



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

**INFORME TÉCNICO N° 6:  
RESERVA DEL RÍO DEL ORO 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° 289**

**SANTIAGO, OCTUBRE DE 2009**

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

ESTE TRABAJO FUE REALIZADO POR LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN, LA DIRECCIÓN REGIONAL DE MAGALLANES Y LA ANTÁRTICA CHILENA, 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 DEL ORO. COLABORÓ CON ESTE PROYECTO EL DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS; TODOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS.

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN**

PEDRO RIVERA IZAM  
ESTEFANÍA ROJAS LÍBANO  
JULIO CORNEJO MORALES  
ANDREA OSSES VARGAS  
GUILLERMO TAPIA MOLINA  
JOSÉ PEDRO MONTT MONCKEBERG

**DIRECCIÓN REGIONAL DE AGUAS DE MAGALLANES Y LA ANTÁRTICA CHILENA**

SERGIO DÍAZ HUENTELICÁN  
MARÍA ANTONIETA RODRÍGUEZ SILVA

**DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS**

XIMENA PAREDES YÁÑEZ  
JORGE ALARCÓN ROJAS

**DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS**

SONIA MENA JARA  
MARYSOL AZOCAR GUTIÉRREZ

1	INTRODUCCIÓN .....	1
2	SITUACIONES EXCEPCIONALES Y DE INTERÉS NACIONAL EN LA CUENCA DEL RÍO DEL ORO .....	4
2.1	ASPECTOS GENERALES: LA LEY DE AGUAS Y EL VALOR AMBIENTAL DE LOS RÍOS DE CHILE .....	4
2.2	DEL ORO: CUENCA CON MÍNIMAS INTERVENCIONES EN EL EXTREMO SUR DE CHILE.....	9
2.3	INTERESES DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL ESTATALES EN EL EXTREMO SUR DE LA PENÍNSULA DE BRUNSWICK	14
2.3.1	ÁREA MARINA Y COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS FRANCISCO COLOANE Y PARQUE MARINO FRANCISCO COLOANE .....	14
2.3.2	LOTE 8 CABO FROWARD: INMUEBLE FISCAL DESTINADO AL MINISTERIO DE BIENES NACIONALES PARA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO DE BIODIVERSIDAD.....	16
2.3.3	RUTA PATRIMONIAL CABO FROWARD DE SENDERO DE CHILE.....	18
2.4	PLANTEAMIENTOS DE LA ESTRATEGIA DE DESARROLLO REGIONAL DE MAGALLANES Y LA ANTÁRTICA CHILENA .	19
2.5	EL CAMBIO CLIMÁTICO: UN LLAMADO A VALORAR EL PATRIMONIO AMBIENTAL.....	21
3	ANÁLISIS DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS .....	22
3.1	ANTECEDENTES DE LOS DERECHOS CONSTITUIDOS Y EN TRÁMITE.....	22
3.2	IMPACTO POTENCIAL ASOCIADO AL EJERCICIO DE LOS DERECHOS NO CONSUNTIVOS EN TRÁMITE EN LA CUENCA DEL RÍO DEL ORO .....	24
4	HIDROLOGÍA DEL RÍO DEL ORO .....	26
4.1	ESTIMACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES .....	26
4.1.1	INFORMACIÓN HIDROLÓGICA DISPONIBLE.....	26
4.1.2	ESTIMACIÓN CAUDAL MEDIO ANUAL.....	29
4.1.3	DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA DE CAUDALES MENSUALES Y PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA.....	31
4.2	ANÁLISIS HIDROLÓGICO EN LOS PUNTOS DE LAS SOLICITUDES .....	35
5	ANÁLISIS DEL CAUDAL ECOLÓGICO Y LA NORMA DE LA RESERVA: SU APLICACIÓN PARA MANTENER EL RÍO .....	36
5.1	EL CAUDAL ECOLÓGICO: UNA MEDIDA POCO EFECTIVA PARA LA CONSERVACIÓN DEL RÍO .....	37
5.2	RESERVA DE CAUDAL PARA FINES DE INTERÉS NACIONAL .....	40
5.3	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA DEFINIR CAUDAL DE RESERVA PARA CONSERVACIÓN AMBIENTAL. APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO DEL ORO .....	42
6	DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES ECOLÓGICO, DE RESERVAS Y DISPONIBILIDAD PARA LAS SOLICITUDES UBICADAS EN LA CUENCA .....	46
6.1	CAUDAL ECOLÓGICO, DE RESERVA Y DISPONIBILIDAD EVENTUAL.....	46
6.2	DENEGACIÓN PARCIAL DE LAS SOLICITUDES DE DERECHO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS EN LA CUENCA DEL RÍO DEL ORO .....	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 3º 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 Del Oro. En efecto, existe disponibilidad de agua ya que no se encuentran otorgados derechos de aprovechamiento, y presenta condiciones ecológicas y ambientales particulares, con mínima intervención antrópica, 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 Del Oro, 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 Del Oro, 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 Del Oro 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 DEL ORO**

### **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.

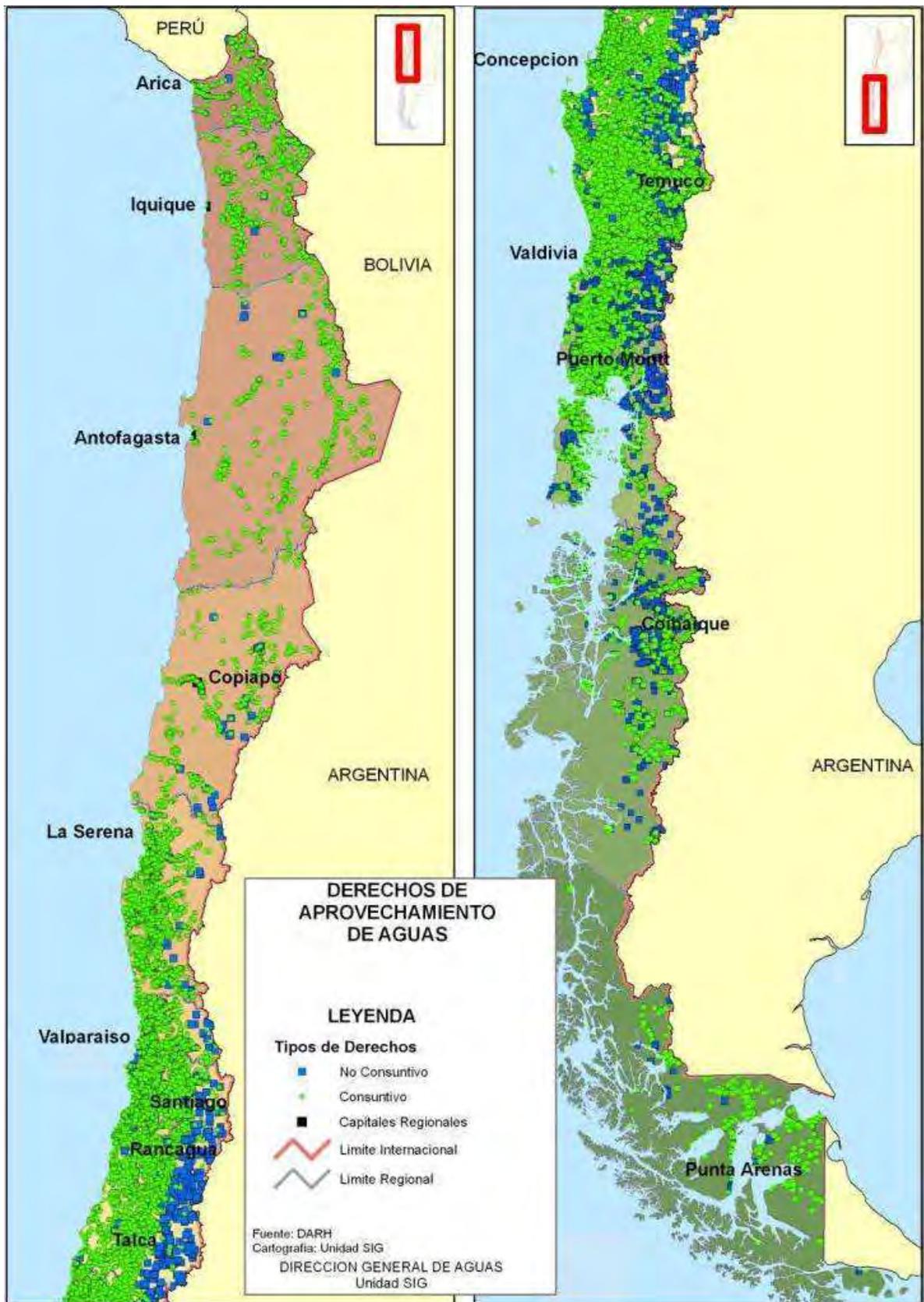


Figura 1. Derechos superficiales otorgados en los ríos de Chile.

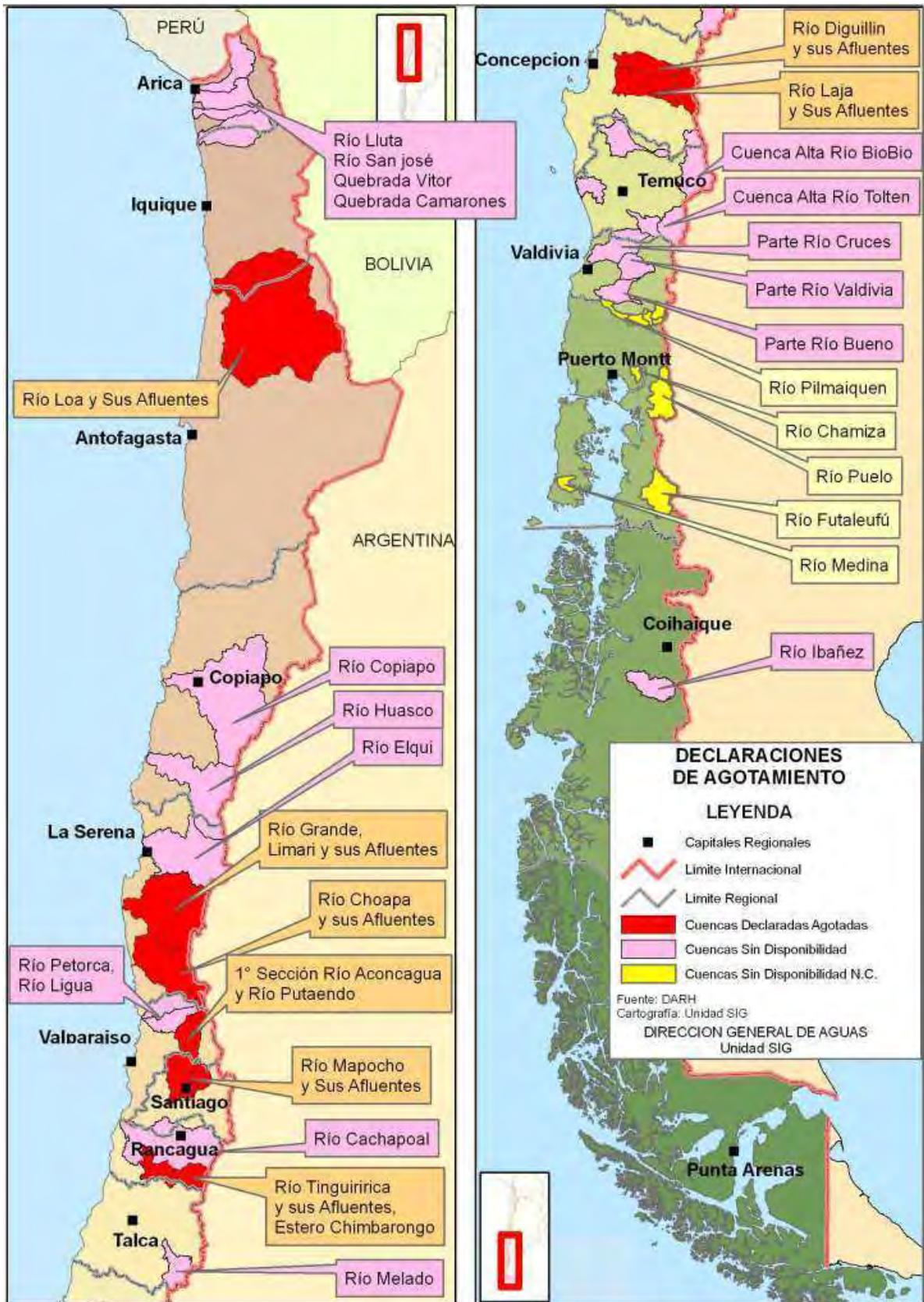


Figura 2. Ríos sin disponibilidad y agotados en Chile.

Así es el caso del río Del Oro pues, a diferencia de la mayoría de los ríos de Chile, este río y toda la cuenca que comprende no tiene derechos de agua otorgados, gracias a lo cual se podría asegurar una conservación real del río y de los espacios naturales que contiene. En la Figura 3 se puede observar la ubicación general de la cuenca del río Del Oro y su calidad de cuenca sin derechos otorgados.



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

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

## 2.2 Del Oro: cuenca con mínimas intervenciones en el extremo sur de Chile

La cuenca del río Del Oro es una hoya hidrográfica localizada en el extremo sur de la península de Brunswick y que cubre una superficie de 293 Km<sup>2</sup>. Se encuentra a 70 Km. al suroeste de Punta Arenas y a 7 Km. al oeste de Cabo Froward, última porción del continente americano (Figura 4).



**Figura 4: Cuenca río Del Oro en contexto regional.**

La región de Magallanes y la Antártica Chilena es continuamente afectada por vientos del oeste y el paso de frecuentes sistemas frontales, debido a que se encuentra próxima al cinturón de bajas presiones donde confluyen masas de aire subtropical y polar, y por lo tanto es una zona de alta formación de sistemas frontales.

Según los registros de los Anales del Instituto de la Patagonia (1973; en Ministerio de Bienes Nacionales (MBN), 2008) en el área de la cuenca se observan tres tipos de clima: en la zona costera el templado frío con gran humedad, hacia el interior en las

terrazas y faldeos montañosos de tundra isotérmica (temperatura constante) y en los sectores altos de hielo por efecto de la altura. Según el Balance Hídrico de Chile (1987) la precipitación en la zona de la cuenca varía desde los 1.000 mm a los 2.500 mm anuales, mientras que la temperatura no supera los 10° C de promedio en verano, con una oscilación térmica moderada.

En cuanto a la geomorfología, este sector de la región se presenta con numerosos accidentes que otorgan identidad a un territorio marcado por el hundimiento, y que todavía no alcanza la fragmentación insular. Reflejo de lo anterior es la gran cantidad de penínsulas observables, entre ellas la de Brunswick. Las altitudes en la zona de la cuenca son moderadas, no superando los 1.000 metros, de modo que el paisaje se caracteriza por formas principalmente planas y onduladas, típicas del modelado fluvio – glacial. El desarrollo de suelos es casi inexistente, ya que la cubierta vegetal se encuentra sobre un sustrato rocoso, depósitos marinos, glaciales y fluviales, además del desarrollo de turberas.

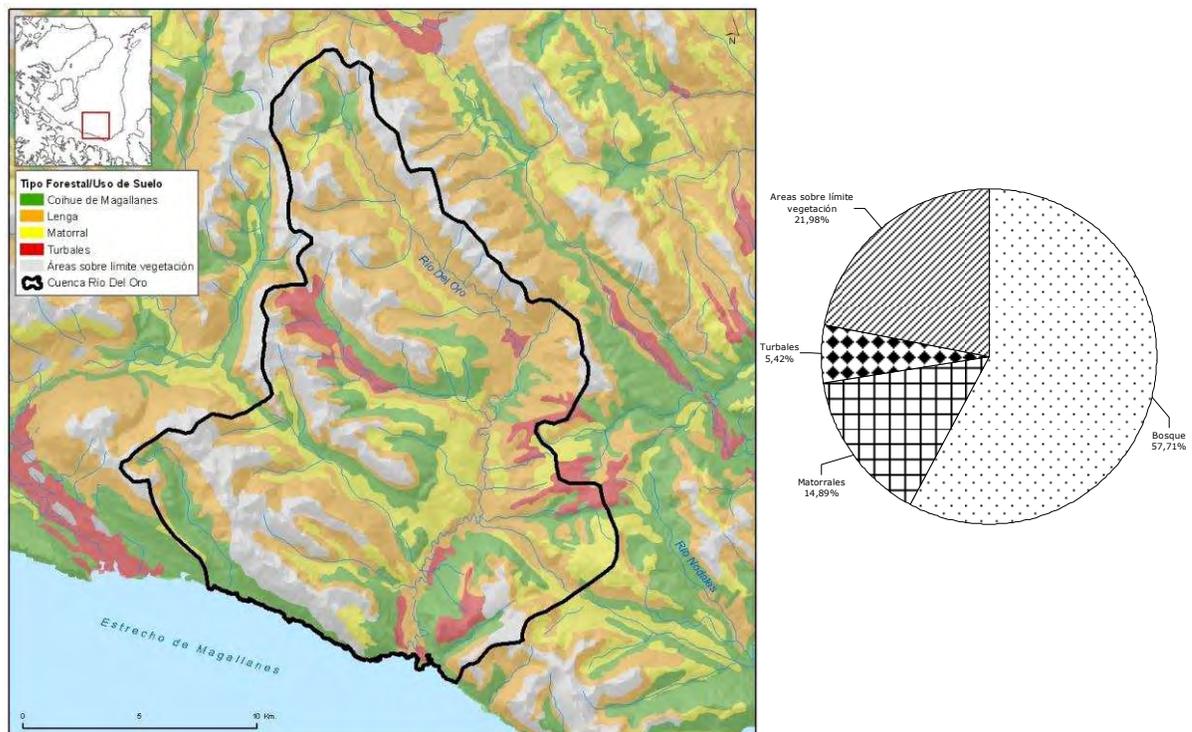
Estas características han condicionado el desarrollo de la vegetación y el hábitat para la fauna, y por lo demás, han sido factores determinantes en la baja habitabilidad humana de la zona por las condiciones inhóspitas que dominan, lo cual entonces ha provocado una intervención antrópica mínima siendo espacios en general con altos niveles de naturalidad. De hecho, al área de la cuenca se accede sólo vía marítima.

La información de vegetación y fauna para la zona de la cuenca del río Del Oro y el valor ecológico que representan se extrajo principalmente del documento “Estudio de línea base a ejecutarse en terrenos fiscales con alto valor en biodiversidad ubicados en el sector de Cabo Froward, península de Brunswick, región de Magallanes y Antártica Chilena” (MBN, 2008) en el marco del trabajo de autodesignación del Ministerio de Bienes Nacionales del Lote 8 en el sector de Cabo Froward.

Como se observó en la Figura 4, la península de Brunswick se encuentra rodeada por sistemas de canales marinos donde destaca el Estrecho de Magallanes, situación que permite la presencia de especies pelágicas que se internan a esta zona y especies de aves y mamíferos de borde costero, conformándose como un sector de alto interés en biodiversidad. Para la zona de Cabo Froward la presencia de un bosque siempreverde costero dominado por Coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), el cual conforma el piso de vegetación de Bosque siempreverde templado costero de Coigüe de Magallanes y Canelo (*Nothofagus betuloides* y *Drimys winteri*), unido al piso de vegetación de matorral bajo antiboreal andino de *Bolax gummifera* y *Azorella selago*,

conformarían ambientes propicios para especies nativas de aves y mamíferos de bosques y zonas altoandinas. A una escala local, la presencia de bosque en mosaico con turberas<sup>1</sup>, harían del área un sector particular para la biodiversidad.

Para el caso de la cuenca del río Del Oro, la mayor superficie la cubre el tipo forestal Lengua (Figura 5) con especies dominantes de Lengua (*Nothofagus pumilio*), Coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*) y en menor medida el Ñirre (*Nothofagus antarctica*); luego, está presente el tipo forestal Coigüe de Magallanes conformado principalmente por las especies Coigüe de Magallanes y Canelo (*Nothofagus betuloides* y *Drimys winteri*). En conjunto estos dos tipos forestales cubren el 58% de la cuenca.



**Figura 5: Tipos forestales y usos de suelo. Fuente: Catastro Bosque Nativo Conaf 2005.**

Las áreas sobre el límite de la vegetación cubren un 22% de la cuenca, y se desarrollan a partir de los 500 a 600 m.s.n.m. aproximadamente, y donde se observa la estepa húmeda o tundra magallánica y el desierto de altura; le siguen los matorrales con un 15%; y por último, las turberas que representan un poco más del 5%.

<sup>1</sup> Las turberas corresponden a ecosistemas hidromórficos. El término turba debe ser entendido como un sedimento natural de origen vegetal, poroso no consolidado, constituido por materia orgánica parcialmente descompuesta, acumulado en un ambiente saturado de agua (Hauser, 1996 *vide* Cruces *et al*, 1999; en MBN, 2008). Es un suelo orgánico, originado a partir del remanente de plantas acuáticas acumuladas *in situ*. Se desarrolla en hábitats hidromórficos, debido a la saturación de agua y falta de oxígeno asociada, que retarda la descomposición del material vegetal (Wheeler y Shaw, 1995 *vide* Cruces *et al*, 1999; en MBN, 2008).

Una condición que se destaca es el alto nivel de naturalidad de la zona y por lo mismo de la vegetación presente, ya que si bien, por ejemplo, el tipo forestal Coigüe de Magallanes tiene una alta representatividad en el sur de Chile, las condiciones prístinas en las que es posible encontrarlo en esta zona le dan un valor ecológico único.

En cuanto a la flora, la referencia más próxima de la que se dispone es para el sector de Cabo Froward, donde ésta se compone en casi un 90% por taxones autóctonos de Chile, lo que indica un alto nivel de naturalidad del área. En la cuenca del río Del Oro, como se señaló, distante 7 Km. de Cabo Froward, se podría esperar un porcentaje similar considerando la presencia de los mismos tipos forestales.

En cuanto a la fauna, la referencia de la que se dispone también es para el sector de Cabo Froward, donde en ambientes terrestres se encuentran el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*); puma (*Felix concolor*); huemul (*Hippocamelus bisulcus*) (Foto 1); chingue patagónico (*Conepatus humboldtii*); ratón de cola larga (*Oligoryzomys longicaudatus*) (Foto 2); laucha de pelo largo (*Abrothrix longipilis*); chungungo (*Lontra felina*) (se considera terrestre en tanto habita la costa donde hace madrigueras), y castores (*Castor canadensis*). En ambientes marinos, se cuentan el lobo marino austral (*Otaria byronia*) y delfín austral (*Lagenorhynchus australis*).

En aves, en trabajo de terreno en el marco del citado estudio se registraron 52 especies<sup>2</sup>, entre ellas, albatros de ceja negra (*Thalassarche melanophris*); cormorán yeco (*Phalacrocorax brasilianus*); pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*); rayadito (Foto 3); huairavo (*Nycticorax nycticorax*); caranca (*Chloephaga hybrida*) (Foto 4); carancho (*Caracara plancus*); pidén (*Pardirallus sanguinolentus*); pilpilén negro (*Haematopus ater*); cachaña (*Enicognathus ferrugineus*); concón (*Strix rufipes*); Martín pescador (*Ceryle torquata*) (Foto 5); canquen (*Chloephaga poliocephala*) (Foto 6); carpintero negro (*Campephilus magellanicus*); y churrete acanelado (*Cinclodes fuscus*). El ambiente con mayor riqueza de especies fue el marino y espacio aéreo marino, seguido muy por debajo por bosque de Coigüe de Magallanes y Canelo. Luego, los ambientes de cuerpos de agua y ríos, pradera costera y turbal, presentaron similar riqueza. Por último, los ambientes menos ricos fueron el desierto de altura, bosque achaparrado con pradera y praderas, con menos de 4 especies.

---

<sup>2</sup> La riqueza de especies puede ser considerada una cifra mínima para el área, ya que este valor aumentaría debido a que hubo muchas taxas que se conoce su estatus de residencia o visitante en el área de estudio y que por razones metodológicas y estacionales no fueron avistadas (MBN, 2008).



**Foto 1: Huemul macho**



**Foto 2: Ratón de cola larga**



**Foto 3: Rayadito**



**Foto 4: Carancas**



**Foto 5: Martín pescador**



**Foto 6: Canquen**

Fuente: MBN, 2008.

En definitiva, la cuenca y en general toda la zona terrestre y marina en torno a ella tienen un alto valor ecológico debido a que, por un lado, es un ambiente especial en cuanto a condiciones climáticas que han dado lugar a una combinación de vegetación especial que haría de la zona un sector particular para la biodiversidad, y por otro lado, a que los ecosistemas se desarrollan en condiciones de alta naturalidad debido a la baja intervención humana. La zona de sector Cabo Froward contiene importantes elementos representativos de los ambientes de la Patagonia chilena y argentina, lo que junto a su belleza escénica y su bajo nivel de intervención antrópica generan una situación de especiales condiciones para llevar a cabo actividades de conservación que se complementen con actividades científicas y de educación ambiental (MBN, 2008).

Por último, señalar que, al ser Cabo Froward el extremo sur del continente americano, muchas de las especies de vegetación, flora y fauna encuentran el límite de su distribución.

## **2.3 Intereses de Conservación Ambiental Estatales en el extremo sur de la Península de Brunswick**

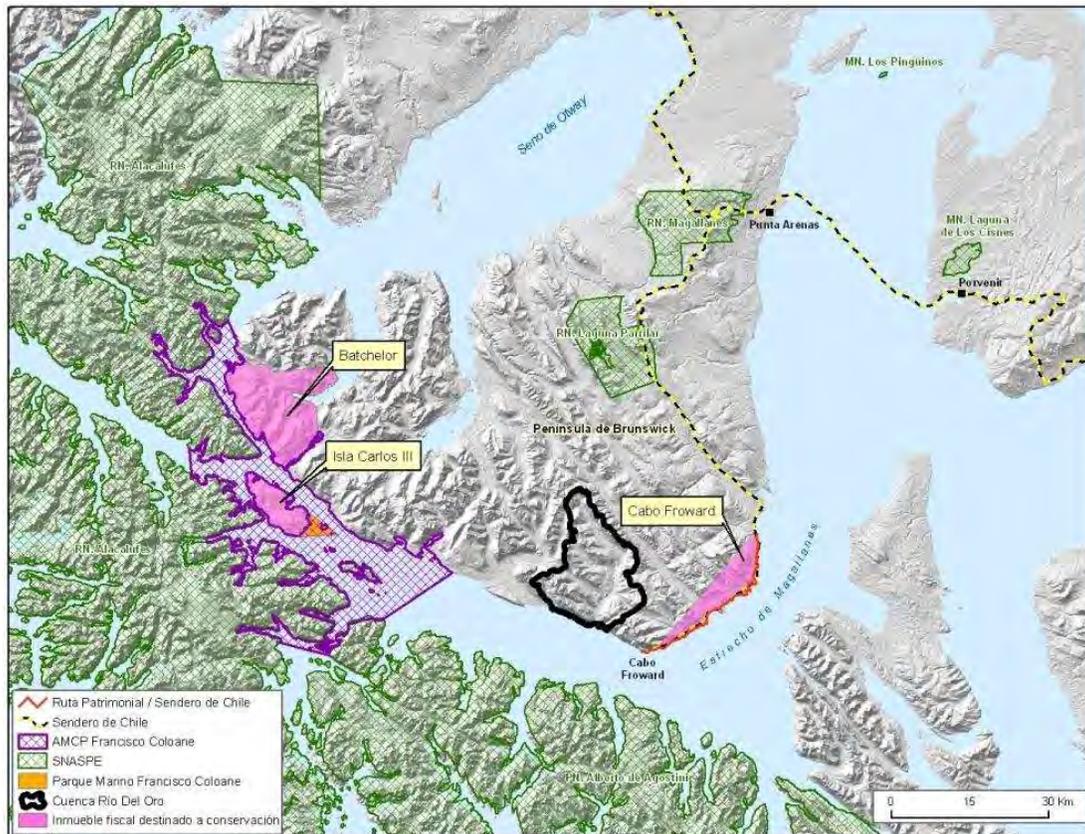
---

En el área que comprende la cuenca de río Del Oro no existe ningún instrumento específico de protección o promoción ambiental. Sin embargo, es posible mencionar que en la zona en torno a la cuenca, principalmente hacia el sur, este y oeste, distintos instrumentos de protección ambiental enfatizan aspectos como los altos grados de naturalidad de sus paisajes y lo especial de la biodiversidad de esta franja de la península de Brunswick (Figura 6). En ese sentido, destacan tres áreas protegidas: Área Marino y Costera Protegida de Múltiples Usos Francisco Coloane; Parque Marino Francisco Coloane; y el Inmueble Fiscal destinado a Conservación Cabo Froward; además, se observan dos iniciativas de fomento principalmente a la educación ambiental y al turismo: Rutas Patrimoniales y Sendero de Chile.

Según lo anterior, se estima que la conservación ambiental de la cuenca del río Del Oro contribuiría de manera importante con los objetivos de conservación y manejo que persiguen estas otras iniciativas, ya que de una u otra forma, al alinearse con ellas, les da valides y solidez, desde un punto de vista tanto del valor ecológico protegido como institucional.

### **2.3.1 Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos Francisco Coloane y Parque Marino Francisco Coloane**

El año 2003, mediante Decreto Supremo N° 276 de la Subsecretaría de Marina del Ministerio de Defensa, se declaró Área Marina y Costera Protegida (AMCP) Francisco Coloane un sector del Estrecho de Magallanes y los fiordos adyacentes a la Isla Carlos III que abarca 67.000 hectáreas (Figura 6). La creación de esta AMCP, que fue la primera en el país, nació de un acuerdo entre la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), la Subsecretaría de Marina, la Subsecretaría de Pesca, el Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca) y el MBN, y se fundamenta en la Política Nacional de uso de Borde Costero, el Convenio de Biodiversidad y los objetivos del Proyecto GEF Marino (*Global Enviroment Fund*) "Conservación de la Biodiversidad de importancia Mundial a lo largo de la Costa Chilena". Con este proyecto se busca conciliar los principios de conservación y protección ambiental con el desarrollo sustentable de actividades, y comprometer la optimización de las asociaciones público-privadas y la gobernabilidad local; y el fomento de actividades productivas sustentables que incrementen el desarrollo económico local; entre ellas el turismo de naturaleza (Web P. GEF Marino).



**Figura 6: Áreas protegidas en torno a la cuenca del río Del Oro, extremo sur Península de Brunswick.**

Bajo el mismo decreto, además se creó al interior del AMCP el Parque Marino Francisco Coloane, que corresponde a 1.500 hectáreas. Como se observa en la Figura 6, estas áreas protegidas se encuentran 20 Km. al oeste de la cuenca del río Del Oro.

Dentro de las características que distinguen a Chile como un territorio con importantes expectativas de riqueza marina y costera están que la costa chilena y su mar territorial reciben constantemente influencia de corrientes marinas provenientes de distintas latitudes y por lo mismo con diferentes características de temperatura, profundidad y dirección. También se observan frecuentemente surgencias, que son aguas que emergen de las profundidades gracias a que el viento desplaza aguas superficiales. Estos fenómenos, junto con la diversidad topográfica y morfología de las costas, han dado origen a diversos ecosistemas y numerosos hábitats que albergan una enorme cantidad de vegetales y animales, muchos de ellos endémicos, los cuales constituyen la biodiversidad marina y costera en Chile (Web Proyecto GEF Marino). Actualmente en el país existen sólo tres experiencias piloto: Isla Grande de Atacama (Región de Atacama); Lafken Mapu Lahual (Región de Los Lagos); y Francisco Coloane (Región de Magallanes y la Antártica Chilena).

Según se indica en el Decreto N° 276, el área que comprende la AMCP es representativa de sistemas ecológicos de importancia global y regional, existiendo una elevada biodiversidad de vertebrados acuáticos dentro del contexto nacional y regional, constituyéndose en el único sitio de alimentación de la Ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*). Asimismo, tanto en su hábitat marino como terrestre, se destacan atributos paisajísticos y culturales, que junto a la existencia de múltiples ecosistemas, una gran diversidad biológica, la localización de sitios de reproducción y de alimentación de vertebrados acuáticos, le otorgan un alto valor científico y turístico.

Si bien la declaración de AMCP no consideró los ambientes terrestres aledaños, sin duda ellos tienen influencia directa en la productividad y diversidad biológica del área protegida. Además, son imprescindibles para una gestión integrada de las actividades productivas que se puedan desarrollar en el área, en la perspectiva de generar ingresos que permitan alcanzar la sustentabilidad financiera para la conservación de la biodiversidad (PNUD y CONAMA, 2007).

En este sentido, se estima que la cuenca del río Del Oro es una unidad que forma parte de toda la zona próxima al AMCP y que por tanto debería alinearse con los objetivos de conservación e investigación que se emprendan en esta zona, que como se ha mencionado tiene un alto nivel de naturalidad que debería ser preservado, tanto por lo especial que resulta ser la biodiversidad en esta sector como por los intereses puestos en las zonas próximas a la cuenca.

### **2.3.2 Lote 8 Cabo Froward: inmueble fiscal destinado al Ministerio de Bienes Nacionales para conservación del patrimonio de biodiversidad**

Según lo dispuesto en el Decreto Ley N° 1.939 de 1977 se faculta al MBN a destinar uno o más bienes del Estado a la institución que los solicita (sólo a favor de servicios y entidades de la Administración del Estado, el Poder Judicial, los servicios dependientes del Congreso Nacional y la Contraloría General de la República) con el objeto de que los emplee en el cumplimiento de sus fines propios. En este caso, dicho Ministerio se autodestinó mediante Decreto N° 467 (2006) el inmueble fiscal Lote 8 Cabo Froward atendiendo, como se indica en dicho decreto, a que *en el ejercicio de sus funciones propias, requiere reforzar y realizar una gestión especial de administración en el predio fiscal (...), cuya vocación principal y finalidad es la conservación ambiental, protección del patrimonio y/o planificación, gestión y manejo sustentable de los recursos.*

El predio cubre una superficie de casi 10.000 hectáreas (Figura 6), y se determinó que su valor ecológico y/o patrimonial se sustenta en que posee un alto interés turístico debido a que es el punto más austral de América del Sur, y área de recreación de la población de Punta Arenas. Desde el punto de vista de la conservación, esta unidad contiene en la actualidad las poblaciones más australes de huemules y pumas conocidas, especies fuertemente amenazadas en la región. Además, el área se ha descrito como punto de arribo al continente del castor, especie altamente dañina para los ecosistemas nativos.

Se determinó que las especies prioritarias para conservación en el área del Lote 8 son: Huemul (En peligro), Carpintero Negro (Vulnerable), Puma (Vulnerable), Chungungo (Vulnerable) y Ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*), pero siendo de particular interés (indicado así en el Decreto) la conservación y protección del hábitat del huemul.

Estas especies se tornan relevantes debido a que cumplen importantes funciones, entre ellas: la conservación, por ejemplo el caso del huemul, una especie que ha sido reducida fuertemente debido a que ha ido perdiendo su hábitat; como indicadores ambientales, por ejemplo el puma que se encuentra en el nivel más alto de la cadena trófica por lo que su presencia es un indicador de sanidad del sistema ecológico; y por último, valor para el sistema ecológico del área, ya que las especies definidas como prioritarias tienen un valor especial puesto que son unas de las más frágiles a la presión humana. La existencia de estas especies en la zona de Cabo Froward, valoriza al sistema puesto que aún conserva poblaciones de especies endémicas que tienen una importante función ecológica (MBN, 2008).

Con el fin de entregar servicios turísticos en el área, el predio fiscal fue concesionado a la Sociedad Marítima Cabo Froward Ltda., teniendo por objetivos la recuperación patrimonial del Faro San Isidro y su habilitación como museo, la construcción de una hostería y el desarrollo de productos turísticos ligados a la navegación, la caminata y el avistamiento de fauna.

En relación al manejo, hoy se encuentra en revisiones finales la "Guía de Manejo Lote 8, predio con alto valor de biodiversidad en la región de Magallanes y la Antártica Chile" mandatado por el MBN y elaborado por el Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile. En ella, el manejo que se estima óptimo se liga fundamentalmente a conservación, educación ambiental, investigación, turismo de bajo impacto, monitoreo de fauna y cuerpos de aguas, y actividades al aire libre como trekking y camping.

### **2.3.3 Ruta Patrimonial Cabo Froward de Sendero de Chile**

Muy vinculado a la iniciativa anterior del MBN, se encuentra la habilitación de la Ruta Patrimonial Cabo Froward de Sendero de Chile.

El año 2003 el MBN creó el programa Rutas Patrimoniales con el objetivo de otorgar acceso a todos los ciudadanos a los bienes físicos, culturales y paisajísticos definidos con alto valor natural o histórico cultural contenidos en terrenos fiscales. La accesibilidad se ha traducido en la creación de recorridos transitables a pie, en bicicleta, cabalgata y/o vehículo, y con ello entonces valorizarlos y conservarlos, ampliando y mejorando las alternativas recreacionales. Junto a lo anterior, se espera contribuir también en el fomento al desarrollo y a la diversificación de la pequeña y mediana empresa a nivel local y regional potenciando el turismo sustentable. Así se han habilitado rutas en todas las regiones del país, y que abarcan la mayor cantidad de ecosistemas, ambientes naturales, sitios arqueológicos o riquezas urbanísticas posible, realizando para tal efecto la instalación de una señalética de mínimo impacto y el diseño de una guía para el visitante, que en conjunto entregan una amplia base de información para un recorrido seguro y autoguiado (Web MBN).

Por otro lado, pero siendo iniciativas similares, existe el programa Sendero de Chile, iniciativa multisectorial que tiene por fin unir a Chile desde Visviri a Cabo de Hornos en un gran sendero que sea posible de recorrer a pie, a caballo o en bicicleta, y busca con ello fomentar el ecoturismo y la educación ambiental.

Para el caso del tramo en la península de Brunswick que llega al Cabo Froward estas dos iniciativas se llevaron a cabo en conjunto. En la ejecución de las obras, la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) implementó un primer tramo, y los otros están a cargo del MBN con recursos del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR). Actualmente, la habilitación está en proceso.

La ruta Cabo Froward comprende un recorrido costero de 45 Km. iniciándose en el río San Pedro y finalizando en la Cruz de Los Mares en Cabo Froward (Figura 6). El recorrido de la ruta es una oportunidad de observar la naturaleza en este extremo del país, donde se imponen paisajes y ecosistemas magallánicos asociados al continente, a las islas, a la costa y al mar, todos muy pocos intervenidos por la acción humana. Se pueden observar vestigios de procesos geológicos y geomorfológicos distintivos, coloreados con formaciones de Coigüe de Magallanes, de turberas, ríos, estuarios y bahías, penínsulas y cabos. Además, se pueden apreciar vestigios arqueológicos

asociado a la navegación del Estrecho de Magallanes, y evidencias de la ancestral ocupación humana del borde costero y la explotación maderera del siglo pasado. Todo lo anterior conforma un atractivo paisaje para el visitante de esta región patagónica, teniendo a un costado a lo largo de todo el recorrido al mítico Estrecho de Magallanes.

Es importante mencionar que si bien ninguna de estas dos iniciativas constituyen una protección ambiental propiamente tal, sí se aprecia con ellas una clara intención por parte del Estado de fomentar el turismo y la educación ambiental en esta zona. Además, señalar que el turismo de intereses especiales que representan estas iniciativas y la preservación ambiental, se corresponden de forma armónica, potenciándose el uno a la otra y con todos los beneficios que los dos reportan tanto para la población en su conjunto como para el medio ambiente.

Finalmente, y de acuerdo a todo lo anteriormente mencionado, se observa que los intereses manifiestos en esta zona de la Península de Brunswick se vinculan fuertemente a la conservación de los espacios que tienen altos niveles de naturalidad y a un manejo que incluya principalmente educación ambiental, investigación científica y actividades recreacionales al aire libre.

#### **2.4 Planteamientos de la Estrategia de Desarrollo Regional de Magallanes y la Antártica Chilena**

---

La Estrategia de Desarrollo Regional (EDR) elaborada para el período 2001-2010 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) Desarrollar económica y productivamente la región, 2) Desarrollar íntegramente el territorio, 3) Mejorar las condiciones básicas de vida, 4) Profundizar la identidad cultural regional, 5) Modernizar el Estado en la región.

En relación al turismo la región se inserta favorablemente en el crecimiento del turismo internacional, pero hasta el momento la demanda se ha desarrollado fundamentalmente en base a atractivos naturales e hitos geográficos e históricos importantes como Tierra del Fuego, Patagonia, Cabo de Hornos y Antártica. La Patagonia está considerada dentro de los cinco productos más importantes de la oferta turística nacional. Se comprueba un fuerte aumento de las llegadas y pernoctaciones de turistas extranjeros en los últimos años, y se observa un cambio estructural en la proporción de turistas de distintos mercados hacia el ecoturismo.

La Región de Magallanes y Antártica Chilena, en su vastedad territorial y ubicación geográfica singular, atesora muchos de los más espectaculares escenarios del planeta. Sus imponentes bellezas de fiordos, glaciares, canales y cordilleras, inmersas en una atmósfera pacífica de habitantes y paisaje, se traducen en panorama muy interesante con respecto a escenarios bastantes convulsionados que aquejan a otras latitudes de gran contenido turístico.

Este punto del planeta, observado como el confín de América, el final del mundo o el extremo de la Patagonia, se sitúa bajo la lupa de la actividad turística mundial y ya no se duda del potencial que encierra este tipo de actividad. La problemática radica en examinar y resolver lo que el gran mercado turístico está reclamando para posicionar definitivamente el extremo austral de Chile como un destino turístico de significación.

La superación de las carencias y debilidades más importantes que presenta este sector, guardan relación con la imperiosa necesidad de incorporar al desarrollo nuevos territorios para diversificar la concentrada oferta que hoy existe. Ese requerimiento se formula valorando la contribución que significa la existencia de áreas protegidas a la imagen del producto turístico regional.

El desarrollo del sector tiende entonces a convertir a la región de Magallanes y Antártica Chilena en un destino turístico consolidado, incorporando nuevas áreas territoriales a la actividad turística privada, administrando este patrimonio natural y cultural en forma sustentable, reconociendo e identificando a la actividad turística como uno de los pilares del desarrollo regional en beneficio de sus habitantes.

Uno de los objetivos específicos que se enmarcan en las áreas de promoción e información, fomento y capacitación está el de fomento turístico con algunas de las siguientes acciones:

- Dirigir esfuerzos para incorporar a la oferta turística áreas geográficas fiscales o protegidas en el contexto de desarrollo territorial.
- Priorizar el financiamiento de los proyectos de infraestructura de acceso y uso turístico, para incorporar nuevos atractivos a la oferta regional, con énfasis en las rutas Vicuña-Yendegaia en Tierra del Fuego, **rutas Cabo Froward** y Silva Palma en Magallanes y Natales - Fiordo Staines y Holleberg - Río Pérez en la provincia de Última Esperanza.
- Fortalecer y diversificar la oferta turística de la Patagonia y Antártica Chilena con apoyo específico dirigido a desarrollar los siguientes productos: agroturismo,

turismo de cruceros, turismo rural, turismo de convenciones, artesanía, gastronomía y eventos programados.

- Fomentar el desarrollo de los nuevos productos en el área de turismo de intereses especiales, compatibles con una actividad turística sustentable.
- Dirigir esfuerzos concertados por parte de los organismos competentes para la promoción de inversiones turísticas, con énfasis en los territorios **sur de la Península de Brunswick**, Tierra del Fuego, Navarino y área norte de la Provincia de Última Esperanza.

Así, se advierte que en la EDR uno de los focos donde se puede diversificar la oferta turística es la zona sur de la Península de Brunswick, sector donde se localiza la cuenca del río Del Oro y las áreas protegidas y de promoción ambiental señaladas.

## **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 de clima futuro, indican en general un descenso de hasta un 70% de las precipitaciones para el período diciembre – febrero con un aumento de las temperaturas para el mismo período de hasta 5 grados (U. Chile, 2006).

En el caso del extremo Austral (44-56° latitud Sur) donde se encuentra la cuenca del río Del Oro, se presentan pérdidas de precipitaciones estivales de hasta un 25% (U. Chile, 2006), lo que modificaría la distribución de caudales y la variación estacional propia de los cauces, alterando gravemente el equilibrio de una zona de por sí frágil.

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.

### 3 ANÁLISIS DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS

#### 3.1 Antecedentes de los derechos constituidos y en trámite

La situación actual en cuanto al nivel de explotación del recurso hídrico en la cuenca del río Del Oro es nula. Producto de esto y del difícil acceso al sector se está frente a un río con características ambientales prístinas. Sin embargo, en la actualidad existen derechos de aprovechamiento no consuntivos en trámite que agotarían la disponibilidad de este recurso en el cauce principal y en uno de sus efluentes más importantes, con solicitudes de 22 y 8 m<sup>3</sup>/s respectivamente (Figura 7 y Tabla 1).



**Figura 7. Situación de Derechos No Consuntivos en trámite en la cuenca del río Del Oro.**

Por otro lado, en estas mismas fuentes existen solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas consuntivos de caudales igualmente importantes (Figura 8). En el cauce principal están en solicitud tres expedientes vinculados (en azul), en el

sentido de que se ejercerían en forma alternada en tres puntos los 14 m<sup>3</sup>/s. En el afluente la solicitud es por un caudal de 3 m<sup>3</sup>/s.

**Tabla 1: Solicitudes de Derechos No Consuntivos en trámite y procedentes, en la cuenca del río Del Oro (FUENTE: Dirección General de Aguas, región de Magallanes y la Antártica Chilena. Información actualizada al 30 de septiembre de 2009).**

Nº	EXPEDIENTE	PETICIONARIO	CAUDAL SOLICITADO		CAPTACION UTM (m) PSAD 1956 h19		RESTITUCION UTM (m) PSAD 1956 h19	
			PERM. (m <sup>3</sup> /s)	EVEN. (m <sup>3</sup> /s)	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
1	ND-1202-801	Inversiones Inveraqua Limitada	22,00	0	4.037.150	342.150	4.031.875	340.000
2	ND-1202-808	Inversiones Inveraqua Limitada	8,00	0	4.035.525	340.150	4.031.875	340.000



**Figura 8. Situación de Derechos Consuntivos en trámite en la cuenca del río Del Oro. En azul puntos de alternancia que considera la solicitud en el ejercicio de los expedientes 809, 810 y 811.**

De acuerdo a los antecedentes del Capítulo 2 y a la inexistencia de derechos constituidos es posible apreciar que la situación del río Del Oro respecto a la intervención y el nivel de explotación es de características excepcionales respecto al resto del país.

De acuerdo las solicitudes que hoy se encuentran en trámite y a la memoria explicativa de las solicitudes, se advierte un claro interés por el aprovechamiento de las aguas

para usos no consuntivos ligados a proyectos hidroeléctricos de pasada que alterarían la situación prístina de la cuenca. Sin embargo, 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.

### **3.2 Impacto potencial asociado al ejercicio de los derechos no consuntivos en trámite en la cuenca del río Del Oro**

---

En el supuesto que fueran constituidos los derechos no consuntivos en los distintos tramos de la cuenca especificados, ésta podría ser alterada 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, 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, acuáticos y marítimos como en el régimen de caudales, y en otras actividades que se vinculan al área intervenida. Así, supone una alteración importante del territorio circundante.

En 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; y los regímenes de caudales y el arrastre de sedimentos también sufren un desequilibrio.

De esta forma, de ser constituidos los derechos de aprovechamiento se arriesga el equilibrio ecológico del área, teniendo en consideración que el impacto es aún mayor cuando el sector en cuestión es una zona no intervenida por la mano del hombre.

Cabe destacar que los fines de protección del Lote 8 Cabo Froward y el AMCP se estiman absolutamente válidos para el caso de la cuenca del río Del Oro, ya que la flora y fauna presente no hace distinción con límites impuestos. En ese entendido, los efectos que se puedan producir al desarrollar un proyecto hidroeléctrico irían en desmedro de la biodiversidad del sector, característica que como se señaló es valorizada de manera importante por distintas entidades que ya han manifestado interés de conservación a través de sus instrumentos.

## 4 HIDROLOGÍA DEL RÍO DEL ORO

Río Del Oro está ubicado en la región de Magallanes, al extremo sur de la península de Brunswick, aproximadamente a 70 Km. al sur de Punta Arenas. Río del Oro es un río pequeño, tiene una longitud aproximada de 30 Km., corre en dirección sur y desemboca finalmente en el estrecho de Magallanes. La cuenca hidrográfica de río Del Oro es de 293 Km<sup>2</sup>, no tiene lagos o lagunas interiores y los puntos de máxima altura alcanzan los 800 msnm. La Figura 4 muestra la ubicación de río Del Oro y su cuenca hidrográfica.

### 4.1 Estimación de caudales medios mensuales

#### 4.1.1 Información Hidrológica Disponible

No existen estaciones de medición fluviométricas o meteorológicas ubicadas específicamente dentro de la cuenca. Existen sin embargo varias estaciones de medición en otros puntos de la península de Brunswick. La Tabla 2 muestra las estaciones de medición pluviométricas más cercanas a la cuenca del río Del Oro, muchas de estas estaciones cuentan sin embargo con muy pocos años de registro. En la Figura 9 se muestra la ubicación de las estaciones.

**Tabla 2. Estaciones Pluviométricas Península de Brunswick.**

Estación	Código BNA	Latitud S	Longitud W	Altitud (m)	Período
Punta Arenas	12586004-4	53° 07' 00"	70° 52' 00"	5	1973-2009
Laguna Lynch	12586005-2	53° 11' 00"	71° 00' 00"	180	1979-2009
Las Minas	12586007-9	53° 08' 00"	70° 58' 00"	155	1995-2009
Río San Juan en Desembocadura	12582001-8	53° 38' 00"	70° 58' 00"	8	2007-2009
San Juan	12582002-6	53° 39' 00"	70° 57' 00"	5	1990-2009
Lago Parrillar	12582003-4	53° 24' 00"	71° 14' 00"	320	1990-2009
La Baglina	12583001-3	53° 37' 00"	70° 55' 00"	10	1964-1975

Por otra parte, en la Tabla 3 se presentan las estaciones fluviométricas instaladas en la península, en los ríos Las Minas, Leñadura, Tres Brazos, San Juan, Caleta y Grande. La ubicación de estas estaciones y las respectivas cuencas hidrográficas se muestran en la Figura 9.

**Tabla 3. Estaciones Fluviométricas Península de Brunswick.**

Estación	Código BNA	Latitud S	Longitud W	Altitud (m)	Período
Río Las Minas en BT Sendos	12586001-K	53° 08' 00"	70° 59' 00"	185	1982-2009
Río Leñadura antes BT Sendos	12585002-2	53° 13' 00"	70° 58' 00"	0	1982-1991
Río Tres Brazos antes BT Sendos	12585001-4	53° 16' 00"	70° 58' 00"	0	1982-2009
Río San Juan en Desembocadura	12582001-8	53° 38' 00"	70° 58' 00"	8	1970-2009
Río Calete en Seno Otway	12563001-4	53° 12' 00"	71° 36' 00"	15	2005-2009
Río Grande en Seno Otway	12561001-3	53° 06' 00"	71° 18' 00"	22	2007-2009

A continuación se presenta un resumen con la información hidrológica disponible para la península al sur de Punta Arenas. La Tabla 4 muestra la precipitación promedio anual en los puntos de medición. Se aprecia que la precipitación promedio observada varía entre los 400 y casi 900 mm al año (sin considerar San Juan en Desembocadura ya que cuenta sólo con 2 años de registro). En la Tabla 5 por otro lado se muestra un resumen con la información fluviométrica disponible. El caudal medio anual por unidad de área (caudal específico), medido en las 6 estaciones consideradas está en el rango de 15 a 45 l/s por Km<sup>2</sup>.

**Tabla 4. Precipitación Promedio Anual, Estaciones Península de Brunswick.**

Estación	Número de Años	Precipitación Promedio Anual (mm)
Punta Arenas	37	505
Laguna Lynch	31	431
Las Minas	15	853
Río San Juan en Desembocadura	2	362
San Juan	20	750
Lago Parrillar	20	880
La Baglina	12	619

**Tabla 5. Estaciones Fluviométricas Península de Brunswick.**

Estación	Número de Años	Caudal Medio Anual (m <sup>3</sup> /s)	Área (km <sup>2</sup> )	Caudal Específico (l/s/km <sup>2</sup> )
Río Las Minas en BT Sendos	28	0,90	35	25,62
Río Leñadura antes BT Sendos	10	0,60	39	15,50
Río Tres Brazos Antes BT Sendos	28	2,01	103	19,48
Río San Juan en Desembocadura	35	17,79	870	20,44
Río Calete en Seno Otway	5	9,74	216	45,08
Río Grande en Seno Otway	3	5,85	276	21,19

Dado que ninguna de las estaciones de medición, ya sea de precipitaciones o de caudales se encuentra en la misma cuenca, se tomará en cuenta también otro tipo de información hidrológica que permita estimar lo más certeramente posible, los caudales de río Del Oro.

En primer lugar, se presentan las curvas de precipitación anual del Balance Hídrico de Chile (DGA 1987, Figura 9). Se aprecia un importante gradiente de precipitaciones



Tal como puede apreciarse en el mapa, la cuenca de río Del Oro se encuentra al sur y al poniente de todos los puntos de medición

#### **4.1.2 Estimación Caudal Medio Anual.**

Antes de estimar los caudales mensuales según probabilidad de excedencia, se estimará en primer lugar un caudal medio anual para río Del Oro en su desembocadura.

Tal como se aprecia en el mapa de isoyetas precedente (Figura 9), la cuenca de río Del Oro se encuentra ubicada en una zona donde las precipitaciones son significativamente mayores, que en las zonas donde están ubicadas todas las estaciones pluviométricas o fluviométricas existentes. Este hecho hace que las precipitaciones o caudales específicos de las estaciones disponibles no sean representativos de la cuenca del Río de Oro, por lo que no pueden utilizarse directamente en lo que respecta al caudal medio anual. Por esta razón se estimará el caudal medio anual mediante otro tipo de procedimientos.

Dada la escasez de datos y el mayor grado de incertidumbre que ello implica, se realizarán dos estimaciones paralelas con métodos distintos, de manera de verificar la consistencia y de esta manera reducir la incertidumbre de los resultados.

De todas las estaciones fluviométricas de la península de Brunswick, la estación con mayor registro (39 años), y además la que tiene mayor proximidad a la cuenca de río Del Oro es la estación *Río San Juan en Desembocadura*, por lo que resulta natural utilizar los datos de esta estación como referencia o patrón para las estimaciones de caudales en río Del Oro. El caudal medio anual observado en la estación *Río San Juan en Desembocadura* es de 17,79 m<sup>3</sup>/s. El área aportante es de 870 Km<sup>2</sup> y su caudal específico es por lo tanto de 20,44 l/s/Km<sup>2</sup>.

El primer procedimiento para estimar el caudal medio anual en Río Del Oro consistirá en calcularlo a partir del caudal específico de la cuenca del río San Juan, amplificado según las curvas isoyetas del Balance Hídrico. La Figura 9 muestra las curvas isoyetas y las cuencas del río San Juan y Del Oro. Según el mapa, la precipitación media sobre la cuenca del río San Juan es de 900 mm al año. Por otra parte se aprecia que la precipitación media sobre la cuenca del río Del Oro es de 1.700 mm al año. Lo que significa un factor de amplificación de 1,89. Por lo tanto el caudal específico sobre la

cuenca de río Del Oro se puede estimar en 38,61 l/s/Km<sup>2</sup>. La cuenca del río Del Oro tiene 297 Km<sup>2</sup>, por lo tanto el caudal medio anual en su desembocadura se puede estimar en 11,47 m<sup>3</sup>/s. Es necesario señalar, sin embargo, que éste resultado tiene un grado de incertidumbre igual al grado de incertidumbre que tienen las curvas isoyetas. Esta incertidumbre puede ser importante sobre todo en aquellas zonas donde se construyeron estas curvas sin contar con información pluviométrica de calibración, como es precisamente el sur de la península de Brunswick.

El segundo procedimiento consiste en utilizar la información de los aforos realizados tanto en río Del Oro, como en el río vecino de San Nicolás. Se realizaron aforos en dos fechas distintas en ambos ríos (mayo y octubre). Adicionalmente se cuenta con información del caudal observado en la estación *Río San Juan en Desembocadura*, para las mismas dos fechas. Al contar con observaciones simultáneas con una estación de referencia se puede estimar un factor que relacione el caudal específico de la cuenca sin información con el caudal específico de la cuenca con información. La Tabla 7 muestra los caudales observados en los aforos, los respectivos caudales específicos y los factores de amplificación. Se aprecia que los factores de amplificación son bastante regulares entre sí, para ambas cuencas y para ambas fechas, lo que da cierta seguridad acerca de la consistencia del método. En la cuenca de San Nicolás los factores calculados son 3,34 y 3,53, y en el río Del Oro son 3,56 y 3,79. Para la cuenca del río Del Oro, se estima por lo tanto un factor de amplificación de 3,68. El caudal medio anual estimado de esta manera para el río Del Oro en su desembocadura es de 21,79 m<sup>3</sup>/s.

**Tabla 7. Cálculo de Factores de Amplificación de Caudales Específicos.**

Punto	Área (km <sup>2</sup> )	Caudal Observado (m <sup>3</sup> /s)		Caudal Específico (l/s/km <sup>2</sup> )		Factor		Factor Promedio
		Aforo 1	Aforo 2	Aforo 1	Aforo 2	Aforo 1	Aforo 2	
San Juan	870	19,00	24,00	21,84	27,59	1,00	1,00	1,00
San Nicolás	240	18,50	22,10	77,08	92,08	3,53	3,34	3,43
Del Oro	290	24,00	28,50	82,76	98,28	3,79	3,56	3,68

Es razonable esperar un gradiente de precipitaciones pronunciado hacia el sur y el oeste, debido al cordón sobre los 800 msnm que separan las cuencas de San Juan y Río Del Oro, las cuales obstaculizan el paso de las masas de aire húmedo provenientes del Pacífico. Sin embargo el factor de 3,68 deducido de los aforos parece excesivo, ya que implicaría que sobre la cuenca del río De Oro una precipitación anual de 3.300 mm, lo cual es mucho mayor a los 900 mm al año que se estiman en la cuenca vecina de San Juan según las curvas isoyetas y algunas estaciones pluviométricas (Lago

Parrillar y San Juan). Esta diferencia parece excesiva dado que la distancia entre los centros de ambas cuencas es de sólo 20 Km. Estos problemas de estimación se pueden deber a que los días en que se hicieron los aforos, no son representativos de las relaciones típicas entre los rendimientos de ambas cuencas. El hecho de tener sólo dos muestras puede producir este tipo de problemas.

En resumen, ambas estimaciones amplifican el rendimiento en el río San Juan, sin embargo difieren en la magnitud. Se amplifica por un factor de 1,89 según las curvas isoyetas y por un factor de 3,68 según los aforos. Ambas metodologías aportan información fundamental, pero a la vez ambos métodos tienen factores que generan incertidumbre, si bien, factores de distinta naturaleza. Por esta razón se opta simplemente por el valor medio entre las dos soluciones, es decir un factor de amplificación de 2,78, lo que significa asumir una precipitación sobre la cuenca de río Del Oro de 2.500 mm al año. El caudal medio anual para río Del Oro en su Desembocadura queda por lo tanto en 16,89 m<sup>3</sup>/s.

**Tabla 8. Caudal Medio Anual. Río Del Oro en Desembocadura.**

Punto	Caudal Medio Anual (m <sup>3</sup> /s)	Rendimiento Medio Anual (l/s/km <sup>2</sup> )
Río Del Oro en Desembocadura	16,89	56,88

#### **4.1.3 Distribución Probabilística de Caudales Mensuales y Probabilidad de Excedencia.**

##### 4.1.3.1 Estación Río San Juan en Desembocadura

En primer lugar se realizará un análisis de frecuencia de los caudales mensuales en la estación *Río San Juan en Desembocadura*. Esta estación cuenta con un gran registro, ha estado en operación por 39 años, sin embargo presenta varias lagunas e incluso años completos sin medición. Esta estación se utilizará como patrón para estimar la distribución probabilística de los caudales mensuales en río Del Oro, ya que además de ser la estación con el registro más extenso de todas las estaciones de la península de Brunswick, es la más cercana a río Del Oro. Las observaciones de caudales medios mensuales se presentan en la Tabla 9.

**Tabla 9. Estación Río San Juan en Desembocadura. Caudales Mensuales (m<sup>3</sup>/s)**

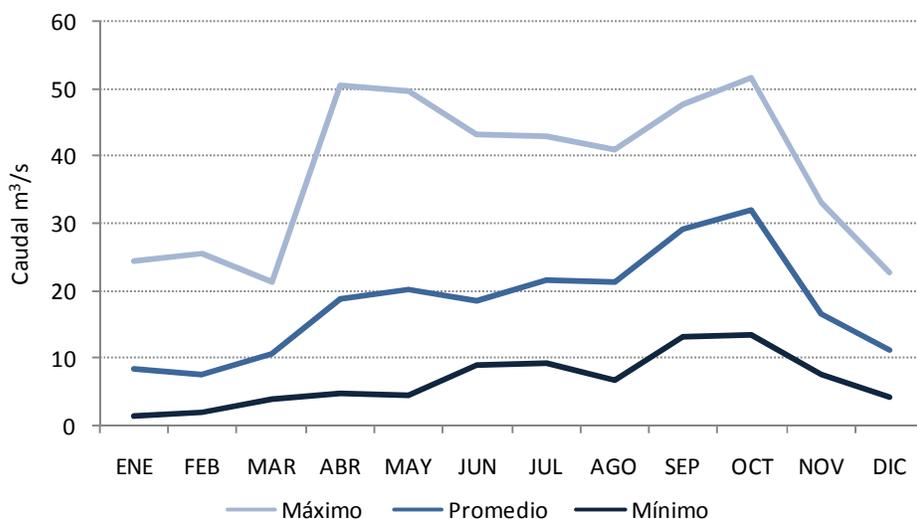
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1970					20,98	15,83	9,29	6,79	27,75	27,33	7,57	6,61
1971	4,65	8,53	7,12	12,63	15,14	9,27	12,29	13,45	30,21	42,57	19,94	18,22
1972				50,47	20,83	17,95	19,23	18,9	24,39	17,63	19,26	22,05
1973	24,22	25,43	16,69									
1974	8,05	2,78	7,27	28,49	15,72	8,98						
1976	5,18	3,72	7,69	7,16	12,65	17,85	23,57	25,67	14,76			
1980											17	7,83
1981	3,14	6,49	15,37	9,02	27,18	14,95	31,07	30,38	42,63	47,8	18,16	10,58
1982	4,73	3,58	9,16	14,59	11,61	13,05	9,1	12,25	22,91	26,62	13,64	10,64
1983	7,59	6,74	9,85	27,81	15,98	16,2	12,22	40,8	23,81	23,6	13,1	4,72
1984	13,93	8,53	4,71	15,99	18,83			24,06	36,79	21,69	9,25	4,31
1985	4,62	6,13	16,51	23,71	22,91	20,32				13,4	13,18	9,37
1986	8,56	20,68	14,49	10,41	25,87	18,62	36,83	29,43	32,9	30,3	20,78	11,87
1987	7,73	10,84	4,81	16,44	7,1	9,06	22,38	19,84	29,64	37,26	14,75	5,84
1988	3,47	2,28	4,9	6,64	11,17	10,2	22,6	9,49	31,47	31,05	16,75	15,99
1989	6,26	7,07	3,98	14,43	20,68	18,19	33,56	15,85	24,82	27,86	14,08	7
1990	5,61	1,82	10,18	15,07	49,6	18,97	22,93	26,62	41,48	51,67	33,12	12,65
1991	5,89	6,1	14,31	12,25		18,75	11,57	15,31	24,32	47,31	24,89	21,7
1992	12,07	6,87	21,15	15,38	13,59	16,8	10,75	11,23	17,61	42,11	25,93	10,18
1993	8,11	11,4	14,57	24,72	16,95	16,19	18,1	29,19	43,17	32,03	11,22	10,18
1994	1,97	8,24	7,97	30,02	21,61	34,53	31,73	22,24	16,79	27,25	16,64	9,84
1995	1,4	4,81	11,47	14	28,08	16,45	11,86	17,68	36,25			6,2
1996	6,44	4,53	15,43	27,33	46,07	16,9	21,27	15,07	25,24	14,56	10,74	5,6
1997	6,07	3,43	4,61	32,05	17,17	16,81	17,38	22,5	32,57	49,99	13,26	18,3
1998	11,92	6,76	7,21	4,63	11,99	18,81	36,45	37,72	34,75	41,44	24,27	19,67
1999	11,86	16,78	5,16	9,68	15,61	11,87	12,09	21,51	21,43	32,54	7,88	7,8
2000	10,59	3,58	5,37	14,53	18,56	18,04	22,4	17,39	13,2	46,44	23,12	22,7
2001	15,39	13,02	15,72	10,35	14,29	17,67	18,73	13,69	26,84	22,29	8,98	6,52
2002	2,24	2,4	4,27	7,43	4,56	14,14	9,39	10,39	47,73	27,28	11,56	7,86
2003	10,54	3,28	20,88	8,88	31,53	35,16	42,99	19,43	14,53	26,52	20,51	15,58
2004	13,15	2,73	7,36	15,75	19,38	43,29	18,03	32,41	32,16	27	10,87	5,75
2005	9,17	2,39	11,06	33,03	16,22	13,6	21,97		16,73	15,56	9,94	5,7
2006	13,01	9,79	7,1	27,1	17,93	24,98	39,42	36,07	44,76	41,76	14,53	9,34
2007	9,73	8,1	14,66	33,69	41,58	29,47	34,09	26,8	32,9	23,98	18,22	13,42
2008	6,37	8,06	12,41	23,41	9,78	17,40	11,60	17,32	42,98	42,22	28,9	

La Tabla 10 muestra los caudales medios, máximos y mínimos mensuales observados en la estación, así como su desviación estándar.

**Tabla 10. Estadísticos Mensuales de Caudales (m<sup>3</sup>/s). Río San Juan en Desembocadura.**

Estadísticos	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Promedio	8,24	7,40	10,42	18,66	20,04	18,45	21,50	21,32	29,27	31,97	16,52	11,10
Desviación	4,71	5,40	5,01	10,42	10,29	7,64	10,03	8,75	9,72	11,09	6,41	5,54
Mínimo	1,40	1,82	3,98	4,63	4,56	8,98	9,10	6,79	13,20	13,40	7,57	4,31
Máximo	24,22	25,43	21,15	50,47	49,60	43,29	42,99	40,80	47,73	51,67	33,12	22,70

La Figura 10 muestra el perfil estacional de caudales. Se aprecia que un régimen de caudales pluvio-nival con grandes caudales en invierno, pero con un máximo en los meses de septiembre y octubre.



**Figura 10. Caudales Mensuales Mínimos, Máximos y Promedio. Río San Juan en Desembocadura.**

A cada uno de las series de caudales mensuales se ajustaron las distribuciones de probabilidades Normal, LogNormal, LogNormal-3 (tres parámetros), Gumbel, Gamma y Gamma-3 Parámetros y luego se realizaron los respectivos test de Chi-Cuadrado de Bondad de Ajuste. Los resultados de los test de Bondad de Ajuste se presentan en la Tabla 11. En gris se marcan las series que no aprueban el test de ajuste. Se aprecia que la distribución Gamma es la que logra el mejor ajuste, por lo tanto esta distribución se utilizará para calcular las probabilidades de excedencia.

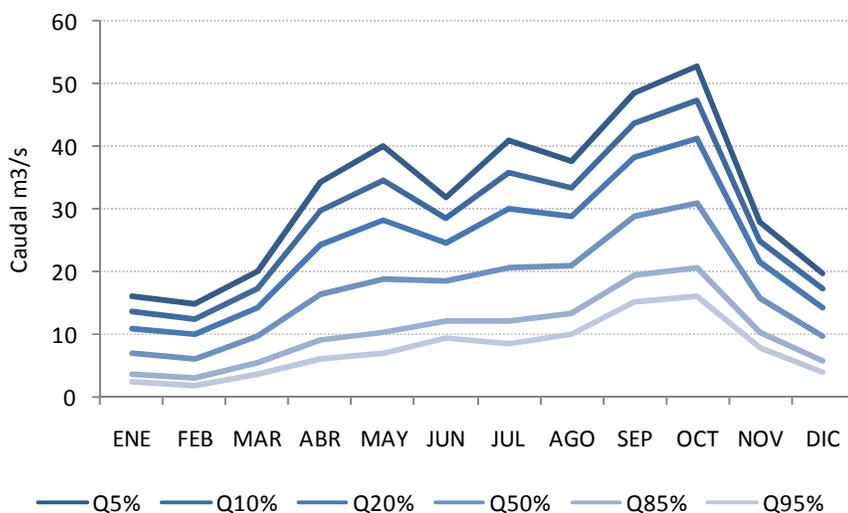
**Tabla 11. Resultados Test de Bondad de Ajuste. Caudales Mensuales Río San Juan En Desembocadura.**

Distribución	Chi-Límite	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Normal	14,10	3,43	12,71	15,57	18,43	6,70	24,48	19,39	4,77	3,74	8,93	11,15	20,04
LogNormal	14,10	8,43	6,29	12,71	9,86	3,74	14,85	16,31	2,46	12,63	10,41	1,52	6,70
LogNormal-3	12,60	3,43	6,29	12,71	12,71	3,00	20,78	16,31	2,46	3,74	8,19	5,22	7,44
Gumbel	14,10	4,86	7,71	14,14	15,57	2,26	11,89	19,39	2,46	12,63	10,41	3,74	9,67
Gamma	14,10	4,14	3,43	10,57	12,71	4,48	10,41	19,39	2,46	9,67	13,37	4,48	8,19
Gamma-3	12,60	4,14	7,00	10,57	12,00	3,00	14,11	19,39	1,69	9,67	13,37	2,26	8,19

En la Tabla 12 y Figura 11 se presentan los caudales para cada mes y cada probabilidad de excedencia según la distribución Gamma, para el río San Juan.

**Tabla 12. Caudales Mensuales según Probabilidad de Excedencia (m³/s). Río San Juan en Desembocadura.**

Probabilidad de Excedencia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q <sub>5%</sub>	15,97	14,87	20,15	34,24	40,00	31,88	41,18	37,85	48,63	52,94	27,98	19,83
Q <sub>10%</sub>	13,58	12,49	17,46	29,64	34,55	28,47	35,95	33,54	43,71	47,36	24,92	17,30
Q <sub>20%</sub>	11,09	10,04	14,40	24,39	28,35	24,75	30,03	28,84	38,12	41,30	21,52	14,43
Q <sub>50%</sub>	7,17	6,23	9,71	16,37	18,88	18,41	20,81	20,94	28,79	30,89	15,79	9,98
Q <sub>85%</sub>	3,75	3,03	5,44	9,09	10,36	12,26	12,20	13,43	19,57	20,75	10,30	5,82
Q <sub>95%</sub>	2,44	1,86	3,73	6,19	6,99	9,48	8,65	10,14	15,37	16,14	7,87	4,11



**Figura 11. Caudales Mensuales según Probabilidad de Excedencia (m<sup>3</sup>/s). Río San Juan en Desembocadura.**

Finalmente se calcularon coeficientes mensuales de frecuencia, como la razón entre el caudal según probabilidad de excedencia y el caudal medio anual. Estos coeficientes contienen toda la información de la estructura probabilística mensual del río San Juan que se llevará a río Del Oro. Estos coeficientes mensuales de frecuencia se muestran en la Tabla 13.

**Tabla 13. Coeficientes Mensuales de Frecuencia. Río San Juan en Desembocadura.**

Probabilidad de Excedencia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
C <sub>5%</sub>	0,90	0,84	1,13	1,93	2,25	1,79	2,32	2,13	2,73	2,98	1,57	1,11
C <sub>10%</sub>	0,76	0,70	0,98	1,67	1,94	1,60	2,02	1,89	2,46	2,66	1,40	0,97
C <sub>20%</sub>	0,62	0,56	0,81	1,37	1,59	1,39	1,69	1,62	2,14	2,32	1,21	0,81
C <sub>50%</sub>	0,40	0,35	0,55	0,92	1,06	1,04	1,17	1,18	1,62	1,74	0,89	0,56
C <sub>85%</sub>	0,21	0,17	0,31	0,51	0,58	0,69	0,69	0,76	1,10	1,17	0,58	0,33
C <sub>95%</sub>	0,14	0,10	0,21	0,35	0,39	0,53	0,49	0,57	0,86	0,91	0,44	0,23

#### 4.1.3.2 Río Del Oro en Desembocadura

En Río Del Oro se estimó un caudal medio anual de 16,9 m<sup>3</sup>/s. Ahora es necesario estimar su variabilidad hidrológica. Dada la casi inexistente información hidrológica cuantitativa específica de la cuenca de río Del Oro, se estima que la mejor aproximación tanto para estimar el perfil estacional medio, como la variabilidad intrínseca de caudales dentro de cada mes, es utilizar como patrón la estructura estacional y probabilística observada en el río San Juan. Para ello se utilizará los coeficientes mensuales de frecuencia calculados para el río San Juan (Tabla 13). Los

caudales mensuales para cada probabilidad de excedencia estimados de esta manera para el río De Oro en su desembocadura, se muestran a continuación.

**Tabla 14. Caudales Mensuales según Probabilidad de Excedencia (m<sup>3</sup>/s). Río Del Oro en Desembocadura.**

Probabilidad de Excedencia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
C <sub>5%</sub>	15,17	14,12	19,14	32,52	37,99	30,28	39,12	35,95	46,19	50,29	26,58	18,84
C <sub>10%</sub>	12,90	11,86	16,58	28,15	32,82	27,04	34,15	31,86	41,52	44,99	23,67	16,43
C <sub>20%</sub>	10,53	9,54	13,68	23,17	26,93	23,51	28,52	27,39	36,21	39,23	20,44	13,71
C <sub>50%</sub>	6,81	5,92	9,22	15,55	17,93	17,49	19,77	19,89	27,35	29,34	15,00	9,48
C <sub>85%</sub>	3,56	2,88	5,17	8,63	9,84	11,65	11,59	12,76	18,59	19,71	9,78	5,53
C <sub>95%</sub>	2,32	1,77	3,54	5,88	6,64	9,00	8,22	9,63	14,60	15,33	7,48	3,90

## 4.2 Análisis Hidrológico en los puntos de las solicitudes

Se calcularon los caudales medios anuales y caudal ecológico para los dos puntos de la cuenca en que existen derechos solicitados, haciéndose una transposición por área aportante. Para estos puntos también se presentan en las siguientes tablas los caudales con probabilidad de excedencia 50, 20 y 10%, para los 12 meses del año.

**Tabla 15. Caudal Medio Anual y Caudal Ecológico en Puntos de Interés.**

ID	Expediente	Cauce	Área aportante Km <sup>2</sup>	Caudal Medio Anual m <sup>3</sup> /s	Caudal Ecológico m <sup>3</sup> /s
1	ND-1202-801	Del Oro	172,70	9,82	1,96
2	ND-1202-808	Sin Nombre	39,90	2,27	0,45

**Tabla 16. Caudal Probabilidad de Excedencia 50%.**

ID	Cauce	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	Del Oro	3,96	3,44	5,36	9,04	10,43	10,17	11,49	11,57	15,90	17,06	8,72	5,51
2	Estero Nombre	0,91	0,80	1,24	2,09	2,41	2,35	2,66	2,67	3,67	3,94	2,01	1,27

**Tabla 17. Caudal Probabilidad de Excedencia 20%.**

ID	Cauce	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	Del Oro	6,13	5,55	7,95	13,47	15,66	13,67	16,59	15,93	21,05	22,81	11,89	7,97
2	Sin Nombre	1,42	1,28	1,84	3,11	3,62	3,16	3,83	3,68	4,86	5,27	2,75	1,84

**Tabla 18. Caudal Probabilidad de Excedencia 10%.**

ID	Cauce	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	Del Oro	7,50	6,90	9,64	16,37	19,08	15,72	19,86	18,53	24,14	26,16	13,76	9,56
2	Sin Nombre	1,73	1,59	2,23	3,78	4,41	3,63	4,59	4,28	5,58	6,04	3,18	2,21

## **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 agua dulce. Sobre la efectividad de este instrumento se ha discutido en diversas publicaciones tal como lo plantea Jammet y Rodrigues (2005) en la publicación "Evaluación 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.

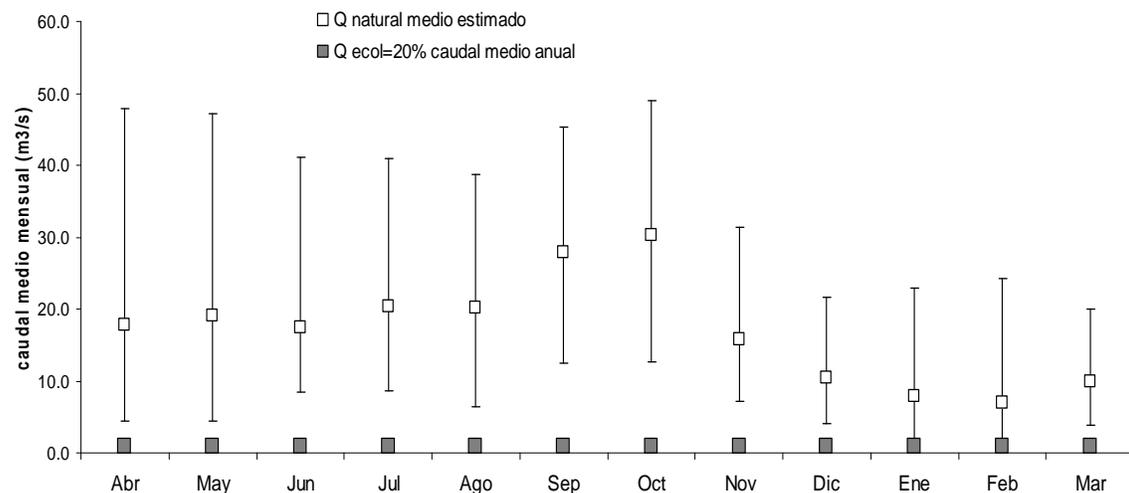
El método considerado en la ley chilena para la fijación de caudales ecológico se basa entonces en la hidrología del río, y considera este valor como un porcentaje del caudal medio anual. Este método hidrológico tiene como supuesto base que los organismos del ecosistema ribereño están adaptados a las 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 Del Oro 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.

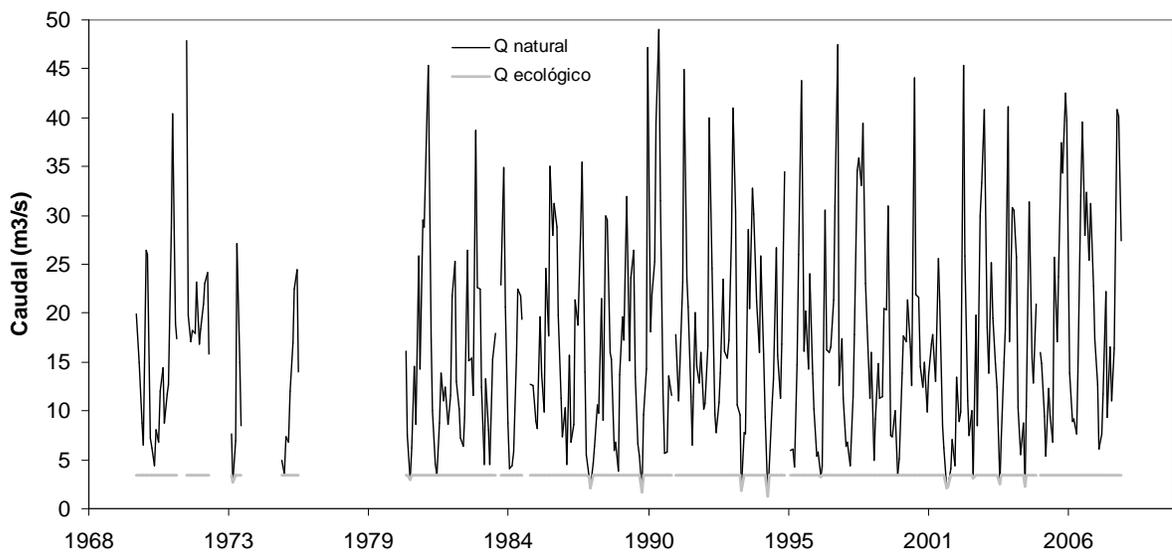
### 5.1 El caudal ecológico: una medida poco efectiva para la conservación del río

En la Figura 12 se muestra el valor medio del caudal estimado para el río del Oro en su desembocadura, al aplicar el coeficiente de amplificación estimado en el capítulo 4 en la estadística de la estación San Juan en Desembocadura. En la misma figura se muestran también 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 río Del Oro en desembocadura 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.

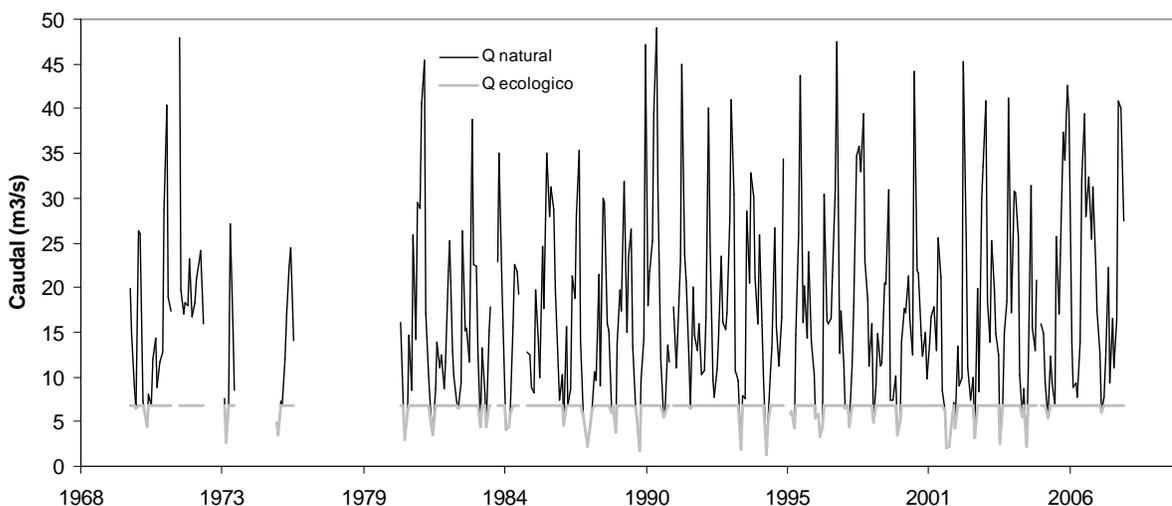


**Figura 12. Valores medios mensuales y rango mínimo y máximo de la serie de caudales mensuales en el punto de referencia.**

En la Figura 13 se muestran la serie de caudales históricos en el río del Oro, las cuales al estar basadas en la estadística de la Estación San Juan en desembocadura, tiene las mismas discontinuidades que ésta. Como se aprecia en la figura, el río Del Oro 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 3% 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 14) y en ese caso el río se conserva el 16% del tiempo.

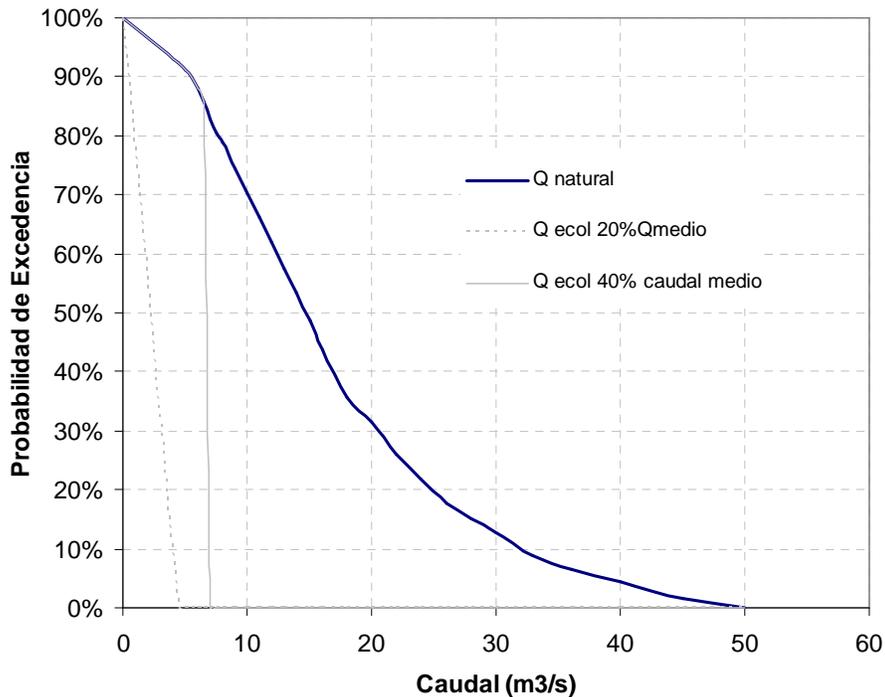


**Figura 13. Serie de caudales mensuales en el punto de referencia y serie de caudal ecológico en el mismo punto, calculado como el 20% del caudal medio anual por mes.**



**Figura 14. Serie de caudales mensuales río Del Oro en Desembocadura 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 15. Se observa que con un caudal ecológico del 40% el caudal medio anual, no se observarían en el río caudales superiores a 7 m<sup>3</sup>/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 sobre el 80%.



**Figura 15. 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 Del Oro, 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 del Oro es de interés nacional para efectos de la aplicación del inciso 3° del Artículo 147 bis del Código de Aguas debido a que:

- No hay derechos de aprovechamiento de aguas otorgados, por lo que mantiene su régimen natural inalterado, lo que brinda una oportunidad de gestión ambiental única desde el punto de vista de los recursos hídricos.
- Cuenta con una riqueza natural en vegetación y fauna relevante y abundante, esto debido a una intervención antrópica mínima.
- En la zona en torno a la cuenca de río Del Oro distintos instrumentos enfatizan aspectos como los altos grados de naturalidad de sus paisajes y lo especial de su biodiversidad. En ese sentido, destacan por un lado tres áreas protegidas: Área Marino y Costera Protegida de Múltiples Usos Francisco Coloane y el Parque Marino Francisco Coloane, ambos creados mediante Decreto Supremo N° 276 (2003) de la Subsecretaría de Marina del Ministerio de Defensa; y el Inmueble Fiscal Cabo Froward destinado por el Ministerio de Bienes Nacionales para la conservación del patrimonio de biodiversidad mediante el Decreto N° 467 (2006). Y por otro lado, se observan dos iniciativas de fomento principalmente a la educación ambiental y al turismo: primero la Ruta Patrimonial Cabo Froward y segundo el Sendero de Chile, que para el caso del sector Cabo Froward se llevan a cabo conjuntamente.
- Desde el punto de vista de la conservación, en el área del extremo sur de la península de Brunswick se encuentra en la actualidad las poblaciones más australes de huemules y pumas conocidas, especies fuertemente amenazadas en la región.
- Contribuiría a diversificar la oferta turística al sur de la península de Brunswick y a fomentar el desarrollo de los nuevos productos en el área de turismo de intereses especiales, compatibles con una actividad turística sustentable, de acuerdo a las acciones de fomento turístico de la Estrategia de Desarrollo Regional (EDR).

### **5.3 Procedimiento técnico para definir caudal de reserva para conservación ambiental. Aplicación en la cuenca del río Del Oro**

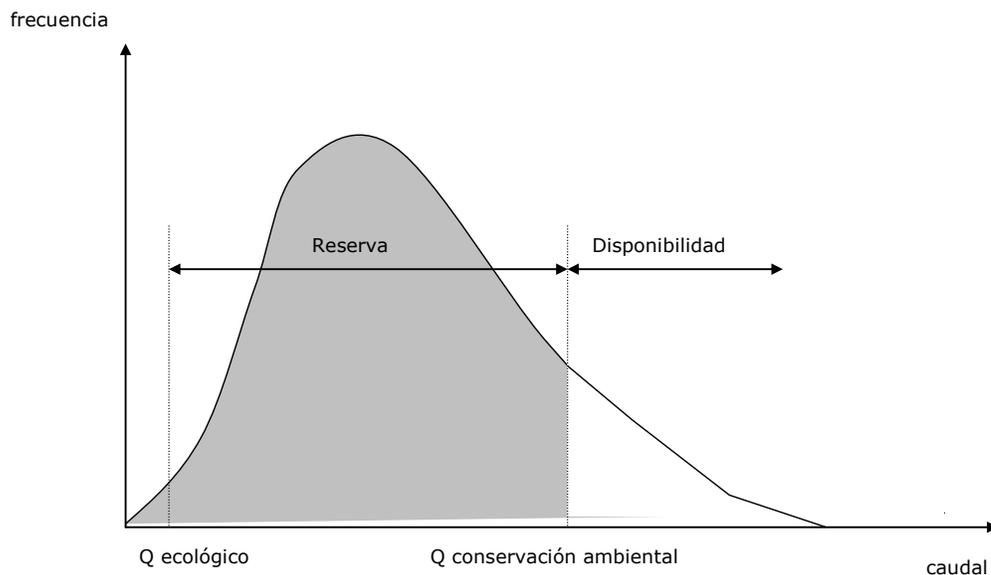
---

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 Del Oro. 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.

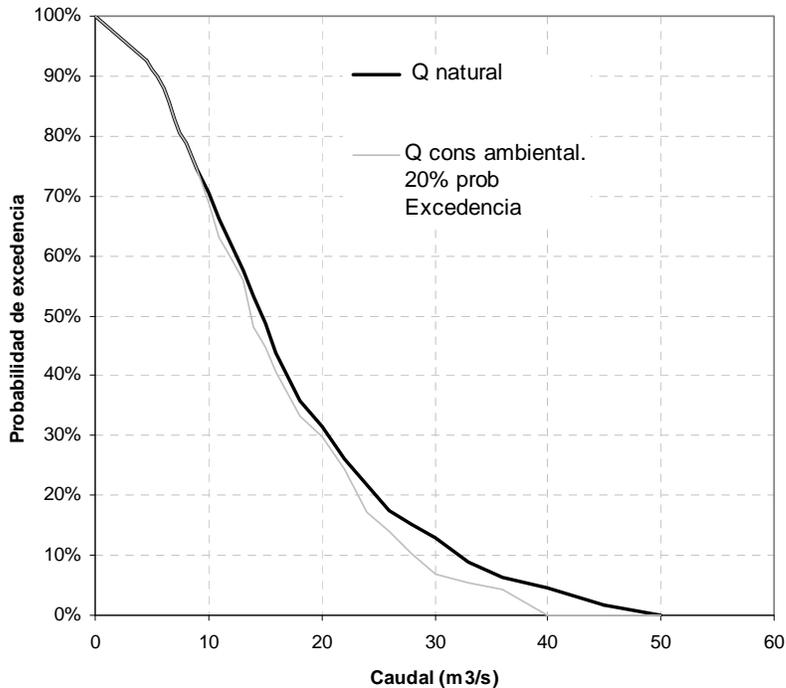
Como procedimiento para fijar el monto de caudal a reservar se estimaron los siguientes principios:

- 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 16) 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 16).



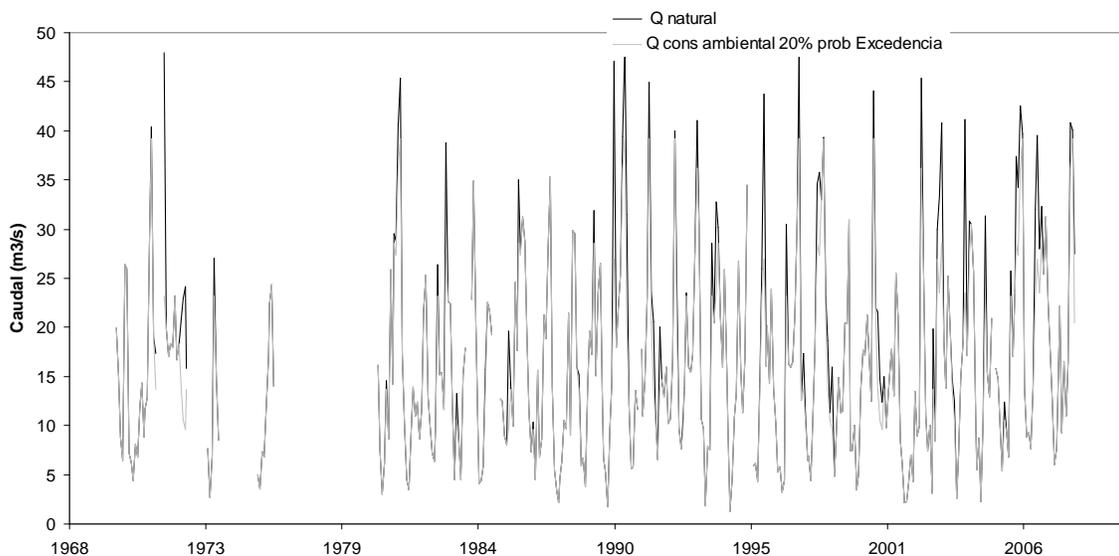
**Figura 16. Procedimiento para definir reserva (incluyendo caudal ecológico) para conservación ambiental y disponibilidad.**

La Figura 17 muestra la comparación entre el régimen natural y el régimen en caso de aplicar la reserva por sobre el caudal ecológico.



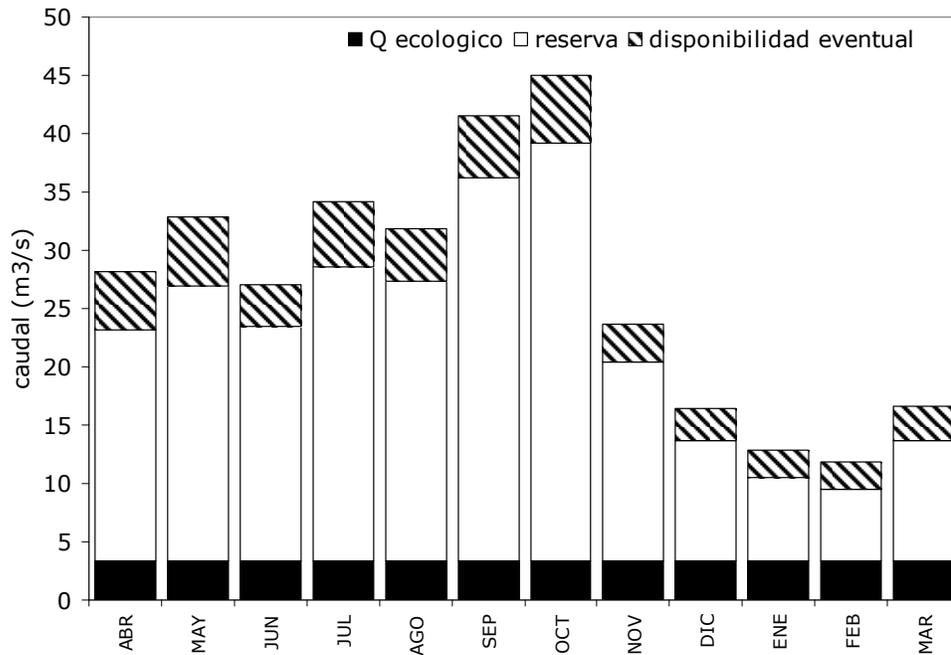
**Figura 17. Distribución de probabilidad del río del Oro en el punto de referencia en condiciones naturales y considerando un caudal de conservación ambiental equivalente al de 20% de probabilidad de excedencia en condiciones naturales.**

A nivel mensual (Figura 18), 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 Del Oro.



**Figura 18. 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 19 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 19.



**Figura 19. Caudal ecológico, de reserva y de disponibilidad eventual en el punto de referencia.**

**Tabla 19. Caudal ecológico, de reserva y de disponibilidad eventual en el punto de referencia.**

Meses	Caudal (m³/s)		
	Ecológico	Reserva	Disponibilidad eventual
<b>Abril</b>	3,38	19,79	4,99
<b>Mayo</b>	3,38	23,55	5,89
<b>Junio</b>	3,38	20,13	3,53
<b>Julio</b>	3,38	25,15	5,62
<b>Agosto</b>	3,38	24,02	4,46
<b>Septiembre</b>	3,38	32,83	5,31
<b>Octubre</b>	3,38	35,85	5,76
<b>Noviembre</b>	3,38	17,06	3,23
<b>Diciembre</b>	3,38	10,33	2,73
<b>Enero</b>	3,38	7,16	2,37
<b>Febrero</b>	3,38	6,16	2,33
<b>Marzo</b>	3,38	10,30	2,91

## 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 a reservar, es el descrito en dicho capítulo.

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 20:

**Tabla 20. Solicitudes que serán denegadas parcialmente.**

N°	EXPEDIENTE	PETICIONARIO	CAUDAL SOLICITADO		CAPTACION UTM (m) PSAD 1956 h19		RESTITUCION UTM (m) PSAD 1956 h19	
			PERM. (m <sup>3</sup> /s)	EVEN. (m <sup>3</sup> /s)	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
1	ND-1202-801	Inversiones Inveraqua Limitada	22,00	0	4.037.150	342.150	4.031.875	340.000
2	ND-1202-808	Inversiones Inveraqua Limitada	8,00	0	4.035.525	340.150	4.031.875	340.000

El caudal ecológico a respetar para cada una de las solicitudes indicada anteriormente, correspondiente al 20% del caudal medio anual, se presenta en la Tabla 21:

**Tabla 21. Caudales ecológicos a respetar aguas abajo de la captación de las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas presentadas.**

N°	EXPEDIENTE	PETICIONARIO	FUENTE	CAPTACION UTM (m) PSAD 1956 h19		Caudal medio anual (m <sup>3</sup> /s)	Caudal Ecológico (m <sup>3</sup> /s)
				NORTE	ESTE		
1	ND-1202-801	Inversiones Inveraqua Ltda.	Del Oro	4.037.150	342.150	9,82	1,96
2	ND-1202-808	Inversiones Inveraqua Ltda.	Sin nombre	4.035.525	340.150	2,27	0,45

Los caudales de reserva a respetar en cada punto de captación de las solicitudes se indican en la Tabla 22:

**Tabla 22. Caudales de reserva (m<sup>3</sup>/s) a respetar en cada punto de captación de las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas presentadas.**

N°	EXPEDIENTE	FUENTE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	ND-1202-801	Del Oro	4,16	3,58	5,99	11,51	13,69	11,71	14,62	13,96	19,09	20,85	9,92	6,01
2	ND-1202-808	Sin nombre	0,96	0,83	1,38	2,66	3,16	2,70	3,38	3,23	4,41	4,82	2,29	1,39

Por último, los caudales disponibles para otorgar a las solicitudes en ejercicio eventual con probabilidad de excedencia entre el 20% y el 10% en cada punto de captación se presentan en la Tabla 23:

**Tabla 23. Caudales disponibles (m<sup>3</sup>/s) para otorgar en cada punto de captación de las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas presentadas.**

N°	EXPEDIENTE	FUENTE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	ND-1202-801	Del Oro	1,38	1,35	1,69	2,90	3,42	2,05	3,27	2,60	3,09	3,35	1,88	1,59
2	ND-1202-808	Sin nombre	0,32	0,31	0,39	0,67	0,79	0,47	0,76	0,60	0,71	0,77	0,43	0,37

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 del río Del Oro

De acuerdo a lo anterior, se denegarán parcialmente las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas de carácter no consuntivo de grandes caudales, en el monto que sea necesario para que el caudal solicitado remanente en cada solicitud, sea equivalente al caudal disponible para constituir derechos.

Dado que todas las solicitudes son por caudales permanentes, no existen caudales eventuales que deban denegarse. Así, los montos de los caudales a denegar en cada caso, son los que se indican en la Tabla 24:

**Tabla 24. Monto de caudales (m<sup>3</sup>/s) permanentes en que debe ser denegada cada una de las solicitudes indicadas.**

N°	EXPEDIENTE	FUENTE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	ND-1202-801	Del Oro	20,62	20,65	20,31	19,10	18,58	19,95	18,73	19,40	18,91	18,65	20,12	20,41
2	ND-1202-808	Sin nombre	7,68	7,69	7,61	7,33	7,21	7,53	7,24	7,40	7,29	7,23	7,57	7,63

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

- 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.
- Dirección General de Aguas. *Balance Hídrico Nacional*. 1987.
- 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 de del Instrumento Caudal Ecológico, panorama legal e institucional en Chile y Brasil*. 2005.
- Ministerio de Bienes Nacionales (MBN). *Estudio de línea base a ejecutarse en terrenos fiscales con alto valor en biodiversidad ubicados en el sector de cabo Froward, península de Brunswick, región de Magallanes y Antártica Chilena*. Realizado por Ruiz y Doberti Ltda. 2008.
- 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.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Comisión Nacional del Medio Ambiente (PNUD y CONAMA). *Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples Usos. Alcances y desafíos del modelo de gestión para la conservación de la biodiversidad marina en Chile*. 2007.
- Secretaría Regional Ministerial de Planificación y Cooperación; Intendencia Región de Magallanes y la Antártica Chilena. *Estrategia regional de desarrollo 2001-2010 Región de Magallanes y Antártica Chilena*. 2001.

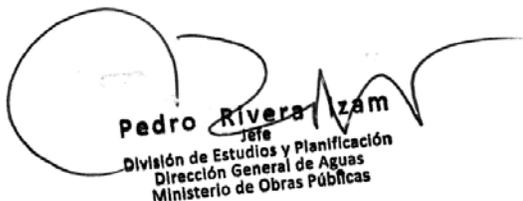
- Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geofísica. *Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI*. 2006.
- Vannote R.L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell y C.E. Cushing. *The River Continuum Concept*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 37: 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.

Páginas Web:

- Ministerio de Bienes Nacionales.  
[www.bienes.cl](http://www.bienes.cl)
- Proyecto GEF Marino.  
[www.conama.cl/gefmarino/](http://www.conama.cl/gefmarino/)
- Sendero de Chile.  
[www.senderodechile.cl](http://www.senderodechile.cl)



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