,67	24,08	15,35	18,82	24,47	9,28	8,67	9,36	3,10
1971	16,72	19,87	7,41	8,50	15,94	6,49	13,40	23,86	19,52	17,47	16,56	22,57
1972	7,95	15,34	7,77	5,71	22,65	24,39	22,19	21,76	8,82	11,53	14,84	10,84
1973	12,84	4,14	4,14	4,59	13,16	25,27	15,39	12,88	12,75	12,63	17,78	1,20
1974	32,21	15,59	7,06	3,65	23,93	15,47	18,69	24,25	14,31	17,39	16,92	12,34
1975	6,04	12,22	6,11	21,23	17,48	14,78	16,87	14,73	15,03	13,20	17,95	16,37
1976	13,21	9,56	5,20	4,75	16,36	18,72	19,09	14,18	11,35	10,74	7,48	7,89
1977	13,48	4,32	4,88	9,20	15,38	29,57	16,81	15,89	18,23	20,08	19,82	10,93
1978	8,02	3,52	3,36	4,00	19,13	15,20	29,73	24,70	17,50	20,95	13,94	6,47
1979	5,47	1,30	3,57	2,02	17,22	14,30	12,61	31,68	19,89	12,99	17,99	15,83
1980	6,29	7,29	5,61	14,47	24,63	22,97	17,76	25,80	15,37	9,56	10,12	8,63
1981	9,62	5,03	5,17	7,96	39,38	23,69	18,48	16,71	16,29	10,95	9,19	6,47
1982	7,46	6,79	4,56	3,90	18,30	20,56	20,88	19,06	28,74	15,10	13,48	11,65
1983	10,38	6,38	5,29	10,25	18,44	11,28	16,80	16,20	13,36	18,68	19,17	8,48
1984	9,22	10,96	7,69	6,23	19,38	11,53	16,04	11,86	13,90	18,94	20,92	15,50
1985	12,52	10,19	7,70	22,10	29,06	28,25	19,06	15,31	15,15	8,03	11,89	3,28
1986	4,29	5,10	8,01	15,95	21,52	21,45	21,52	19,74	18,08	16,84	10,01	10,19
1987	5,74	3,44	4,77	10,18	9,88	18,62	27,49	22,14	16,22	16,87	13,50	8,55
1988	8,54	4,06	4,91	8,26	9,85	10,19	17,00	17,16	11,98	11,39	17,58	12,55
1989	9,02	4,41	4,84	10,30	4,77	12,65	17,52	25,71	18,27	12,99	9,78	12,85
1990	7,68	4,49	5,23	29,07	4,14	24,70	18,33	24,15	21,96	16,35	8,05	7,54
1991	5,59	2,31	5,17	5,77	16,73	10,27	15,17	16,76	23,90	16,58	15,75	21,17
1992	12,78	8,68	8,82	9,71	15,73	14,70	13,19	11,27	14,01	25,60	22,98	15,11
1993	9,86	5,47	10,84	19,03	24,03	23,05	23,78	17,16	13,70	11,44	11,94	14,70
1994	8,25	5,17	3,98	0,79	24,15	22,02	19,20	16,49	19,36	19,99	17,61	13,62
1995	10,50	4,55	3,63	7,33	17,68	21,59	18,94	16,39	23,49	17,56	18,01	10,44
1996	6,10	4,82	6,76	14,47	14,24	12,70	16,11	21,33	13,21	9,66	9,00	5,39
1997	5,81	10,96	5,27	16,40	16,08	15,32	23,23	31,09	19,04	15,12	14,96	4,50
1998	7,59	3,87	4,39	7,50	7,41	7,54	16,03	19,17	9,05	8,00	6,63	5,38
1999	4,33	2,62	3,88	4,94	8,38	13,89	18,60	37,69	22,58	15,30	11,73	10,11
2000	5,80	10,63	5,59	6,44	7,88	21,51	19,09	20,23	12,24	22,90	18,13	15,15
2001	3,31	14,44	10,40	5,31	16,51	24,19	22,09	22,39	13,69	16,43	13,77	11,09
2002	7,71	7,05	10,52	7,77	21,35	18,17	13,86	19,42	17,98	36,88	28,08	15,13
2003	10,56	6,78	3,27	4,65	12,19	22,06	19,32	20,25	21,80	17,33	16,67	14,48
2004	11,43	4,92	4,36	25,93	11,35	19,77	23,87	14,14	17,22	15,04	12,39	10,85
2005	10,06	5,91	8,30	9,78	22,13	21,89	17,31	16,15	10,69	11,67	22,06	13,70
2006	16,15	7,29	6,02	9,81	13,70	19,87	26,48	19,60	18,00	19,36	19,51	16,63
2007	13,61	7,67	3,13									

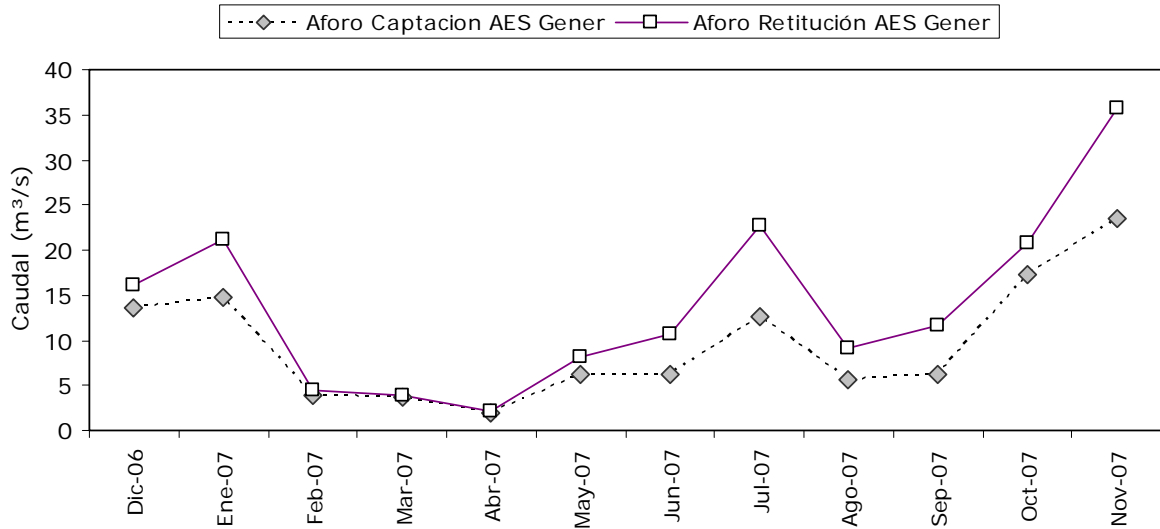


Figura 11. Mediciones de aforo en los puntos de captación y restitución de la solicitud AES Gener.

A partir del análisis empírico de la serie completa (Figura 12), es posible observar que el 50% de los meses, el caudal del río Cochamó en el punto de captación solicitado por AES Gener es inferior a 13,7 m³/s.

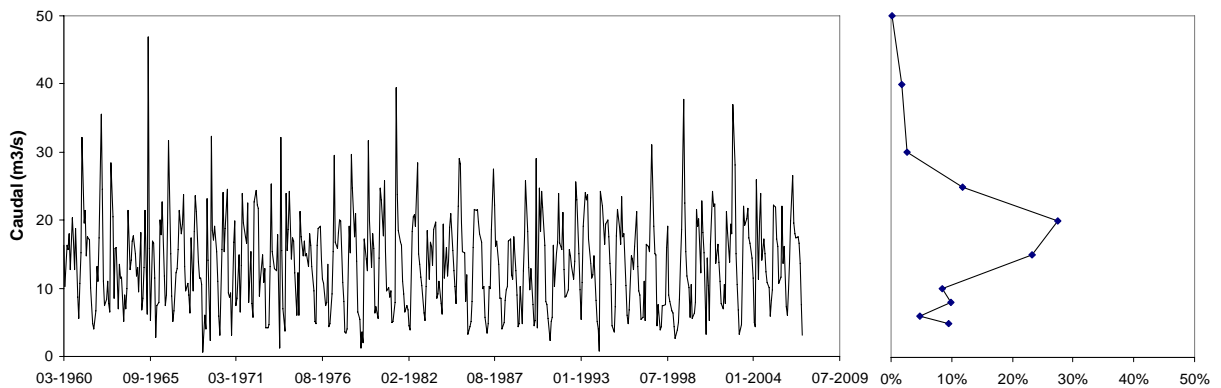


Figura 12. Serie Hidrológica del río Cochamó para el punto de captación de la solicitud de AES Gener.

La Figura 13 muestra una gráfica mensual del caudal para la media en el punto de interés de AES Gener. En este caso, se observa que los caudales medios mensuales varían entre 15 y 20 m³/s aproximadamente para los meses de mayo a noviembre.

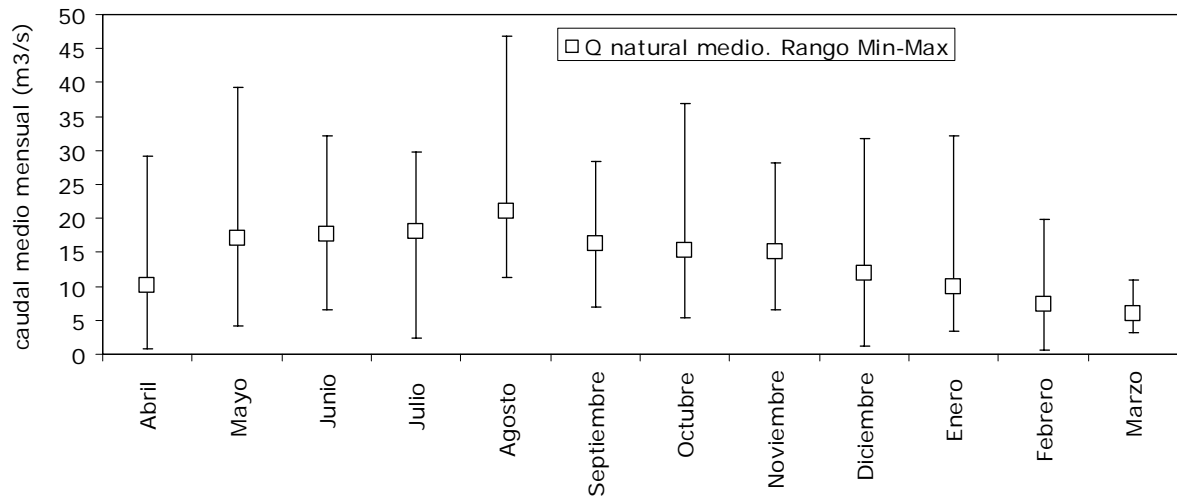


Figura 13. Caudales medios mensuales y rango mínimo y máximo para el punto AES Gener.

Para este mismo punto se realizó para cada mes el análisis de la serie hidrológica con la función de distribución Gamma-3, que presenta un buen ajuste según la prueba chi-cuadrado. De esta forma, para cada mes se obtuvo de esta distribución los caudales de probabilidad de excedencia de 10%, 20%, 50%, 85% y 95%, como instancias hidrológicas para la realización de las posteriores evaluaciones, lo que se muestra en la Tabla 3 y gráficamente en la Figura 14.

Tabla 3. Distribución Gamma 3 ajustada a la serie de caudales mensuales

P. EXCED	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
10	15,69	13,02	8,76	18,52	26,08	25,89	25,75	30,13	22,64	22,24	21,64	19,48
20	13,09	10,49	7,43	14,73	22,34	22,57	22,64	25,9	20,09	19,47	19,02	16,10
50	9,06	6,53	5,46	8,95	16,09	16,92	17,40	19,54	15,75	14,73	14,58	10,90
85	5,72	3,20	3,93	4,21	10,16	11,39	12,12	14,45	11,27	10,11	10,13	6,14
95	4,51	1,98	3,43	2,53	7,60	8,88	9,71	12,71	9,21	8,01	8,08	4,23

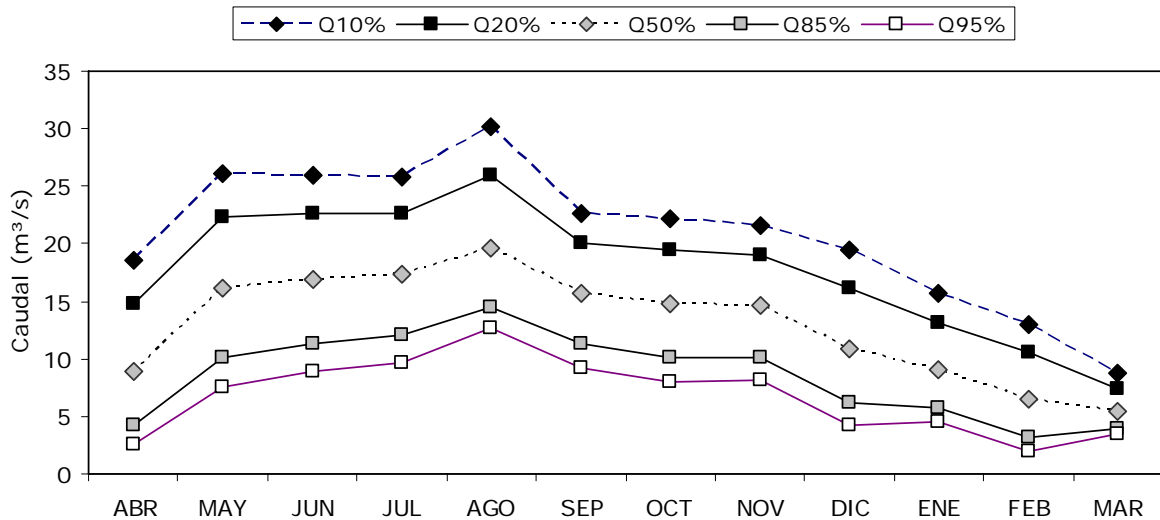


Figura 14. Curva de variación estacional de caudales para el punto AES Gener. Ajuste Gamma 3.

4.2 Análisis Hidrológico en los puntos de las solicitudes

La metodología para la estimación de los caudales en cada una de las solicitudes de derecho no consuntivo se basa en la transposición de caudales de acuerdo al área de cuenca aportante. Para ello se estimaron las áreas de las cuencas aportantes al punto de captación de cada una de las solicitudes (Figura 15). Se calculó entonces un coeficiente de área para cada solicitud, presentado en la Tabla 4, que corresponde al cociente entre el área de la cuenca respectiva, y el área de la cuenca del punto de captación solicitado por AES Gener (ND-1003-144). Luego, para cada solicitud se multiplicó dicho coeficiente por el caudal calculado para la solicitud AES Gener, en cada mes, para las distintas probabilidades de excedencia de la Tabla 3. De este análisis, se obtuvieron los valores de caudal para cada probabilidad de excedencia en cada punto de interés de la cuenca.

Tabla 4. Coeficientes de área para cada petición de derechos no consuntivos

N°	EXPEDIENTE	CAPTACION UTM (m) PSAD 1956 huso 18		Área de la cuenca aportante (Km ²)	Coeficiente de Área
		NORTE	ESTE		
1	ND-1003-144	5.410.900	739.100	169,28	1,00
2	ND-1003-338	5.410.000	735.800	185,29	1,09
3	ND-1003-1351	5.410.025	735.800	185,29	1,09
4	ND-1003-1904	5.401.480	730.660	33,29	0,20
5	ND-1003-1931	5.401.408	730.660	33,29	0,20
6	ND-1003-2928	5.410.850	739.100	169,28	1,00
7	ND-1003-2936	5.410.850	739.100	169,28	1,00
8	ND-1003-3156	5.410.900	739.000	169,28	1,00
9	ND-1003-3386	5.410.050	746.000	62,81	0,37
10	ND-1003-3722	5.417.850	742.250	17,40	0,10
11	ND-1003-3723	5.414.630	738.800	9,68	0,06
12	ND-1003-3726	5.409.680	746.625	59,98	0,35
13	ND-1003-3732	5.406.970	732.500	231,38	1,37
14	ND-1003-3890	5.406.970	732.500	231,38	1,37
15	ND-1003-3890	5.414.630	738.800	9,68	0,06
16	ND-1003-3890	5.417.850	742.250	17,40	0,10
17	ND-1003-3903	5.409.680	746.625	59,98	0,35
18	ND-1003-4023	5.407.350	736.100	11,51	0,07
19	ND-1003-4048	5.417.850	742.250	17,40	0,10
20	ND-1003-4050	5.406.970	732.500	231,38	1,37
21	ND-1003-4051	5.414.630	738.800	9,68	0,06
22	ND-1003-4058	5.410.050	746.000	62,81	0,37
23	ND-1003-4069	5.407.300	736.500	11,51	0,07
24	ND-1003-4089	5.412.375	742.750	132,22	0,78
25	ND-1003-4091	5.409.680	746.625	59,98	0,35

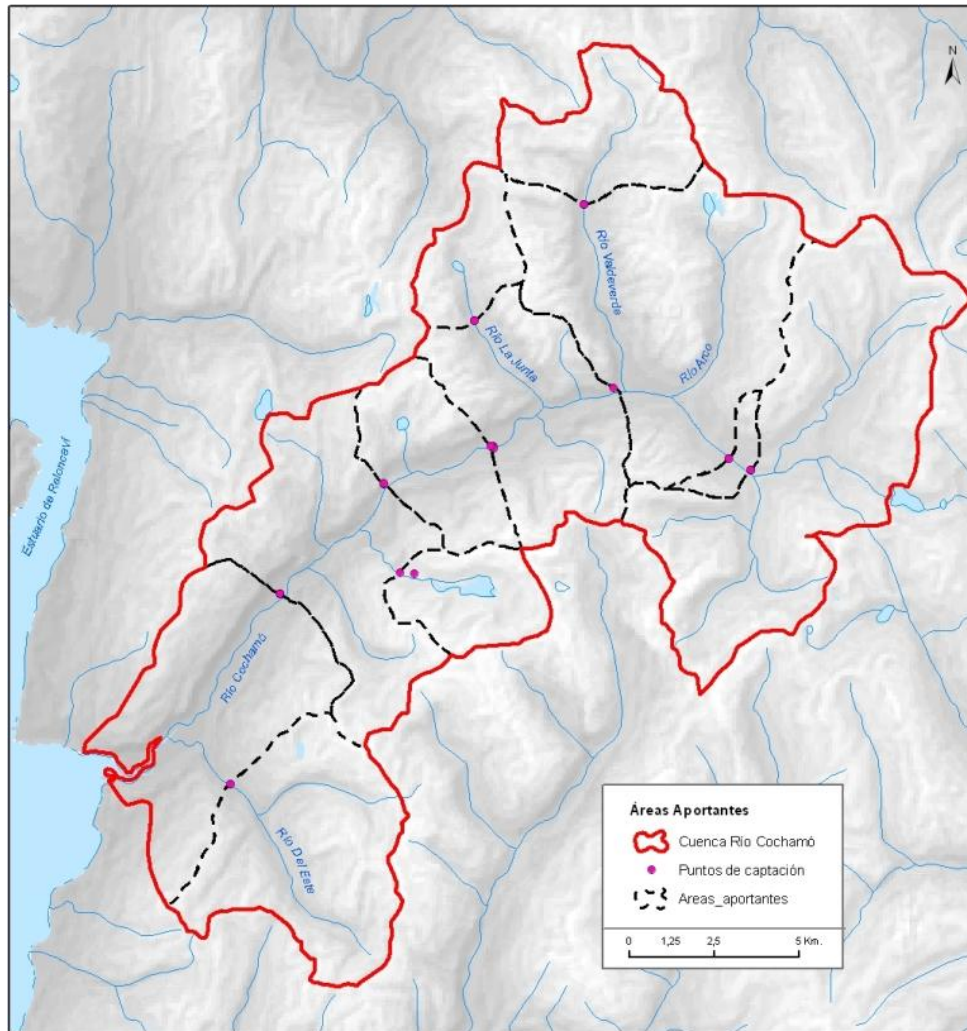


Figura 15. Cuencas aportantes a las solicitudes de derechos no consuntivo.
Fuente: Elaboración propia.

5 ANÁLISIS DEL CAUDAL ECOLÓGICO Y LA NORMA DE LA RESERVA: SU APLICACIÓN PARA MANTENER EL RÍO

En la legislación chilena, el caudal ecológico está limitado a un valor máximo definido por el Código de Aguas que corresponde al 20% del caudal medio anual. Para casos excepcionales, en el mismo código se indica que el Presidente de la República tiene la atribución para definir un caudal ecológico distinto al recién señalado, no pudiendo sobrepasar el valor de 40% del caudal medio anual, de acuerdo a Ley 20.017, artículo 129 bis 1 Código de Aguas.

Aunque recién se crea en la legislación el año 2005, este instrumento se aplica desde finales de los 90 con el objetivo final de conservar los ecosistemas de aguadulce. Sobre la efectividad de este instrumento se ha discutido en diversas publicaciones tal como lo plantea Jammet y Rodrigues (2005) en la publicación "Evaluación de del Instrumento Caudal Ecológico, panorama legal e institucional en Chile y Brasil". En efecto, los autores plantean que en muchos casos lo que se denomina caudal ecológico corresponde en la realidad a un caudal mínimo. El caudal ecológico tendría como propósito la conservación de ecosistemas específicos y el caudal mínimo es apenas el límite inferior de un caudal que puede ser mantenido dentro del cauce de un río para que se alcancen otros tipos de intereses de protección.

El método considerado en la ley chilena para la fijación de caudales ecológico se basa entonces en la hidrología del río, y considera este valor como un porcentaje del caudal medio anual. Este método hidrológico tiene como supuesto base que los organismos del ecosistema ribereño están adaptados a las variaciones estacionales, y recoge el método desarrollado por Tennant. Este investigador realizó experimentos en 11 arroyos ubicados en Nebraska, Montana y Wyoming, con el objetivo de encontrar una relación entre el caudal estacional, como porcentaje del caudal medio anual, y la disponibilidad de hábitat para la biota acuática. Sus resultados señalaron que el hábitat comienza a degradarse con caudales menores al 10% del caudal medio anual, asociado a velocidades inferiores a 0,25 m/s y una profundidad media de 0,3 m. La aplicación en Chile ha sido sin evaluar realmente la pérdida de hábitat de peces y se ha extrapolado desde la situación investigada por Tennant. Situación que de ninguna

forma considera al ecosistema, sino que solamente peces. Siendo así, la medida resulta de base insatisfactoria para la conservación de los ecosistemas del río.

Por otra parte, no existe en Chile regulación de otros aspectos tan relevantes como el caudal para conseguir el propósito de conservación: normas para gestión del uso del cauce, conservación de riberas, mantención de vegetación ribereña, entre otros. Esto hace que aunque se cumpla un caudal ecológico, la conservación de ecosistemas pueda no ser posible.

Por otra parte, la posibilidad de mantener caudales ecológicos sólo existe respecto de aquellos ríos en que queden derechos de agua sin otorgar a partir del año 2005, es decir, tan sólo unos pocos ríos en las regiones más australes del país. Por esto mismo, el río Cochamó es un caso en que se podría aplicar caudal ecológico, y en efecto, este constituye un instrumento que se analiza a continuación para efectos de determinar sus posibilidades en la conservación del río, en cuanto al caudal solamente.

5.1 El caudal ecológico: una medida poco efectiva para la conservación del río

En la Figura 16 se muestra el valor medio del caudal de acuerdo a la solicitud de AES Gener (expediente ND-1003-144), y el rango mínimo y máximo, además del caudal ecológico máximo posible de establecer por la DGA, que en este caso es el 20% del caudal medio anual. El punto de la solicitud de AES Gener será, para efectos de este capítulo, el punto de referencia de cálculo de los valores de caudales. Como se observa, el caudal ecológico es, en la mayoría de los casos, menor incluso al mínimo histórico.

En la Figura 17 se muestran las series de caudales y como se aprecia el río Cochamó se modificaría totalmente en el caso de mantener el caudal ecológico máximo permitido por la DGA, correspondiente al 20% del caudal medio anual. En efecto, con caudal ecológico calculado de esta forma el río se conserva el 1% del tiempo en condiciones equivalentes a la del río natural. Si el caudal ecológico fuera el 40% del caudal medio anual, la situación cambia parcialmente (ver Figura 18) y en ese caso el río se conserva el 12% del tiempo.

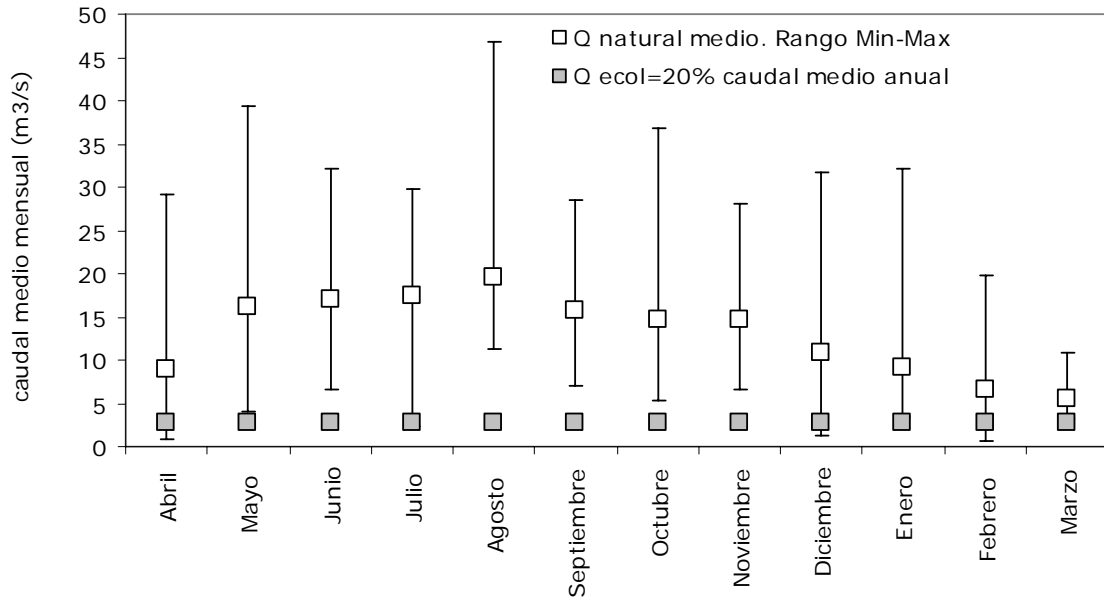


Figura 16. Valores medios mensuales y rango mínimo y máximo de la serie de caudales mensuales en el punto de referencia.

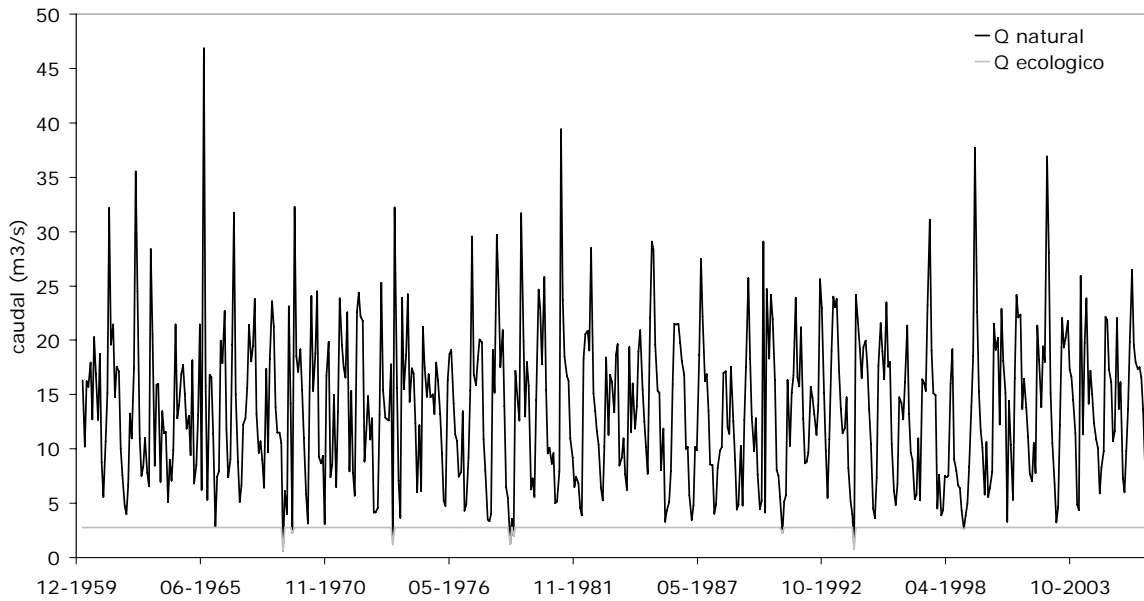


Figura 17. Serie de caudales mensuales en el punto de referencia y serie de caudal ecológico en el mismo punto, calculado como el 20% del caudal medio anual por mes.

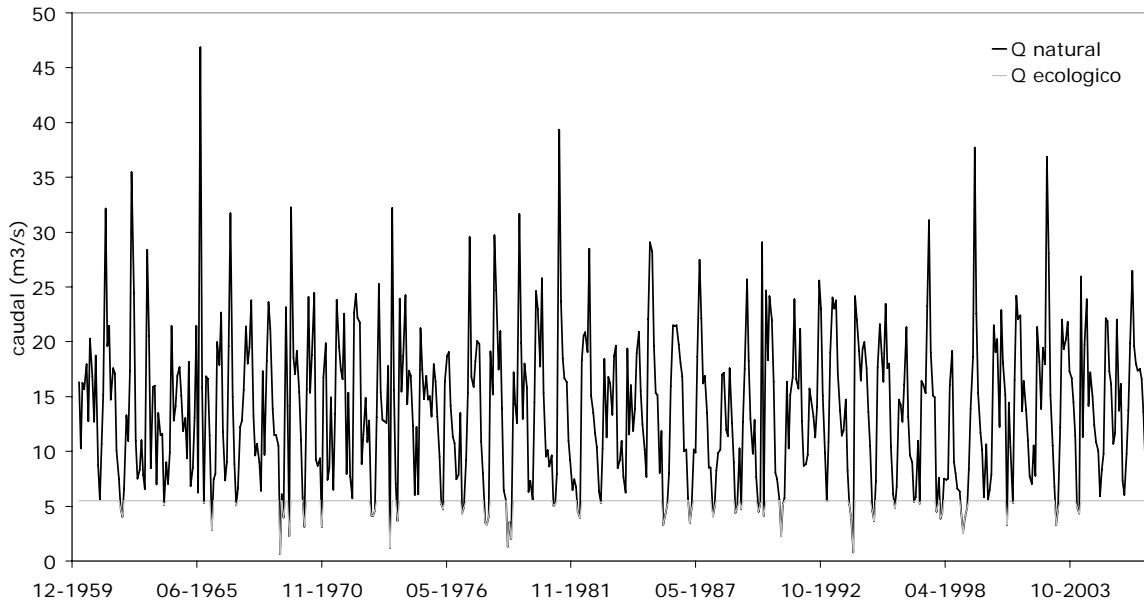


Figura 18. Serie de caudales mensuales de la solicitud de AES Gener y serie de caudal ecológico en el mismo punto, calculado como el 40% del caudal medio anual por mes.

A continuación, se calculó la distribución probabilística del caudal natural y del caudal ecológico, como se muestra en la Figura 19. Se observa que con un caudal ecológico del 40% el caudal medio anual, no se observarían en el río caudales superiores a 8 m³/s, monto de alta frecuencia en la serie de caudal natural. En efecto, este valor en el río se da con una probabilidad de excedencia del 90% aproximadamente.

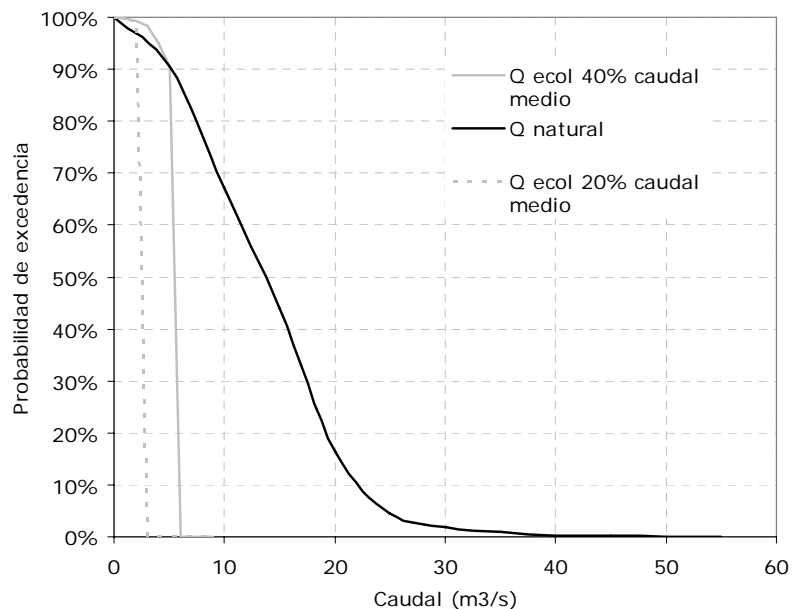


Figura 19. Probabilidad de excedencia de caudal para las series del río, y del caudal ecológico en el punto de referencia.

Desde el punto de vista de la conservación del río, el desempeño del caudal ecológico no se vislumbra muy satisfactorio y siendo así, en este caso esta medida es de poco impacto en la conservación ambiental del río, ya que como se observó en la figura anterior, estos valores son casi siempre excedidos en la distribución normal del cauce. En efecto, aún aplicando los valores máximos permitidos por la norma, el caudal ecológico no permite conservar en el régimen de caudales completamente la magnitud, la frecuencia y la duración. Todos estos aspectos son señalados tanto por Poff et. al. (1997) como por Díez-Hernández (2005) como los elementos claves para asegurar mantención de ecosistemas y preservación ambiental.

En específico, Díez-Hernández (2005) citando a varios autores señala las alteraciones que provocan modificaciones significativas en los ríos, asociados a aprovechamientos hidroeléctricos o en general a cualquier tipo de intervención que opere de manera similar: la magnitud y frecuencia de los caudales extremos provocados por cambios súbitos afectan dañinamente a muchos organismos que son arrastrados durante los caudales máximos o quedan aislados en seco durante los caudales mínimos; favorecen la instalación de especies generalistas que pueden desplazar a las nativas; pueden romper el ciclo vital de algunas especies; propician el desarrollo excesivo de algas; y modifican el sustrato.

En cuanto a las alteraciones en la duración del caudal, el alargamiento del período de caudales bajos limita el hábitat disponible e incrementa la concentración de organismos acuáticos; reduce el refugio proporcionado por la cobertura vegetal, y rompe la conexión entre el cauce y los márgenes; por su parte, el alargamiento del período de inundación modifica la composición del bosque ribereño y reduce las zonas de rápidos para los peces.

En resumen, el caudal ecológico calculado aún con los valores máximos permitidos en la ley chilena presenta tantos inconvenientes, que no asegura en ningún caso una conservación del río pues las cuantías de caudal ecológico son bajas y destruye la estructura hidrológica del río. Y sumado a esto no asegura la mantención de ecosistemas y hábitat, pues se calcula en base a procedimientos hidrológicos sin evaluación de pérdida de hábitat y con métodos desarrollados para otras realidades que no persiguen siquiera el objetivo de conservación de ecosistemas. Además, permite alteraciones no reguladas ambientalmente de cauces, de ribera, y de otros aspectos tan importantes para la mantención de ecosistemas como el caudal, y alteran características tan esenciales del régimen como magnitud, duración, y frecuencia.

5.2 Reserva de caudal para fines de interés nacional

En la ley 20.017 que modificó el Código de Aguas se consignó una norma en la que se le da atribución al Presidente de la República para que bajo ciertas condiciones reserve recursos hídricos. El inciso 3° del Artículo 147 bis del Código de Aguas señala:

“Asimismo, cuando sea necesario reservar el recurso para el abastecimiento de la población por no existir otros medios para obtener el agua, o bien, tratándose de solicitudes de derechos no consuntivos y por circunstancias excepcionales y de interés nacional, el Presidente de la República, podrá mediante decreto fundado, con informe de la Dirección General de Aguas, disponer la denegación parcial de una petición de derecho de aprovechamiento. Este decreto se publicará por una sola vez en el Diario Oficial, el día primero o quince de cada mes, o el primer día hábil inmediatamente siguiente si aquellos fueran feriados”.

Entonces, el Presidente de la República mediante Decreto Supremo puede denegar parcialmente una petición de derecho de aprovechamiento de aguas, si concurren algunas de las siguientes situaciones:

- que sea necesario reservar el recurso para el abastecimiento de la población por no existir otros medios para obtener el agua.
- tratándose de solicitudes de derechos no consuntivos y por circunstancias excepcionales y de interés nacional.

Tal denegación de la solicitud de derecho de aprovechamiento, se deberá materializar mediante un decreto fundado, respaldado técnicamente por un informe de la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas.

En lo que respecta a las circunstancias excepcionales y de interés nacional, no existe base en la ley para establecer el marco técnico que defina el ámbito de aplicación, pues este es discrecional, ajustándose cada vez a criterios de oportunidad, mérito o conveniencia. En un contexto amplio, se ha considerado pertinente utilizar el término de Interés Nacional indistintamente para hacer referencia a la importancia o conveniencia de zonas específicas del país asociadas a algún interés de tipo colectivo relacionadas con los ámbitos económico, territorial, social, cultural, ambiental, geopolítico e incluso de tipo moral que compromete a la nación.

Otra definición está relacionada con aquellas áreas del país, asociadas a las distintas aspiraciones y prioridades que presenta la nación para su desarrollo actual y futuro. Desde este punto de vista, la definición del caudal de reserva puede ser utilizada en el caso de conservación ambiental y desarrollo local en la cuenca del río Cochamó, pues es de interés nacional para el Estado de Chile apoyar desde los derechos de aprovechamiento de recursos hídricos, el desarrollo ambiental y turístico de los territorios que el Estado ha protegido a través de diferentes instrumentos.

Sintetizando lo señalado en el Capítulo 2, la cuenca del río Cochamó es de interés nacional para efectos de la aplicación del inciso 3° del Artículo 147 bis del Código de Aguas debido a que:

- Presenta una intervención antrópica muy reducida, por lo que todos los elementos naturales sean bióticos o abióticos, se encuentran en un excelente y poco común estado de conservación. Lo anterior sitúa a Cochamó con un rol de funciones y relaciones ecológicas relevantes en la zona.
- Es una de las pocas cuencas en Chile que no presenta grandes derechos de aprovechamiento de aguas otorgados. En este sentido, es una de las pocas que mantiene su régimen natural casi inalterado, lo cual brinda una oportunidad de gestión ambiental desde el punto de vista de los recursos hídricos.
- Posee extensas zonas con bosque nativo en excelente estado de conservación (cerca del 68% de la cuenca), entre ellos de Alerce (*Fitzroya cupressoides*), Monumento Natural desde 1976.
- Junto a la cuenca del río Puelo, fue declarada zona de interés turístico (ZOIT) por Sernatur, atendiendo principalmente a su alto valor paisajístico y atractivos naturales, teniendo como foco el desarrollo del turismo de intereses especiales.
- Relacionado con lo anterior, una característica que merece especial mención son las imponentes paredes de granito que posee, en las cuales se han creado largas rutas de escalada, hoy reconocidas a nivel mundial y comparadas con el emblemático Parque Nacional Yosemite de Estados Unidos.
- Está incluida en las rutas Interlagos (MOP) y el Sendero de Chile, las cuales tienen como propósito impulsar el desarrollo de actividades ligadas al turismo, la educación ambiental y la conectividad, depositando en las poblaciones locales un rol protagónico.

- Contribuiría con el eje de desarrollo regional “Sustentabilidad Regional” y se enmarcaría dentro del Programa Regional “Sistema Regional de Áreas Protegidas Públicas y Privadas” que define la EDR.
- Forma parte de la Reserva de la Biosfera propuesta por el Gobierno de Chile y ratificada por la UNESCO denominada “Bosques Templados Lluviosos de los Andes Australes”, con la cual se busca tender a una relación racional y sustentable de los recursos naturales con las actividades antrópicas en el área que comprende.

5.3 Procedimiento técnico para definir caudal de reserva para conservación ambiental. Aplicación en la cuenca del río Cochamó

En el Capítulo 5.1, se señalaron los inconvenientes que tiene el caudal ecológico como medio para lograr la conservación ambiental, en especial, en la cuenca del río Cochamó. El principal de ellos es sin duda el monto, pues aún aplicando el equivalente al 40% del caudal medio anual, este resulta bajísimo. La reserva por su parte, no tiene límites relacionados a un caudal específico.

A continuación, se señala un procedimiento para normar la aplicación del instrumento de caudal de reserva, bajo la premisa de que existe la circunstancia excepcional y el interés nacional.

Como procedimiento para fijar el monto de caudal a reservar se estimaron los siguientes principios:

- De acuerdo a la ley, existe en el río un caudal ecológico.
- Se busca encontrar un caudal de conservación ambiental, definido por la suma del caudal ecológico, que para este caso será el 20% del caudal medio anual más el de reserva por interés nacional, que es el tramo comprendido entre el caudal ecológico y el 20 % de probabilidad de excedencia. Esto permitirá mantener la mayor parte del tiempo, en su condición natural, la distribución de caudales en la cuenca (área gris en la Figura 20) y de esta manera mantener prácticamente inalterada la magnitud, frecuencia, y duración del régimen.
- La disponibilidad de caudales para constituir derechos de aprovechamiento de aguas, será el tramo comprendido entre 20% y el 10% de probabilidad de

excedencia. El caudal de reserva fija disponibilidad real a partir del valor de reserva (área de disponibilidad en la Figura 20).

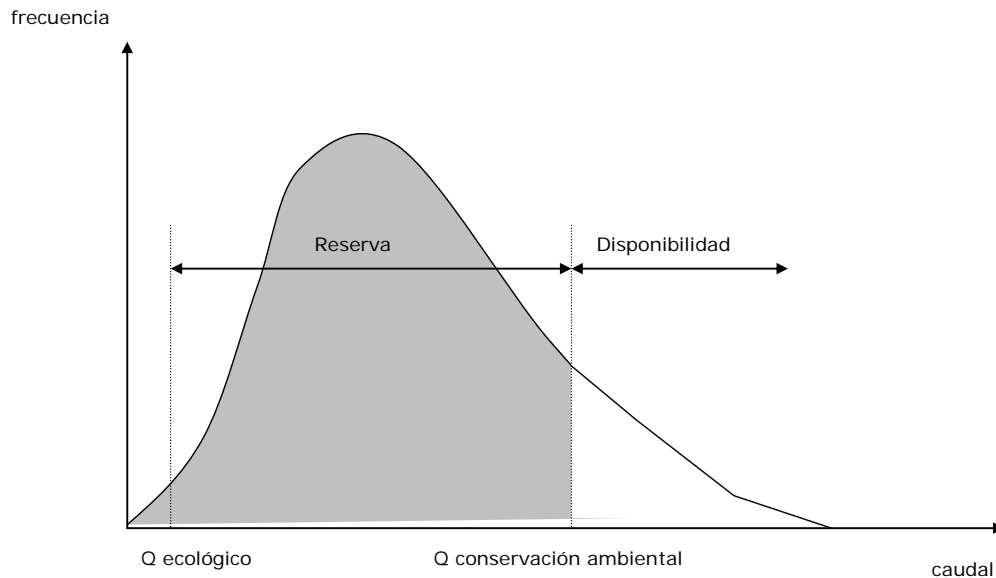


Figura 20. Procedimiento para definir reserva (incluyendo caudal ecológico) para conservación ambiental y disponibilidad.

La Figura 21 muestra la comparación entre el régimen natural y el régimen en caso de aplicar la reserva por sobre el caudal ecológico. A nivel mensual (Figura 22), se observa que la distribución del régimen natural se trunca en el valor de probabilidad de excedencia del 20%, con lo que la reserva resulta ser efectiva para la mantención del río Cochamó.

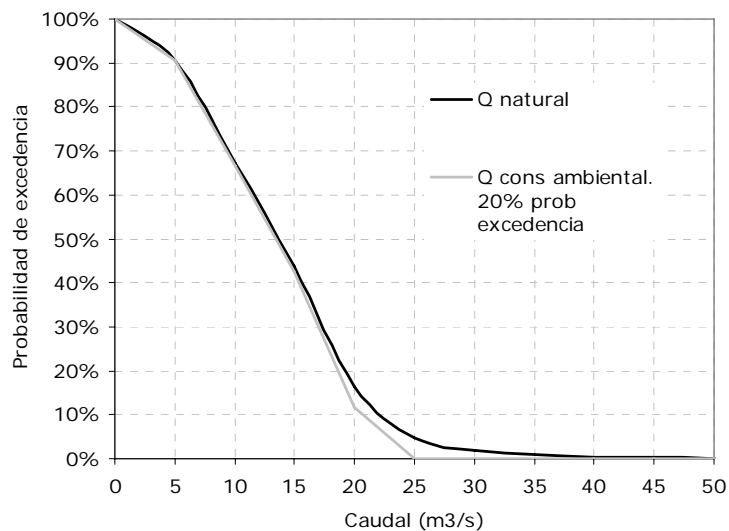


Figura 21. Distribución de probabilidad del río Cochamó en el punto de referencia en condiciones naturales y considerando un caudal de conservación ambiental equivalente al de 20% de probabilidad de excedencia en condiciones naturales.

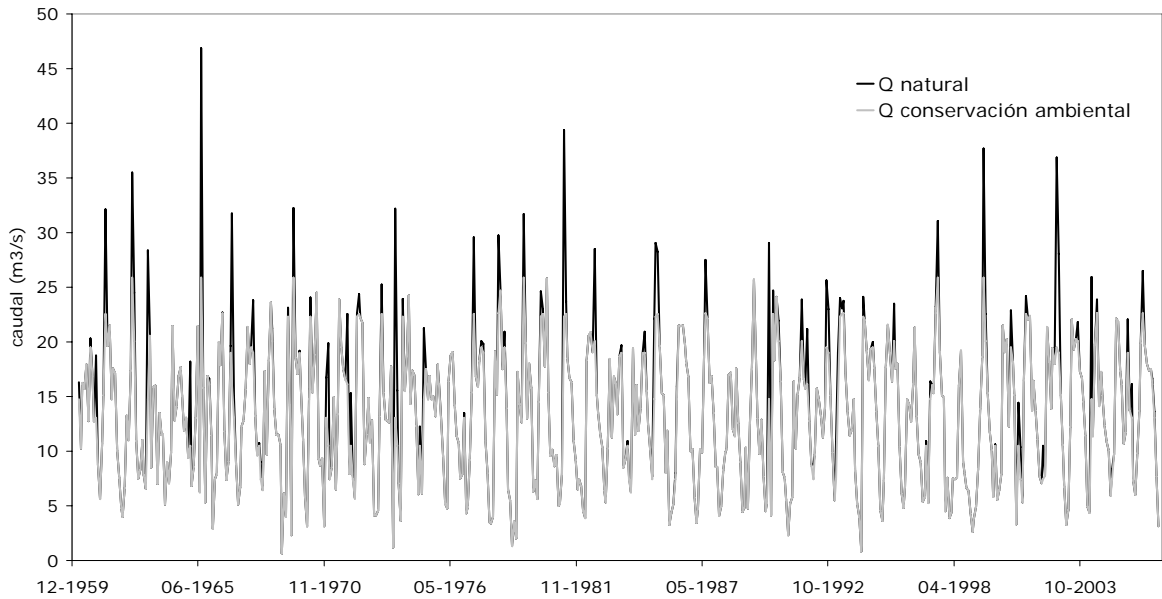


Figura 22. Serie de caudales mensuales en el punto de referencia y serie de caudal de conservación ambiental en el mismo punto, calculado como el valor mensual de probabilidad de excedencia 20%.

A nivel mensual, y para el punto de referencia, se presenta en la Figura 23 los valores de caudal ecológico (considerado como el 20% del caudal medio anual), el de reserva y el de disponibilidad para constituir derechos no consuntivos. Los valores se presentan en la Tabla 5.

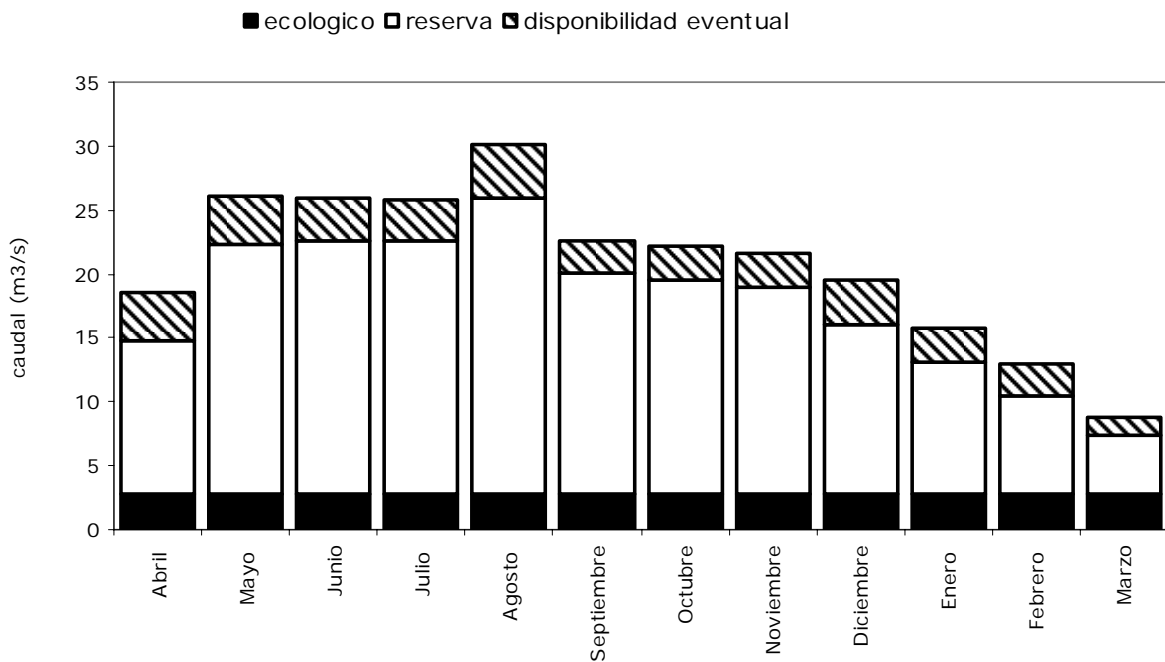


Figura 23. Caudal ecológico, de reserva y de disponibilidad eventual en el punto de referencia.

Tabla 5. Caudal ecológico, de reserva y de disponibilidad eventual en el punto de referencia.

Meses	Caudal (m ³ /s)		
	Ecológico	Reserva	Disponibilidad eventual
Abril	2,76	11,97	3,79
Mayo	2,76	19,58	3,74
Junio	2,76	19,81	3,32
Julio	2,76	19,88	3,11
Agosto	2,76	23,14	4,23
Septiembre	2,76	17,33	2,55
Octubre	2,76	16,71	2,77
Noviembre	2,76	16,26	2,62
Diciembre	2,76	13,34	3,38
Enero	2,76	10,33	2,60
Febrero	2,76	7,73	2,53
Marzo	2,76	4,67	1,33

6 DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES ECOLÓGICO, DE RESERVAS Y DISPONIBILIDAD PARA LAS SOLICITUDES UBICADAS EN LA CUENCA

6.1 Caudal ecológico, de reserva y disponibilidad eventual

De acuerdo al procedimiento descrito en el punto 5.3 y considerando que existen varias solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas de carácter no consuntivo en tramitación, el procedimiento para determinar el caudal ecológico, es el descrito para el caso del expediente ND-1003-144, ajustado por proporción de área al punto de captación de cada solicitud de acuerdo a los coeficientes de área.

Al respecto, se observa que varias solicitudes son idénticas tanto en el caudal solicitado como en el punto de captación. Por lo tanto, para generar la reserva en el punto solicitado, basta con calcular el caudal de reserva sólo para una solicitud y las siguientes que solicitan captar en el mismo punto, se verán gravadas de igual forma.

De esta manera, el listado de solicitudes que serán denegadas parcialmente con el fin de generar la reserva es el que se presenta en la Tabla 6:

Tabla 6. Solicitudes que serán denegadas parcialmente para generar el caudal a reservar.

N°	Expediente	Peticionario	Fuente	Caudal Solicitado		Captación UTM (m)		Restitución UTM (m)		Razón Áreas
				Perm. (m ³ /s)	Even. (m ³ /s)	Norte	Este	Norte	Este	
1	ND-1003-144	AES Gener S. A.	Río Cochamó	37	0	5.410.900	739.100	5.407.100	732.700	1,0000
2	ND-1003-1904	Jose Antonio Opazo Werner	Río Del Este	4	0	5.401.480	730.660	5.402.300	730.080	0,1967
3	ND-1003-3722	Manuel Madrid Aris	Río Valverde	50	0	5.417.850	742.250	5.412.350	743.020	0,1028
4	ND-1003-3723	Manuel Madrid Aris	Río La Junta	50	0	5.414.630	738.800	5.412.075	740.525	0,0572
5	ND-1003-3726	Gonzalo Guajardo Pizarro	Río Botapiedras	50	0	5.409.680	746.625	5.412.250	743.000	0,3543
6	ND-1003-3732	Manuel Madrid Aris	Río Cochamó	50	0	5.406.970	732.500	5.403.410	729.650	1,3669
7	ND-1003-4023	Alejandra Lamarca	Río Sin Nombre	3	0	5.407.350	736.100	5.408.800	734.950	0,0680
8	ND-1003-4069	Robert James Gillmore Landon	Estero Sin Nombre	3	0	5.407.300	736.500	5.408.875	735.200	0,0611
9	ND-1003-4089	Robert James Gillmore Landon	Río Cochamó	31	0	5.412.375	742.750	5.410.875	739.200	0,7811

El caudal ecológico a respetar para cada una de las solicitudes indicada anteriormente, correspondiente al 20% del caudal medio anual calculado para cada solicitud (Tabla 7):

Tabla 7. Caudales ecológicos a respetar aguas abajo de la captación de las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas presentadas.

N°	Expediente	Fuente	Caudal Ecológico por mes (m ³ /s)											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	ND-1003-144	Río Cochamó	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76
2	ND-1003-1904	Río Del Este	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
3	ND-1003-3722	Río Valverde	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
4	ND-1003-3723	Río La Junta	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
5	ND-1003-3726	Río Botapiedras	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
6	ND-1003-3732	Río Cochamó	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77
7	ND-1003-4023	Río Sin Nombre	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
8	ND-1003-4069	Estero Sin Nombre	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
9	ND-1003-4089	Río Cochamó	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16

Posteriormente, se calcularon los montos de las denegaciones parciales para cada una de las solicitudes indicadas. De esta forma, el monto de la reserva en cada uno de los puntos de captación respectivo es el siguiente:

Tabla 8. Caudales de reserva a respetar en cada punto de captación de las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas presentadas.

N°	Expediente	Fuente	Caudal por mes a denegar parcialmente y a reservar (m ³ /s)											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	ND-1003-144	Río Cochamó	10,33	7,73	4,67	11,97	19,58	19,81	19,88	23,14	17,33	16,71	16,26	13,34
2	ND-1003-1904	Río Del Este	2,03	1,52	0,92	2,35	3,85	3,90	3,91	3,99	3,41	3,29	3,20	2,62
3	ND-1003-3722	Río Valverde	1,06	0,79	0,48	1,23	2,01	2,04	2,04	2,38	1,78	1,72	1,67	1,37
4	ND-1003-3723	Río La Junta	0,59	0,44	0,27	0,68	1,12	1,13	1,14	1,32	0,99	0,96	0,93	0,76
5	ND-1003-3726	Río Botapiedras	3,66	2,74	1,65	4,24	6,94	7,02	7,04	8,20	6,14	5,92	5,76	4,73
6	ND-1003-3732	Río Cochamó	14,12	10,57	6,38	16,36	26,76	27,08	27,17	31,63	23,69	22,84	22,23	18,23
7	ND-1003-4023	Río Sin Nombre	0,70	0,53	0,32	0,81	1,33	1,35	1,35	1,57	1,18	1,14	1,11	0,91
8	ND-1003-4069	Estero Sin Nombre	0,63	0,47	0,29	0,73	1,20	1,21	1,22	1,41	1,06	1,02	0,99	0,82
9	ND-1003-4089	Río Cochamó	8,07	6,04	3,65	9,35	15,29	15,47	15,53	18,07	13,54	13,05	12,70	10,42

Por último, se determinó el caudal disponible para otorgar a las solicitudes en ejercicio eventual con una probabilidad de excedencia entre el 20% y el 10% (Tabla 9). Cabe destacar que el valor que se indica corresponde a la disponibilidad en el punto de captación.

Tabla 9. Caudales disponibles para otorgar en cada punto de captación de las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas presentadas.

N°	Expediente	Fuente	Caudal disponible en ejercicio eventual (m ³ /s), entre el 20% y 10% P.E.											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	ND-1003-144	Río Cochamó	2,60	2,53	1,33	3,79	3,74	3,32	3,11	4,23	2,55	2,77	2,62	3,38
2	ND-1003-1904	Río Del Este	0,51	0,50	0,26	0,75	0,74	0,65	0,61	0,83	0,50	0,54	0,52	0,66
3	ND-1003-3722	Río Valverde	0,27	0,26	0,14	0,39	0,38	0,34	0,32	0,43	0,26	0,28	0,27	0,35
4	ND-1003-3723	Río La Junta	0,15	0,14	0,08	0,22	0,21	0,19	0,18	0,24	0,15	0,16	0,15	0,19
5	ND-1003-3726	Río Botapiedras	0,92	0,90	0,47	1,34	1,33	1,18	1,10	1,50	0,90	0,98	0,93	1,20
6	ND-1003-3732	Río Cochamó	3,55	3,46	1,82	5,18	5,11	4,54	4,25	5,78	3,49	3,79	3,58	4,62
7	ND-1003-4023	Río Sin Nombre	0,18	0,17	0,09	0,26	0,25	0,23	0,21	0,29	0,17	0,19	0,18	0,23
8	ND-1003-4069	Estero Sin Nombre	0,16	0,15	0,08	0,23	0,23	0,20	0,19	0,26	0,16	0,17	0,16	0,21
9	ND-1003-4089	Río Cochamó	2,03	1,98	1,04	2,96	2,92	2,59	2,43	3,30	1,99	2,16	2,05	2,64

Para cada caso, habrá que verificar si las solicitudes indicadas se encuentran en condición de remate con otras que solicitan las mismas, según lo establecido en el Artículo 142 del Código de Aguas.

6.2 Denegación parcial de las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas en la cuenca

De acuerdo a lo anterior, se denegarán parcialmente las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas de carácter no consuntivo indicadas en la Tabla 8, en el monto indicado. Los montos de los caudales a denegar en cada caso, son los que se indican en la Tabla 10:

Tabla 10. Montos de caudal que deben ser denegados en cada una de las solicitudes indicadas.

N°	Expediente	Fuente	Caudal por mes a denegar parcialmente (m ³ /s)											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	ND-1003-144	Río Cochamó	10,33	7,73	4,67	11,97	19,58	19,81	19,88	23,14	17,33	16,71	16,26	13,34
2	ND-1003-1904	Río Del Este	2,03	1,52	0,92	2,35	3,85	3,90	3,91	3,99	3,41	3,29	3,20	2,62
3	ND-1003-3722	Río Valverde	1,06	0,79	0,48	1,23	2,01	2,04	2,04	2,38	1,78	1,72	1,67	1,37
4	ND-1003-3723	Río La Junta	0,59	0,44	0,27	0,68	1,12	1,13	1,14	1,32	0,99	0,96	0,93	0,76
5	ND-1003-3726	Río Botapiedras	3,66	2,74	1,65	4,24	6,94	7,02	7,04	8,20	6,14	5,92	5,76	4,73
6	ND-1003-3732	Río Cochamó	14,12	10,57	6,38	16,36	26,76	27,08	27,17	31,63	23,69	22,84	22,23	18,23
7	ND-1003-4023	Río Sin Nombre	0,70	0,53	0,32	0,81	1,33	1,35	1,35	1,57	1,18	1,14	1,11	0,91
8	ND-1003-4069	Estero Sin Nombre	0,63	0,47	0,29	0,73	1,20	1,21	1,22	1,41	1,06	1,02	0,99	0,82
9	ND-1003-4089	Río Cochamó	8,07	6,04	3,65	9,35	15,29	15,47	15,53	18,07	13,54	13,05	12,70	10,42

Además, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 147 bis inciso 4° del Código de Aguas, se deberá ofrecer a los solicitantes el caudal remanente disponible en cada

caso, haciendo hincapié en que dicho caudal tiene una probabilidad de excedencia entre el 20% y el 10%, y sólo estará disponible una vez que el caudal del río supere, para cada mes, los caudales ecológicos sumados a los caudales de reserva respectivos.

Sólo en el evento de tener respuesta favorable, se podrá proceder al otorgamiento del derecho.

Por último, cabe hacer presente que, para aquellos tramos de la cuenca en que no hayan sido solicitados y que no tengan asociado un caudal de reserva, el procedimiento para estimar el caudal disponible para constituir, será el descrito en el punto presente.

7 REFERENCIAS

- Campos, H., G. Dazarola, B. Dyer, L. Fuentes, J. Gavilán, L. Huaquín, G. Martínez, R. Meléndez, G. Pequeño, F. Ponce, V. Ruiz, W. Sielfeld, D. Soto, R. Vega & I. Vila. *Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* 47:101-122. 1998.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. *Estrategia Regional para la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad*, Décima Región de Los Lagos. 2002.
- De Groot, R., M. Wilson y R. Boumans. *A typology for the classification, descriptions and valuation of ecosystem functions, goods and services*. *Ecological Economics* 41: 393-408. 2002.
- Díez-Hernández, J. *Bases metodológicas para el establecimiento de caudales ecológicos en el ordenamiento de cuencas hidrográficas*. *Revista Ingeniería y Competitividad*, Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, Colombia. Volumen 7, N° 2, p. 11-18. 2005.
- Dirección General de Aguas. *Análisis y Determinación de Caudales de Reserva para abastecimiento de la población y usos de Interés Nacional*. Realizado por AC Ingenieros Consultores Ltda. Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. SIT N° 116. Santiago, 2006.
- Fundación Lahuén-Ifanos Chile S.A. *Estudio Plan de Ordenamiento Territorial para la cuenca del río Cochamó*. 2001.
- Habit, E, B Dyer² & I Vila. *Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile*. *Gayana* 70(1): 100-113. 2006.
- Hoffmann, A. *Flora silvestre de Chile. Zona araucana. Árboles, arbustos y enredaderas leñosas. Una guía ilustrada para la identificación de las especies de plantas leñosas del sur de Chile*. Ediciones Claudio Gay. 258 pp. 1997.
- Instituto Geográfico Militar. *Hidrografía, Tomo VIII*. Colección Geografía de Chile. Autores Hans Niemeyer Fernández y Pilar Cereceda Troncoso. 1984.

- Jamett, G. y Rodrigues, A. *Evaluación del Instrumento Caudal Ecológico, panorama legal e institucional en Chile y Brasil*. 2005.
- Poff, N.L., J.D. Allan, M. B. Bain, J.R. Karr, K.L. Prestegard, B. Richter, R. Sparks, and J. Stromberg. *The natural flow regime: a new paradigm for riverine conservation and restoration*. BioScience 47:769-784. 1997.
- Secretaría Regional Ministerial de Planificación y Cooperación, Región de Los Lagos. *Estrategia de Desarrollo Regional 2009 – 2020*.
- Servicio Nacional de Turismo. *Centros y Zonas de Interés Turístico Nacional. Antecedentes básicos para una Estrategia de Ordenamiento Territorial*. Versión 2008.
- Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geofísica. *Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI*. 2006.
- Vannote R.L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell y C.E. Cushing. *The River Continuum Concept*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 37: 130-137. 1980.

Normativas:

- Decreto con Fuerza de Ley 1.122, Código de Aguas, Ministerio de Justicia. Agosto 1981.
- Ley 20.017 que modifica el Código de Aguas de 1981. Junio 2005.
- Decreto Ley 1.224 que Crea el Servicio Nacional de Turismo. Octubre 1975.
- Manual de normas y procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos, Dirección General de Aguas, 2008.



Pedro Rivera Izam
Jefe
División de Estudios y Planificación
Dirección General de Aguas
Ministerio de Obras Públicas