



**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS**

INFORME TÉCNICO

**Análisis de caudales de reserva de agua
superficial en la cuenca del río Palena para el
abastecimiento de la población, región de Los
Lagos.**

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

S.D.T. N° 405

Santiago, 28 Diciembre de 2017

Análisis de caudales de reserva de agua superficial en la Cuenca del río Palena para el Abastecimiento de la Población, Región de Los Lagos



Río Palena. Autor: Jorge O'kuinghttons

Dirección General de Aguas

28 de Diciembre 2017



El presente Informe Técnico fue desarrollado por la División de Estudios y Planificación, con el apoyo de Departamento del Administración de Recursos Hídricos y la Dirección Regional de Los Lagos, con el objetivo de con el objetivo de analizar el establecimiento de una reserva de agua para el abastecimiento de la población en base al artículo 147 bis inciso 3º del Código de Aguas, en la cuenca del río Palena, en la Región de Los Lagos.

Director General de Aguas

Carlos Estévez Valencia

División de Estudios y Planificación

Adrián Lillo Zenteno

Nicolás Ureta Parraguez

Departamento de Administración de Recursos Hídricos

Luis Alberto Moreno Rubio

Carlos Flores Flores

Laura Mendez Hernández

Dirección Regional de Los Lagos

Javier Vidal Reyes

Ana Vargas Torres



I. INTRODUCCIÓN	2
II. OBJETIVO.....	4
III. METODOLOGÍA	4
IV. ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y DE DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES.....	5
IV.1 CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO PALENA	5
IV.2 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	5
IV.3 DERECHOS DE APROVECHAMIENTOS DE AGUAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO	7
IV.4 SOLICITUDES DE DERECHO DE APROVECHAMIENTO CONSUNTIVO EN TRÁMITE.....	7
IV.5 SOLICITUDES DE DERECHO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS NO CONSUNTIVO EN TRÁMITE.....	8
IV.6 INFORMACIÓN HIDROLÓGICA DISPONIBLE	10
IV.7 ANÁLISIS HIDROLÓGICO EN LA ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA DE REFERENCIA	10
IV.7.1 ESTIMACIÓN CAUDAL MEDIO ANUAL	10
IV.7.2 ESTIMACIÓN CAUDAL MEDIO MENSUAL Y COEFICIENTES DE FRECUENCIAS.....	12
IV.8 ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES EN EL PUNTO DE INTERÉS	13
IV.8.1 ESTIMACIÓN CAUDAL MEDIO ANUAL	13
IV.8.2 ESTIMACIÓN CAUDAL MEDIO MENSUAL.....	13
V. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTO DE AGUAS SUPERFICIALES PARA EL ABASTECIMIENTO DE LA POBLACIÓN	15
V.1 POBLACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO PALENA EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS	15
V.1.1 POBLACIÓN ACTUAL	15
V.1.2 POBLACIÓN PROYECTADA	17
V.2 DEMANDA DE AGUA DE LA POBLACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO PALENA EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS	17
VI. JUSTIFICACIÓN DE LA RESERVA DE CAUDAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE LA POBLACIÓN.....	19
VII. DETERMINACIÓN DE CAUDALES DE RESERVA Y CAUDALES A DENEGAR.	21
VII.1 CAUDALES A RESERVAR.....	21
VII.2 CAUDALES A DENEGAR, ECOLÓGICOS Y DISPONIBLES POST RESERVA.....	21
VIII. OTORGAMIENTO DE CAUDALES A SOLICITUDES CON CARGO A LA RESERVA.....	22
IX. CONCLUSIONES	23
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
XI. ANEXOS	25



I. INTRODUCCIÓN

La región de Los Lagos se caracteriza por poseer una gran cantidad de recursos hídricos, conformados principalmente por cursos de agua de origen níveo, pluvial y níveo-pluvial, formando vastos sistemas hidrológicos que incluyen ríos, esteros, lagunas y lagos. Dicha conformación hidrológica crea una gran variedad de atractivos naturales, los que son explotados por rubros productivos como turismo, agricultura, ganadería, acuicultura, energía, entre otros.

El creciente desarrollo de la región ha provocado un aumento en la demanda del recurso hídrico por parte de los distintos sectores productivos ligados al agua, razón por la cual ha ido mermando su disponibilidad e incluso en algunos casos se ha agotado.

La entrada en vigencia de la Ley N° 20.017, que modificó el Código de Aguas de 1981, le entrega a la Dirección General de Aguas (D.G.A.) del Ministerio de Obras Públicas (M.O.P.), el estudio y definición de fuentes de recursos de aguas tanto superficiales como subterráneas, sobre las cuales existan requerimientos que ameriten aplicar facultades presidenciales de denegación parcial de solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas, para asegurar el abastecimiento de la población o por situaciones calificadas como excepcionales y de interés nacional.

Lo anterior se encuentra así establecido en el inciso tercero del artículo 147 bis del Código de Aguas, el cual señala que "...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".

En este sentido, desde el año 2006, la D.G.A. ha desarrollado varios estudios e informes técnicos, con el objetivo de formular y perfeccionar una metodología y disponer de los antecedentes, criterios y argumentos para respaldar técnica y legalmente, las denegaciones parciales de solicitudes de constitución de derechos de aprovechamiento de aguas, cuando se requiere reservar agua para el abastecimiento de la población y por circunstancias excepcionales y de interés nacional.



A partir del trabajo desarrollado en la materia, este Servicio ha identificado como circunstancias excepcionales y de interés nacional, a aquellas actividades o situaciones en las cuales la dotación o suministro de agua constituye un factor estratégico determinante y prioritario, ya sea en forma directa o indirecta, para el desarrollo sustentable de las comunidades humanas que habitan en las zonas en estudio, y por ende para el desarrollo regional y nacional. En el caso de las reservas para el abastecimiento de la población, el Servicio ha propuesto la aplicación de la norma en cuestión, cuando la disponibilidad de agua en una determinada fuente, es insuficiente para cumplir con dicho fin y al mismo tiempo avanzar con la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento, sumado a la inexistencia de otra fuente que cumpla con los estándares técnicos y de calidad requeridos para el uso de agua potable.

En el presente informe se evalúa técnicamente la pertinencia de reservar caudales para el abastecimiento de la población actual y futura de la cuenca del río Palena en la región de Los Lagos, con cargo a la disponibilidad de aguas superficiales existente, demanda histórica ratificada por la solicitud realizada por el Sr. Carlos Salas Castro, Gobernador de la Provincia de Palena, mediante su ORD N°715 del 15 de junio del 2017.

Para lo anterior, se analizaron las proyecciones de incremento de la población hacia el año 2065 y una estimación de tasa mínima de consumo por habitante, comparada con la disponibilidad según derechos de aprovechamiento de agua de la cuenca del río Palena.

En el capítulo III se detalla la metodología utilizada para desarrollar el presente informe. El capítulo IV presenta el análisis hidrológico y disponibilidad de aguas superficiales en la cuenca. A continuación, en el capítulo V se da cuenta del análisis del requerimiento de aguas superficiales para el abastecimiento de la población. La justificación de aplicación de la facultad de reserva para el abastecimiento de la población, contemplada en el artículo 147 bis inciso tercero del Código de Aguas, se describe en el capítulo VI. La propuesta de caudal a reservar, se detalla en el capítulo VII, y la forma de otorgar derechos con cargo a ella, en el capítulo VIII. Para finalizar, en el capítulo IX se exponen las conclusiones de este trabajo, señalando la pertinencia de reservar caudales con cargo a la disponibilidad existente.

II. OBJETIVO

Evaluar técnicamente la pertinencia de reservar caudales para el abastecimiento de la población actual y futura de la cuenca del río Palena en la región de Los Lagos, con cargo a la disponibilidad de aguas superficiales existente.

III. METODOLOGÍA

El desarrollo de este informe técnico contempla las siguientes actividades:

1. Definir y caracterizar hidrológicamente el área de estudio.
2. Identificar la ubicación de aquellas solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas de carácter no consuntivo, que en el evento de otorgarse limitarían la disponibilidad de caudales consuntivos permanentes. Lo anterior, con coordenadas referidas al Datum WGS 84, huso 18.
3. Evaluar la disponibilidad existente en la cuenca del río Palena, en la parte correspondiente a la región de Los Lagos.
 - a. Se utilizará el análisis hidrológico desarrollado en (DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA), 2009)
 - b. El cálculo del caudal ecológico se determinó en base a lo establecido en el Decreto del Ministerio del Medio Ambiente N° 071 de fecha 30 de septiembre de 2014, publicado en el diario oficial el 15 de enero de 2015.
4. Determinar la cantidad de caudal necesario a reservar para asegurar el abastecimiento de la población, considerando una proyección a 50 años, una tasa de incremento de los habitantes de 3% anual y una dotación de 200 l/hab/día, de acuerdo a los criterios utilizados por la Dirección de Obras Hidráulicas para el diseño de sistemas de agua potable rural en el país.
5. Determinar los caudales a reservar en las coordenadas asociadas a las solicitudes de derechos de aprovechamientos pertinentes.
6. Determinar los caudales a denegar parcialmente de las solicitudes de derechos de aprovechamiento en trámite de aguas sobre la cuenca del río Palena.
7. Proponer un criterio de asignación de derechos de aprovechamiento con cargo a la reserva.

IV. ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y DE DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES

IV.1 Caracterización hidrológica de la cuenca del río Palena

El río Palena es uno de los grandes ríos de la zona austral. Su hoya hidrográfica tiene una superficie total aproximada de 7.700 km² en el territorio chileno. Nace en el lago fronterizo Palena, ubicado en el extremo sur de la región de Los Lagos. Este es un lago compartido con Argentina, en cuyo sector tiene el nombre de lago Vintter. El lago Palena-Vintter desagua del lado argentino, donde la descarga corre en dirección norte por 40 km. aproximadamente para volver a entrar a Chile. Ya en Chile recibe los aportes de río Tigre, río Tranquilo, río Frío y otros afluentes. En la localidad de La Junta se produce la confluencia con el río Rosselot, el cual drena una gran hoya hidrográfica que incluye el lago Rosselot, lago Verde, río Figueroa y río Pico proveniente de Argentina. Finalmente el río Palena desemboca en el golfo de Corcovado, en la localidad de Puerto Raúl Marín Balmaceda. (DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA), 2009)

IV.2 Definición del área de estudio

El área de estudio es el definido por las subsubcuencas descritas en la **Tabla 1** y **Figura 1**, que corresponde a la porción de la cuenca del río Palena, ubicada en la región de Los Lagos.

Tabla 1. Área de Estudio

Subcuenca	Subsubcuenca	Área (km ²)
	Río Palena	1337,25
Río Palena entre Frontera y Río Rosselot	Río Palena entre arriba	568,58
	Río Tranquilo y Río Frío	
	Río Frío	731,16
Lago Palena		530,27

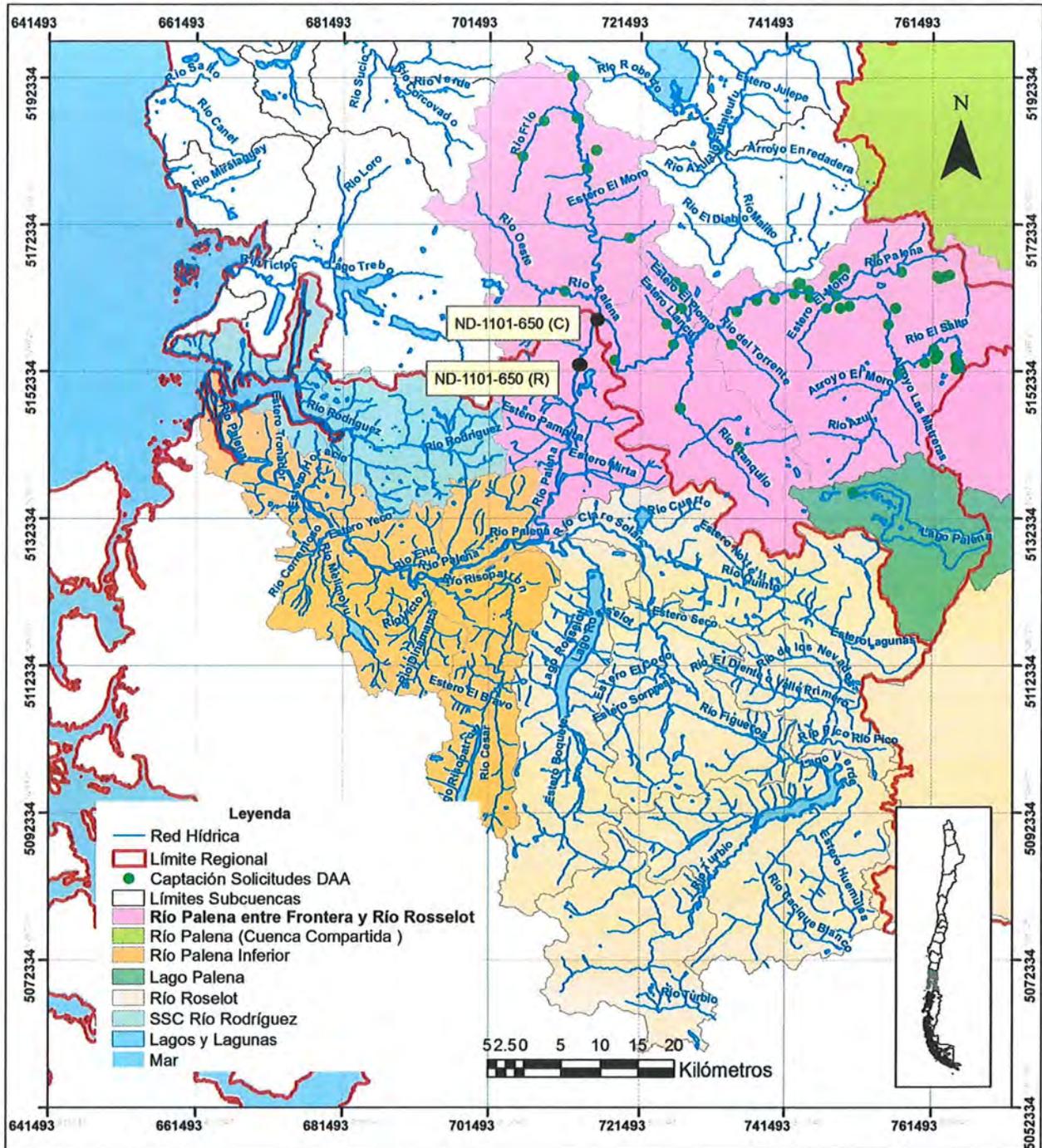


Figura 1. Solicitudes en trámite derechos no consuntivos en el área de estudio.

IV.3 Derechos de aprovechamientos de aguas en el área de estudio

En el área de estudio, los derechos de aprovechamiento constituidos tanto de carácter consuntivo como no consuntivo existentes a las fechas, se describen en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Derechos de aprovechamientos consuntivos y no consuntivos en el área de estudio.

Expediente	Peticionario	Fuente	Fecha Ingreso	Tipo DAA	Q (l/s)	C_NORTE	C_ESTE	R_NORTE	R_ESTE
ND-1005-44	ESSAL S.A.	Frio	10-01-90	NC	37	5.180.033	714.459	5.179.808	714.309
ND-1005-44	ESSAL S.A.	Frio	11-01-90	C	3	5.180.033	714.459	-	-
ND-1005-118	Urzúa M., Juan P.	E. s/n (Termas)	22-08-94	NC	0,97	5.186.467	708.800	150 m aguas abajo del pto. captación solicitado	

IV.4 Solicitudes de derecho de aprovechamiento consuntivo en trámite

En el área de estudio, existe una serie de solicitudes de derechos de aprovechamiento consuntivo, las que se indican en la **Tabla 3**.

Tabla 3: Solicitudes de derecho de aprovechamiento consuntivo en trámite.

Expediente	Peticionario	Fuente	Fecha Ingreso	Q l/s	NORTE	ESTE
ND-1005-558	Paolo Roberto Imperiali	E. sin nombre	27-09-2005	2	5.164.222	743.289
ND-1005-566	Paolo Roberto Imperiali	E. sin nombre	27-09-2005	2	5.163.348	744.705
ND-1005-817	Vicente Raul Vargas Niello	V. sin Nombre	20-06-2008	4	5.165.255	748.318
ND-1005-817	Vicente Raul Vargas Niello	E. sin Nombre	20-06-2008	5	5.164.998	748.188
ND-1005-817	Vicente Raul Vargas Niello	Palena	20-06-2008	40	5.162.616	748.474
ND-1005-845	DOH-Comité de APR de Palena	E. Culebra	11-12-2008	11	5.165.254	762.163
ND-1005-1142	Héctor Correa Bahamonde	E. sin Nombre	11-11-2011	15	5.166.338	749.449
ND-1005-1149	Héctor Correa Bahamonde	E. sin Nombre	11-11-2011	10	5.166.103	749.559
ND-1005-1279	DOH-Comité de APR de Palena	L. sin Nombre	19-06-2012	12	5.165.082	762.420
ND-1005-1524	Inversiones Talavera Limitada	E. sin Nombre	22-02-2013	2	5.165.428	763.852
ND-1005-1529	Henna Mariana Nurminen	E. sin Nombre	28-02-2013	2	5.162.413	744.871
ND-1005-1531	Sociedad Agrícola y Forestal SNP Ltda.	Tigre	06-03-2013	12	5.152.809	765.493
ND-1005-1532	Sociedad Agrícola y Forestal SNP Ltda.	Q. sin Nombre	06-03-2013	2	5.152.664	764.806
ND-1005-1533	Sociedad Agrícola y Forestal SNP Ltda.	Q. sin Nombre	06-03-2013	2	5.154.267	764.684
ND-1005-1578	Sociedad Agrícola y Forestal SNP Ltda.	E. sin Nombre	06-03-2013	2	5.158.625	763.399
ND-1005-1579	Sociedad Agrícola y Forestal SNP Ltda.	Q. sin Nombre	06-03-2013	2	5.154.529	762.295
ND-1005-1580	Sociedad Agrícola y Forestal SNP Ltda.	Q. sin Nombre	06-03-2013	7	5.153.505	760.504
ND-1005-1581	Sociedad Agrícola y Forestal SNP Ltda.	Q. sin Nombre	06-03-2013	5	5.152.351	757.318
ND-1005-1582	Sociedad Agrícola y Forestal SNP Ltda.	Q. sin Nombre	06-03-2013	2	5.154.033	761.911
ND-1005-1583	Sociedad Agrícola y Forestal SNP Ltda.	Azul	06-03-2013	12	5.152.078	756.933

Expediente	Peticionario	Fuente	Fecha Ingreso	Q l/s	NORTE	ESTE
ND-1005-1585	Roberto White Watson	V. sin Nombre	17-05-2013	2	5.165.001	762.552
ND-1005-1586	Roberto White Watson	E. sin Nombre	17-05-2013	2	5.165.201	763.200
ND-1005-1686	Nancy Violeta Pineda Novoa	E. sin Nombre	08-04-2014	15	5.162.141	739.941
ND-1005-1861	Iván Alejandro Pineda Chávez	E. sin Nombre	25-02-2016	10	5.161.953	737.586
ND-1005-1862	Iván Alejandro Pineda Chávez	E. sin Nombre	25-02-2016	25	5.160.498	734.852
ND-1005-1944	Julián Casanova Monje	E. El Guaguan	05-12-2016	3	5.160.914	756.535
ND-1005-1965	Jose Eribarno Arratia Anabalon	Tigre	06-03-2017	8	5.153.462	765.071
ND-1005-1966	Jose Eribarno Arratia Anabalon	Tigre	06-03-2017	8	5.153.592	764.816
ND-1005-1967	Jose Eribarno Arratia Anabalon	Tigre	06-03-2017	8	5.153.858	764.762

IV.5 Solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas no consuntivo en trámite.

En el área de estudio, las solicitudes de derecho de aprovechamiento en trámite de carácter no consuntivo existentes a las fechas, se describen en la **Tabla 4**:

Tabla 4: Solicitudes de derechos no consuntivos en trámite en el área de estudio.

Expediente	Peticionario	Fuente	Fecha Ingreso	Q l/s	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
ND-1005-40	AES Gener S.A. Antes Chilgener	El Tigre	19-10-1989	21.000	5.155.368	761.719	5.158.524	755.529
ND-1005-41	AES Gener S.A. Antes Chilgener	Palena	19-10-1989	175.000	5.153.833	718.159	5.158.733	715.959
ND-1005-42	AES Gener S.A. Antes Chilgener	El Tigre	19-10-1989	55.000	5.158.724	755.544	5.161.815	750.253
ND-1005-42	AES Gener S.A. Antes Chilgener	Miraflores	19-10-1989	300	5.161.216	750.209	5.161.815	750.253
ND-1005-42	AES Gener S.A. Antes Chilgener	El Blanco	19-10-1989	3.000	5.160.904	748.983	5.162.415	750.253
ND-1005-42	AES Gener S.A. Antes Chilgener	El Moro	19-10-1989	5.000	5.160.947	747.076	5.162.415	750.253
ND-1005-563	Paolo Roberto Imperiali	E. sin nombre	27-09-2005	5	5.164.302	743.518	5.164.282	743.495
ND-1005-718	Sur Electricidad y Energía S.A.	Palena	25-06-2007	366.000	5.155.978	726.141	5.158.828	717.591
ND-1005-721	Sur Electricidad y Energía S.A.	Palena	25-06-2007	215.000	5.162.912	742.712	5.160.978	735.091
ND-1005-763	Inversiones y Asesorías Andeshidro S.A.	E. El Plomo	01-10-2007	1.000	5.160.903	727.166	5.158.478	725.666
ND-1005-765	Exploraciones Inversiones y Asesorías Huturi S.A.	Del Torrente	01-10-2007	14.000	5.155.978	734.116	5.157.503	735.616
ND-1005-766	Inversiones y Asesorías Andeshidro S.A.	E. Llanqu	01-10-2007	3.000	5.158.803	725.191	5.158.478	725.666
ND-1005-767	Exploraciones Inversiones y Asesorías Huturi S.A./Inversiones y Asesorías Andeshidro S.A.	E. Cordón Blanco	01-10-2007	4.000	5.163.728	727.366	5.158.478	727.666
ND-1005-781	Exploraciones Inversiones y	L. Palena	06-12-2007	67.000	5.135.905	750.778	5.141.532	751.663

Expediente	Peticionario	Fuente	Fecha Ingreso	Q l/s	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
Asesorías Huturi S.A.								
ND-1005-864	Manuel Madrid Aris	E. Cordón Blanco	25-02-2009	250.000	5.164.453	726.441	5.159.078	728.041
ND-1005-936	Manuel Madrid Aris	Frio	10-02-2010	30.000	5.181.633	706.009	5.187.983	709.334
ND-1005-936	Manuel Madrid Aris	Frio	10-02-2010	30.000	5.186.883	713.234	5.177.258	714.184
ND-1005-1015	Tei Paz Zimmermann Schaak	E. Escalera Sur	25-01-2011	8.000	5.142.077	735.248	5.141.936	732.254
ND-1005-1022	Tei Paz Zimmermann Schaak	E. Cordón Blanco	25-01-2011	6.000	5.170.491	720.159	5.171.001	715.545
ND-1005-1347	Luis Alberto Pascual Bunster Carcelades	E. Escalera Sur	10-07-2012	9.000	5.142.023	735.226	5.141.923	732.226
ND-1005-1511	Sociedad Agrícola y Forestal SNP Limitada	A. Culebra	10-01-2013	1.000	5.165.870	757.283	5.165.879	757.145
ND-1005-1540	Inversiones Zlma S.A.	Tranquilo	15-04-2013	54.000	5.147.407	727.060	5.154.303	728.181
ND-1005-1727	Inversiones e Inmobiliaria Muticao Ltda.	E. sin Nombre	25-11-2014	4.000	5.182.440	715.650	5.182.470	714.390
ND-1005-1728	Inversiones e Inmobiliaria Muticao Ltda.	Burritos	25-11-2014	6.000	5.192.540	712.680	5.190.770	713.020
ND-1005-1774	Oscar Andrés Contreras Caceres/Jaime Sánchez Erle	A. Pedregoso	05-05-2015	6.000	5.167.611	753.605	5.166.123	753.237
ND-1005-1854	Juan Jose Luis Bahamonde Cardenas	A. Pedregoso	15-02-2016	5.000	5.167.303	753.570	5.166.333	753.336

Además, cabe señalar que en el límite de la zona de estudio, es decir en el límite de las regiones de Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, se encuentra la solicitud asociada al expediente ND-1101-650, es la que podría generar una restricción de caudales en el cierre de la cuenca o área de drenaje asociada a la zona de estudio, por lo que los análisis se desarrollarán en el punto de captación solicitado. En la **Tabla 5**, se describen los detalles de dicha solicitud

Tabla 5: Solicitud derecho de aprovechamiento superficial no consuntivo ND-1101-650.

Expediente	Peticionario	Fuente	Fecha Ingreso	Q l/s	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
ND-1101-650	Sur Electricidad y energía S.A.	Palena	22-06-2001	494.000	5.159.338	715.791	5.158.167	755.286

IV.6 Información hidrológica disponible

Como se señaló con anterioridad, se utilizará como base para el análisis hidrológico, lo desarrollado por DGA (2009). Las estaciones a utilizar en el análisis y sus descriptores más relevantes se presentan en la **Tabla 6**.

Tabla 6. Estaciones fluviométricas cuenca río Palena a utilizar en informe

ID	Estación	Período	Nº Años	Caudal Medio (m³/s)	Área Cuenca (km²)	Caudal Específico (l/s/km²)
E1	Palena en la Frontera	1965-1985, 2002-2009	29	110,578	3591	30,793
E2	Tigre en la Frontera	1981-1985, 2001-2009	14	17,152	311	55,151
E3	Palena Bajo Junta Rosselot	1999-2009	11	859,457	12133	70,836
E4	Palena bajo junta Tigre	1992-2002	11	172,648	4640	37,209
E5	Figueroa Des. L. Rosselot	1979-1991	13	227,920	4360	52,275
E6	Rosselot Ante Junta Palena	1954-1981	28	414,741	5552	74,701

Fuente: Elaboración propia a partir de Dirección General de Aguas (2009)

IV.7 Análisis hidrológico en la estación fluviométrica de referencia

IV.7.1 Estimación caudal medio anual

En el estudio DGA (2009), se definieron 10 subcuencas homogéneas hidrológicamente, en virtud de su rendimiento o caudal específico (l/s/km²) y el gradiente de precipitación (mm/año), obtenido a partir de las isoyetas del balance hídrico nacional (**Figura 2**). Con lo anterior, se determinó la relación empírica $q=0,0331P$ y los factores de corrección señalados en la **Tabla 7**, que permite corregir caudales de dicha relación en aquellos puntos contenidos en cuencas que tienen caudales medidos.

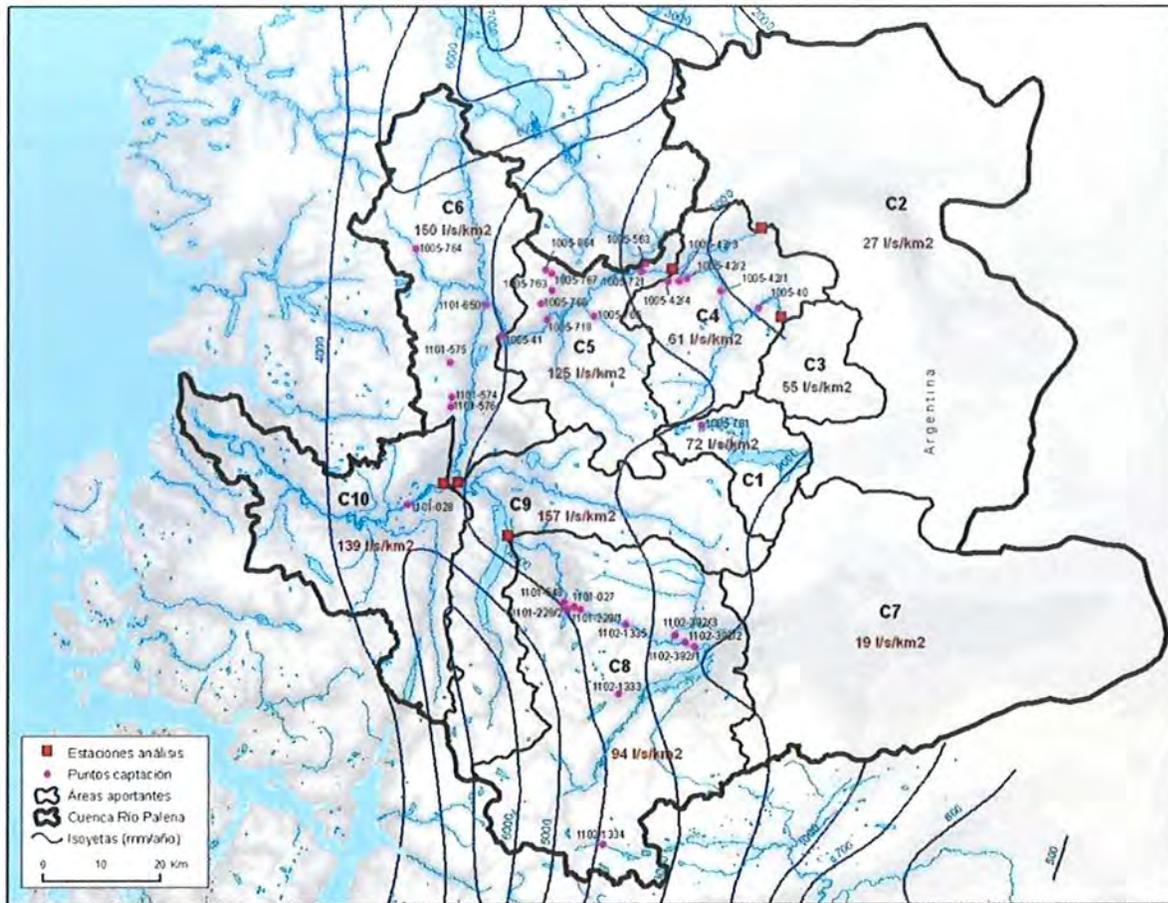


Figura 2. Cuenca del Río Palena. Subdivisión Hidrológica, Curvas Isoyetas y Puntos de Solicitudes.
Fuente: Dirección General de Aguas (2009)

El punto de interés para este informe, es decir, la captación de la solicitud ND-1101-650, se encuentra ubicado en la subcuenca homogénea N°6 (C6) "Río Palena entre río Rosselot y río Frío", la que a su vez es parte de la Cuenca Intermedia "Río Palena – Rosselot – Tigre", cuyos caudales se pueden estimar a partir de la resta de los datos observados en las Estaciones E3, E6 y E4 (**Tabla 7**).

Tabla 7: Descriptores Cuenca Intermedia Palena – Rosselot - Tigre

Cuenca Intermedia	Definición	Caudal Medio anual (m ³ /s)	Área Cuenca (km ²)	Caudal Específico (l/s/km ²)	Precipitación Media anual (mm)	Factor de corrección	Subcuenca Homogénea
Palena Rosselot-Tigre	E3-E6-E4	272,068	1.941	140,169	4.000	1,08	C5 y C6

La estimación del caudal específico de la C6, se realizó a partir del caudal estimado por la relación empírica, corregido por el factor de corrección de la cuenca que la contiene, es decir "Palena Rosselot-Tigre", ya que esta última es la que presenta los datos de caudales medios mensuales observados.

Tabla 8. Descriptores subcuenca Homogénea "Río Palena entre río Rosselot y río Frío"

ID	Subcuenca	Área Cuenca (km ²)	Precipitación media (mm)	Caudal medio anual Estimado (m ³ /s)	Caudal específico (l/s/km ²)
C6	Río Palena entre río Rosselot y río Frío	1.204	4.200	180,165	149,639

IV.7.2 Estimación caudal medio mensual y coeficientes de frecuencias

Para la estimación de los caudales medios mensuales para el punto de interés, se asignan los coeficientes mensuales de frecuencia asociados a la estación más cercana, es decir, la Estación Palena Bajo Junta Rosselot (E3).

En las series de caudales mensuales observados, de la estación considerada, luego de una prueba de bondad de ajuste (χ^2 : Significancia de 0,05), se determinó que la distribución Gamma lograba el mejor ajuste para todos los meses del año. Con lo anterior, se calcularon los caudales asociados a distintas probabilidades de excedencia, las que se presentan en la **Tabla 9** (DGA, 2009).

Tabla 9. Caudales medios mensuales (m³/s) asociados a distintas probabilidades de excedencias - Estación Palena Bajo Junta Rosselot (E3)

P(x)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q5%	1328,4	894,7	1278,2	1519,2	1372,5	1560,2	1704,9	1438,3	925,7	1821,9	1563,8	1498,8
Q10%	1200,2	817,6	1114,8	1335,6	1203,8	1416,8	1491,5	1272,0	869,6	1622,9	1410,7	1375,7
Q20%	1056,1	730,3	935,7	1133,2	1018,2	1254,9	1257,1	1087,8	804,8	1401,3	1238,8	1235,7
Q50%	813,0	580,7	647,7	804,1	717,3	980,1	878,5	786,0	689,7	1034,7	949,4	994,7
Q85%	569,1	426,6	383,6	495,8	437,2	701,1	528,6	498,9	563,8	679,5	660,2	743,9
Q95%	452,4	350,7	270,1	359,7	314,5	565,7	376,5	369,7	497,7	516,1	522,3	619,0

Fuente: Dirección General de Aguas (2009)

A partir de este ajuste probabilístico de los caudales observados en esta estación se puede obtener los coeficientes mensuales de frecuencia, esto es la razón entre el caudal según mes y probabilidad de excedencia y con el caudal medio anual, lo que permite capturar toda la estructura probabilística de los caudales medios mensuales. A continuación se presentan los coeficientes mensuales de frecuencia de la estación Palena Bajo Junta Rosselot (**Tabla 10**).

Tabla 10. Coeficientes de Frecuencia - Estación Palena Bajo Junta Rosselot (E3)

P(x)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q5%	1,55	1,04	1,49	1,77	1,6	1,82	1,98	1,67	1,08	2,12	1,82	1,74
Q10%	1,4	0,95	1,3	1,55	1,4	1,65	1,74	1,48	1,01	1,89	1,64	1,6
Q20%	1,23	0,85	1,09	1,32	1,18	1,46	1,46	1,27	0,94	1,63	1,44	1,44
Q50%	0,95	0,68	0,75	0,94	0,83	1,14	1,02	0,91	0,8	1,2	1,1	1,16
Q85%	0,66	0,5	0,45	0,58	0,51	0,82	0,61	0,58	0,66	0,79	0,77	0,87
Q95%	0,53	0,41	0,31	0,42	0,37	0,66	0,44	0,43	0,58	0,6	0,61	0,72

IV.8 Análisis de disponibilidad de aguas superficiales en el punto de interés

IV.8.1 Estimación caudal medio anual

La estimación del caudal medio anual en el punto de captación de la solicitud ND-1101-650, se realizó sumando los caudales provenientes de las cuencas superiores y el caudal generado en la misma subcuenca. Este último, se calcula simplemente como el producto entre el caudal específico de la subcuenca y el área aportante al punto. El resultado de lo anterior, se presenta en la **Tabla 11**.

Tabla 11

Tabla 11. Estimación del caudal medio anual (m^3/s) en el punto de captación de la solicitud ND-1101-650.

Fuente	Área Drenaje Total (km ²)	Sub-Cuenca	Área Drenaje Sub-Cuenca (km ²)	Caudal Afluyente Sub-Cuenca (m^3/s)	Caudal Afluyente Cuenca Superior (m^3/s)	Caudal Medio Anual (m^3/s)
Palena	6171	C6	794	118,868	264,520	383,388

IV.8.2 Estimación caudal medio mensual

A partir de los coeficientes adimensionales detallados en la **Tabla 10** y su caudal medio anual **Tabla 11**, se estimaron los caudales medios mensuales para el punto de interés, asociados a distintas probabilidades de excedencia, los que se presentan en la **Tabla 12**.

Tabla 12. Caudales medios mensuales (m^3/s) asociados a distintas probabilidades de excedencias en punto de la solicitud ND-1101-650

P(x)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q5%	594,25	398,72	571,25	678,60	613,42	697,77	759,11	640,26	414,06	812,78	697,77	667,10
Q10%	536,74	364,22	498,40	594,25	536,74	632,59	667,10	567,41	387,22	724,60	628,76	613,42
Q20%	471,57	325,88	417,89	506,07	452,40	559,75	559,75	486,90	360,38	624,92	552,08	552,08
Q50%	364,22	260,70	287,54	360,38	318,21	437,06	391,06	348,88	306,71	460,07	421,73	444,73
Q85%	253,04	191,69	172,52	222,37	195,53	314,38	233,87	222,37	253,04	302,88	295,21	333,55
Q95%	203,20	157,19	118,85	161,02	141,85	253,04	168,69	164,86	222,37	230,03	233,87	276,04

Finalmente, se obtuvieron los caudales los caudales permanentes, eventuales y ecológicos para el punto de interés **Tabla 13**.

Tabla 13. Caudales disponibles (m^3/s): permanente, eventual y ecológico en punto de la solicitud ND-1101-650

Q	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Permanente	176,355	115,013	113,096	145,684	124,598	237,698	157,186	145,684	176,355	226,196	218,528	256,867
Eventual	283,707	172,525	325,880	371,886	341,215	318,212	433,228	345,049	134,186	421,727	333,548	279,873
Qeco	76,678	76,678	59,425	76,678	70,927	76,678	76,678	76,678	76,678	76,678	76,678	76,678

En el caso del caudal ecológico, el criterio utilizado para determinar corresponde a lo establecido en el Decreto del Ministerio de Medio Ambiente N° 071 de 2014, vigente desde la fecha de su publicación, vale decir, el 15 de enero de 2015.

Los caudales solicitados en el expediente ND-1101-650 ($494 m^3/s$) son mayores a los caudales permanentes disponibles en cada mes en la cuenca del Río Palena antes de su punto de captación, por lo que en el evento de constituirse, la disponibilidad de caudales en ejercicio permanente y continuo se limitará totalmente para otorgar nuevos derechos de aprovechamiento consuntivos en ejercicio permanente y continuo. Por lo tanto, **se justifica reservar caudales para el abastecimiento de la población actual y proyectada en la zona de estudio**, según lo establece el artículo 147 bis inciso tercero del Código de Aguas.

V. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTO DE AGUAS SUPERFICIALES PARA EL ABASTECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

V.1 Población de la cuenca del río Palena en la Región de Los Lagos

V.1.1 Población Actual

De acuerdo a los resultados del Precenso 2016 (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE), 2016), en las comunas de Palena y Chaitén existen 970 y 2162 viviendas, respectivamente, de las cuales 914, se encontrarían en la zona de estudio (MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI), 2013).

De estas 914 viviendas, 645 están conectadas a los dos sistemas APR existente en la zona de estudio (DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA), 2017). El detalle se encuentra en la **Tabla 14**.

Tabla 14. N° de arranques por comuna en la zona de estudio.

Comuna	Nombre	N° Arranques
Palena	Palena	555
Chaitén	Villa Santa Lucía	90
TOTAL		645

Fuente: Elaboración propia a partir de Dirección General de Aguas (2017)

De esta forma, la cantidad de viviendas con y sin abastecimiento de agua potable es la que se presenta en la **Tabla 15**.

Tabla 15. N° de viviendas conectadas y no conectadas en la zona de estudio

Tipo de Vivienda	N° Viviendas
Conectados a Sistema APR	645
Sin conexión a Sistema APR	269
TOTAL	914

Fuente: Elaboración propia a partir de Dirección General de Aguas (2017)

Luego, considerando el número de viviendas de la zona en estudio, la población total se determina multiplicando por la densidad habitacional (DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA), 2017), en base a información de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), que en el caso de la región de Los Lagos es de 5 habitantes/vivienda.

V.1.2 Población Proyectada

Para la determinación de la población futura, se considerará una tasa del crecimiento anual del 3%, basado en el criterio adoptado por la Dirección de Obras Hidráulicas en el diseño de los sistemas de agua potable rural.

La **Tabla 16** a continuación muestra la determinación de la población inicial y proyectada en la zona de estudio.

Tabla 16. Población inicial y proyectada (2015 – 2065).

	2015	2065
Número de viviendas	914	4.007
Habitantes estimados	3.056	20.034

De acuerdo a lo anterior se estima que el número de viviendas en la zona de estudio en un horizonte de 50 años será de 4.007 viviendas, lo que equivale a 20.034 habitantes.

V.2 Demanda de agua de la población de la cuenca del río Palena en la región de Los Lagos

Para efectos de este análisis, se considera una dotación de agua de 200 l/día por habitante, la que si bien corresponde a un valor mayor a los 140 l/hab/día de consumo promedio de agua potable residencial para nuestro país, propuesto por (SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO REGIONAL (SUBDERE), 2009), ha sido el criterio utilizado por la Dirección de Obras Hidráulicas para el diseño de sistemas de agua potable rural en el país, asegurando el abastecimiento de la población.

Adicionalmente se considera que cada vivienda se abastece de su propia producción de alimentos, con una superficie de plantación a regar de 0,1 ha. De acuerdo al ORD MINAGRI región de Los Lagos N°382 de 04 de julio de 2012 (adjunto en Anexo), donde se establece la demanda de caudales para ocho cultivos típicos de la zona, la mayor demanda de caudales para ésta región es en el mes de enero, con un promedio entre los cultivos de 50.832 l/día/ha considerado un riego diario de 16 horas. Dado que no se puede establecer con precisión los tipos de cultivos de cada vivienda es que se considera que la demanda para riego para cada casa corresponde al promedio de las demandas de los ocho cultivos más comunes de la zona, para el mes de mayor demanda de caudales.

De acuerdo a lo anterior, la demanda de caudales diaria aproximada por hectárea es de 0,88 l/s/ha, por lo que la demanda de agua para riego por vivienda es de 0,088 l/s.

Además, en el mismo ORD MINAGRI región de Los Lagos N°382 de 04 de julio de 2012, se considera que los habitantes de cada vivienda crían animales para su consumo en una hectárea, es por ello que se adiciona un caudal de 0,002 l/s y alcanzaría para abastecer a 3 bovinos adultos, 34 ovinos adultos, 28 cerdos, 58 caprinos, 4 equinos adultos o 172 aves; si bien, no se puede establecer con precisión la combinación de crianza de animales por vivienda, se considera adecuado el caudal indicado para bebida animal para cualquier configuración de crianza.

En síntesis, la demanda total por hectárea corresponde a un caudal de 0,0992 l/s lo que se aproximará a un valor de 0,1 l/s.

De acuerdo a lo planteado anteriormente, se tiene lo siguiente:

- ❖ N° total de viviendas al año 2015: 914.
- ❖ Habitantes por viviendas: 5
- ❖ Dotación de agua: 200 l/día por habitante.
- ❖ Dotación adicional por vivienda para la producción de alimentos (riego) y bebida animal (crianza para consumo propio): 0,1 l/s.

Demanda de Agua Actual

$$= N^{\circ} \text{Habitantes actuales} * \text{Dotacion de Agua} \\ + \text{Dotación produccion alimentos y bebida animal} * N^{\circ} \text{Viviendas}$$

$$\begin{aligned} \text{Demanda de Agua Actual} &= \frac{914[\text{Viv}] * 5[\text{hab.}] * 200 \left[\frac{\text{l}}{\text{día}} \right]}{86.400 \left[\frac{\text{s}}{\text{día}} \right]} + \left[0,1 \left[\frac{\text{l}}{\text{s}} \right] \right] * 914[\text{Viv}] \\ &= (10,58 + 91,40) \left[\frac{\text{l}}{\text{s}} \right] \\ &= 101,98 \left[\frac{\text{l}}{\text{s}} \right] \\ &\cong 102 \left[\frac{\text{l}}{\text{s}} \right] \end{aligned}$$

De esta manera se determina que el caudal necesario para abastecer actualmente a la población es de **102 l/s**.

En el mismo sentido, para la determinación de la demanda de agua en 50 años para el área de estudio, se tiene lo siguiente:

- ❖ N° de habitantes proyectados al año 2065: 3.056
- ❖ Dotación de agua: 200 l/día por habitante.
- ❖ Caudal adicional por vivienda para la producción de alimentos (riego) y bebida animal (crianza para consumo propio): 0,1 l/s.

Demanda de Agua Proyectada

$$= N^{\circ} \text{ Habitantes proyectados} * \text{Dotacion de Agua} \\ + \text{Dotación produccion alimentos y bebida animal} * N^{\circ} \text{Viviendas}$$

$$\text{Demanda de Agua Proyectada} = \frac{20.034[\text{hab.}] * 200 \left[\frac{l}{\text{hab} \cdot \text{dia}} \right]}{86.400 \left[\frac{s}{\text{dia}} \right]} + 0,1 * \left[\frac{l}{s} \right] * 4.007[\text{Viv}] \\ = (46,38 + 400,69) \left[\frac{l}{s} \right] \\ = 447,06 \text{ l/s}$$

En consecuencia el caudal necesario para abastecer a la población de la zona de estudio en un horizonte de 50 años y virtud de los órdenes de magnitud existentes en la cuenca, es de **500 l/s**.

VI. JUSTIFICACIÓN DE LA RESERVA DE CAUDAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

El Código de Aguas en el inciso tercero del artículo 147 bis establece que "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".

En la cuenca del río Palena, en la parte correspondiente a la región de Los Lagos, actualmente existe dos sistemas de APR (Palena y Santa Lucía) que abastecen un total de 645 viviendas de las 914 identificadas en la zona (DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA), 2017). Sin embargo, junto con no abastecer a la totalidad de la población de la zona de estudio, no cuentan con derechos de aprovechamientos de aguas.

La necesidad de disponer de derechos de aprovechamiento de aguas para el abastecimiento de la población de la cuenca del río Palena, en la parte correspondiente a la región de Los Lagos, es una demanda histórica que ha sido manifestada en múltiples ocasiones tanto por las autoridades regionales, provinciales y locales, como por los propios habitantes. En relación a lo anterior, el Sr. Gobernador de la Provincia de Plena en su ORD. N° 715 de 15 de junio de 2017, solicitó formalmente que se realicen las gestiones para disponer la reserva de caudales para los fines expuestos.

A lo anterior, se suma las solicitudes presentadas por el Comité de APR de Palena con dos solicitudes de derechos de aprovechamiento por un caudal total de 23 l/s, las que se detallan en la Tabla 17.

Tabla 17. Solicitudes en trámite Comité APR Palena

Expediente	Fuente	Comuna	Fecha	Q_Sol	UTM	UTM
			Ingreso	(l/s)	Norte	Este
ND-1005-845	Estero Culebra	Palena	11-12-2008	11	5165254	762163
ND-1005-1279	Laguna sin Nombre	Palena	19-06-2012	12	5165082	762420

En el escenario actual, no es posible acceder a estas ni otras solicitudes de derechos de aprovechamiento para el abastecimiento de la población en la cuenca, dado que la disponibilidad de caudales para otorgar nuevos derechos de carácter permanente de las aguas superficiales del río Palena y sus afluentes, se encuentra restringida por las solicitudes de derechos de aprovechamiento tanto consuntivos como no consuntivos actualmente en trámite.

Por lo anteriormente expuesto, la Dirección General de Aguas considera que dada la disponibilidad de agua de la cuenca, la necesidad de asegurar el abastecimiento de la población actual y en un horizonte de 50 años, se cumplen las condiciones para proponer al Sr. Ministro de Obras Públicas, aplicar la facultad de reserva de caudales prescrita en el artículo 147 bis inciso tercero del Código de Aguas.

VII. DETERMINACIÓN DE CAUDALES DE RESERVA Y CAUDALES A DENEGAR.

Del análisis desarrollado en el presente informe se concluye que los caudales disponibles en el área de estudio no son suficientes para satisfacer las solicitudes en trámite y los requerimientos de abastecimiento de la población en el largo plazo; y que existe disponibilidad para reservar caudales con una demanda proyectada a 50 años, por lo que se estima necesario proponer reservar caudales para la población de la cuenca del río Palena, en la parte correspondiente a la región de Los Lagos.

En virtud del análisis realizado, a continuación se detallan los caudales a reservar y a denegar parcialmente de las solicitudes en trámites sobre el área de estudio, además, se presentan los caudales ecológicos y los disponibles en las coordenadas asociadas al punto de captación de la solicitud ND-1101-650, luego de aplicada la referida reserva.

VII.1 Caudales a reservar

Dado que el caudal demandado es menor al disponible, descontando incluso los asociados a las solicitudes de derechos de aprovechamiento de tipo consuntivos (7,16 l/s), se propone reservar un caudal de ejercicio permanente y continuo de **500 l/s**, en el punto asociado a la captación señalada en la solicitud.

VII.2 Caudales a denegar, ecológicos y disponibles post reserva

En las **Tabla 18**, se presentan los caudales necesarios a denegar para viabilizar la reserva propuesta en el punto VII.1 de este informe.

Tabla 18. Caudales permanentes a denegar (l/s) a la solicitud ND-1101-650.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

Además, en la

Tabla 19 se presentan los caudales ecológicos a respetar y en la **Tabla 20**, la disponibilidad para constituir de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales en las coordenadas asociadas a los puntos de captación de la solicitudes que se indican, descontados los caudales comprometidos (3 l/s) aguas arriba, asociados a derechos de aprovechamiento de aguas de tipo consuntivo, permanente y continuo.

Tabla 19. Caudales disponibles (m^3/s) permanente, eventual y ecológico en punto de la solicitud ND-1101-650

Q	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Permanente	176,355	115,013	113,096	145,684	124,598	237,698	157,186	145,684	176,355	226,196	218,528	256,867
Eventual	283,707	172,525	325,880	371,886	341,215	318,212	433,228	345,049	134,186	421,727	333,548	279,873
Qeco	76,678	76,678	59,425	76,678	70,927	76,678	76,678	76,678	76,678	76,678	76,678	76,678

Tabla 20. Caudales disponibles (m^3/s) permanente y eventual en captación de solicitud ND-1101-650, luego de la reserva.

Q	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Permanente	175,855	114,513	112,596	145,184	124,098	237,198	156,686	145,184	175,855	225,696	218,028	256,367
Eventual	283,707	172,525	325,880	371,886	341,215	318,212	433,228	345,049	134,186	421,727	333,548	279,873

VIII. OTORGAMIENTO DE CAUDALES A SOLICITUDES CON CARGO A LA RESERVA

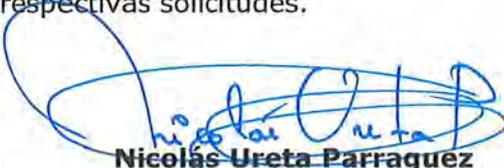
A fin que el otorgamiento de derechos de aprovechamiento de agua se constituya con cargo a la presente reserva, permita contar con disponibilidad para abastecer las necesidades actuales y futuras de la población, en el caso de otorgar derechos de aprovechamiento por vivienda, se propone considerar un caudal máximo a otorgar para ellas de 0,1 l/s, salvo casos debidamente justificados, razón por la cual en las visitas inspectivas se deberá constatar su existencia, a fin de llevar un estricto registro de los caudales otorgados.

Además, ya que cumpliría con el mismo objetivo de asegurar el abastecimiento de la población, con cargo a esta reserva se sería factible constituir derechos de aprovechamiento para el desarrollo de Servicios Sanitarios Rurales actuales o nuevos que operen dentro del área de estudio.

Por otro lado en el análisis de las nuevas solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas que no sean con cargo a esta reserva, deberán considerar como comprometidos los caudales reservados

IX. CONCLUSIONES

1. La demanda de caudales para la población proyectada en la cuenca del río Palena, en la parte correspondiente a la Región de Los Lagos en un horizonte de 50 años, asciende a un caudal de 500 l/s.
2. Existe disponibilidad para reservar el caudal necesario para satisfacer la demanda para el abastecimiento de la población proyectada a 50 años.
3. Se propone reservar un caudal de ejercicio permanente y continuo de 500 l/s en el punto de captación asociado a la solicitud ND-1101-650, para asegurar el abastecimiento de la población. El otorgamiento de derechos de aprovechamiento con cargo a esta reserva, podrá ser a viviendas individuales o a Sistemas Sanitarios Rurales. En el caso de otorgar derechos de aprovechamiento por vivienda, se propone considerar un caudal máximo a otorgar para ellas de 0,1 l/s.
4. Se propone la denegación parcial de la solicitud de derecho aprovechamiento de aguas superficiales no consuntivo de ejercicio permanente y continuo a la solicitud ND-1101-650, por un caudal de **500 l/s**.
5. Se propone rebajar un caudal de ejercicio permanente y continuo de 500 l/s en el punto de captación a la solicitud ND-1101-650.
6. En el caso de constituir nuevos derechos de aprovechamiento sobre cauces dentro de la cuenca del río Palena, aguas arriba del punto asociados a esta reserva, para fines distintos al abastecimiento de la población, se deberá considerar como comprometidos los caudales propuestos a reservar, es decir serán descontados de la disponibilidad para cada punto de captación señalados en las respectivas solicitudes.


Nicolás Ureta Parraguez
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables, MSc.
División de Estudios y Planificación
Dirección General de Aguas


ALZ/LAM/CFF/LMH/NUP/nup



X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA). (2009). *Reserva del río palena para la Conservación Ambiental y el Desarrollo Local de la Cuenca. Informe N°7.S.D.T N° 290*. Santiago: División de Estudios y Planificación.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA). (2017). *Estimación de la Demanda Actual, Proyecciones Futuras y Caracterización de la Calidad de los Recursos Hídricos en Chile*. División de Estudios y Planificación. Santiago: Elaborado por: Hídrica Consultores SPA y Aquaterra Ingenieros LTDA.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE). (2016). *Resultados Precenso 2016*. Santiago.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI). (2013). *Minuta de Cálculo para la determinación de la Demanda Extractiva de Agua de la Cuenca del río Palena en la Refgión de Los Lagos*. Puerto Montt: SEREMI Región de Los Lagos.

SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO REGIONAL (SUBDERE). (2009). *Manual de Soluciones de Saneamiento Sanitarios para Zonas Rurales*. Santiago.

Anexo 2. ORD MINAGRI REGIÓN DE LOS LAGOS N°382 DE 04 DE JULIO DE 2012



ORD. N° **382**
 ANT.: Su Ord. N° 671 del 14.06.2012.
 MAT.: Envía antecedentes de demanda de agua en cultivos y ganadería.

PUERTO MONTT; 04 JUL 2012

A.: SR. MILOSLAV GARDILCIC OLINA.
 DIRECTOR D.G.A. REGION DE LOS LAGOS

DE.: SECRETARIO REGIONAL MINISTERIAL DE AGRICULTURA (S) REGION DE LOS LAGOS.

5904105
 04 JUL. 2012

Junto con saludarle muy atentamente, me dirijo a Ud., con el objeto de aportar los antecedentes requeridos en su oficio citado en ANT., los que paso a detallar a continuación:

I.- Demanda de agua en riego por cultivo. En el ejercicio se consideraron los cultivos mas desarrollados en la región (pradera, papas, frutales mayores y menores, bulbos y flores y hortalizas), asumiendo método de riego por aspersión y localizado, según el cultivo.

Consideraciones: para determinar la demanda se debe tener presente la evapotranspiración potencial (ETP) de cada cultivo, el coeficiente de cultivo (Kc) y el tiempo de riego, calculado sobre la base de 16 horas de riego por día durante los meses que se presenta el déficit hídrico en la región (noviembre, diciembre, enero y febrero)

El cuadro que se presenta a continuación, resume la demanda de agua.

Cultivo	Método Riego	Caudal de riego (Qr) (lt/día/has)				S U M A
		Nov.	Dic.	Enero	Febrero	
Praderas	Aspersión	45.504.-	56.448.-	59.904.-	50.112.-	211.968.-
Papas	Aspersión	31.680.-	47.808.-	65.664.-	50.112.-	195.264.-
Frut. Mayores	Localizado	28.800.-	35.712.-	38.016.-	31.680.-	134.208.-
Frut. Menores	Aspersión	28.800.-	35.712.-	38.016.-	31.680.-	134.208.-
Bulbos y flores	Aspersión	31.680.-	47.808.-	65.664.-	50.112.-	195.264.-
	Localizado	20.610.-	30.528.-	41.472.-	31.680.-	123.840.-
Hortalizas	Aspersión	33.984.-	50.688.-	59.904.-	50.112.-	194.688.-
	Localizado	21.312.-	32.256.-	38.016.-	31.680.-	123.264.-
S U M A		241.920.-	336.960.-	406.656.-	327.168.-	1.312.704.-

Fuente: Leopoldo Ortega Corrales; consultor privado.

Av. Décima Región 480 - Piso 1 - edificio Intendencia - Puerto Montt
 Teléfono : (56- 65) 254053
 Fax : (56- 65) 254757
 www.minagri.cl



II.- Consumo diario por tipo de ganado:

Bovino adulto (500 kilos)	50 lts/día
Ovino adulto (50 kilos)	5 lts/día
Cerdo adulto (70 kilos)	6 lts/día
Caprino adulto (40 kilos)	3 lts/día
Equino adulto	40 lts/día
Aves domésticas	1 lts/día

Saluda atentamente a Ud.,



RODRIGO MARDONES BARRAZA
INGENIERO AGRONOMO - MBA
SECRETARIO REGIONAL MINISTERIAL DE
AGRICULTURA REGION DE LOS LAGOS

c.c.: Archivo SEREMI

RMB/MCM/mcm
27.06.2012.-

Av. Décima Región 489 - Piso 1 - edificio Intendencia - Puerto Montt
Teléfono : (56- 65) 254053
Fax : (56- 65) 254757
www.mlnagri.cl