

Proyecto “Acuerdo Territorial de Eficiencia Hídrica comuna de Lo Barnechea” L5-3/2020

Informe de diagnóstico Fase 1: Difusión y diagnóstico



Co-Ejecutor: **EBP** 

Facilitador:  **CBI**
CATALYZING COLLABORATION

Junio de 2021

Equipo consultor

Nicola Borregaard, Coordinación de proyecto.
Alejandra Bravo, Coordinación técnica.
Pilar Barría, Análisis hidrológico.
Rubén Méndez, Apoyo técnico y metodológico.
Elizabeth Fierman, Facilitadora.
Carola Troya, Facilitadora.

EBP Chile SpA

La Concepción 191
Piso 12, Of. 1.201
Comuna de Providencia
Santiago de Chile
Mail: alejandra.bravo@ebpchile.cl
www.ebpchile.cl

ÍNDICE

1.	Introducción	5
1.1.	Objetivos del proyecto	6
1.2.	Metodología de diagnóstico	6
2.	Caracterización del área de estudio	8
2.1.	Contexto geográfico y social.....	8
2.2.	Contexto ambiental e hídrico	11
2.3.	Instrumentos de planificación del municipio y sinergias con el agua	19
2.4.	Iniciativas desde el Municipio con relación al agua	22
2.5.	Gobernanza y gestión Municipal en Lo Barnechea en torno al agua	23
2.6.	Restricciones y zonas de prohibición.....	24
2.7.	Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA).....	26
3.	Levantamiento y análisis de información	28
3.1.	Caracterización climática.....	29
3.2.	Caracterización hidrológica	35
3.3.	Disponibilidad hídrica subterránea.....	41
4.	Análisis de uso de agua en la cuenca.....	44
4.1.	Derechos de aprovechamiento de aguas en la comuna de Lo Barnechea	45
4.2.	Análisis de derechos de agua superficiales por subcuencas.....	49
5.	Abastecimiento de agua potable y aguas servidas	59
5.1.	Empresas Sanitarias que reportan a la SISS.....	63
5.2.	Empresas particulares	66
5.3.	Zonas sin abastecimiento formal a agua potable	71
6.	Consumo de agua potable.....	73
6.1.	Consumo sector residencial	79
6.2.	Consumo Municipal.....	81
6.3.	Otros consumos	83
7.	Reflexiones del diagnóstico técnico	85
7.1.	Brechas y vacíos de información	87
8.	Difusión y diagnóstico social.....	89
8.1.	Sistema de difusión	89

8.2.	Análisis de las entrevistas y resultados.....	92
8.3.	Propuesta de preparación, alcance y mapa de actores.....	102
9.	Reflexiones del análisis social.....	103
10.	Referencias.....	104
11.	Anexos.....	106

1. Introducción

El recurso hídrico es un elemento básico y primordial para todos los niveles y sectores productivos, así como también para el sector público, educacional, residencial y sanitarios. El acuerdo territorial busca enfrentar el desafío transversal de escasez hídrica de manera conjunta y colaborativa, con todos los potenciales participantes de este.

Las municipalidades con territorios cordilleranos, como es el caso de Lo Barnechea, requieren adaptarse de forma planificada, pero urgente, al cambio climático y sus efectos, aprovechando las oportunidades y enfrentando los desafíos como la actual escasez hídrica. Dado lo anterior, la Municipalidad de Lo Barnechea en conjunto con Aguas Andinas y la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC), con EBP Chile como equipo Co-ejecutor, suscriben la presente iniciativa **“Acuerdo territorial de Eficiencia Hídrica”** con el objetivo de trabajar con los actores clave del territorio para lograr una gestión hídrica más eficiente, donde tanto el sector privado e instituciones públicas, como la sociedad civil, sean partícipes y protagonistas, para la toma de decisiones y mejora de la seguridad hídrica en el territorio, con foco en la eficiencia del recurso, disminución de los consumos y medidas de conservación. Además, se cuenta con el patrocinio de la Dirección General de Aguas (DGA), del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

El Acuerdo Territorial nace de la necesidad de enfrentar y buscar soluciones ante el escenario de escasez hídrica que afecta al territorio, lo que ha llevado al Ministerio de Obras Públicas a declarar a la comuna de Lo Barnechea como Zona de Escasez Hídrica a partir de noviembre del 2019, lo cual se mantiene a la fecha. Sumado a lo anterior y en virtud del levantamiento de información que se ha revisado, Lo Barnechea se posiciona como la comuna con mayor consumo hídrico en la Región Metropolitana.

Esto hace necesario una oportuna coordinación entre los actores presentes en la comuna y las autoridades locales, a través de un instrumento formal que permita identificar acciones colectivas e individuales para una adaptación al escenario de escasez hídrica y avanzar hacia un desarrollo sustentable.

La etapa de participación de la presente propuesta se compone de tres fases, con una duración total aproximada de 8 meses: i) Difusión inicial y diagnóstico ii) Preparación iii) Negociación. Cada una de ellas se compone de actividades específicas para el cumplimiento de los objetivos y metas del Acuerdo.

Cabe señalar que se programan diferentes instancias participativas en cada fase del proyecto, como talleres y reuniones, llevadas a cabo por la ASCC con el apoyo del equipo Co-ejecutor, además de rondas de reuniones bilaterales con diferentes actores.

El presente informe se organiza en dos grandes secciones. En la primera, se lleva a cabo un diagnóstico técnico, estructurado en cinco capítulos, junto a un capítulo posterior que ofrece algunas reflexiones sobre el diagnóstico realizado, además de las principales brechas y vacíos de información identificadas. La segunda sección presenta la metodología de trabajo, un mapeo de los grupos de interés y la muestra de resultados del proceso participativo con los actores en el territorio y la percepción social desde diferentes sectores participantes, con un capítulo final sobre reflexiones del análisis social.

Este diagnóstico tanto social como técnico, permitirá guiar la presente iniciativa con el objetivo de identificar los temas centrales y ejes a trabajar, los actores clave en el territorio, y las medidas individuales y colectivas que den respuesta a las necesidades y oportunidades identificadas.

1.1. Objetivos del proyecto

El **objetivo general** del Acuerdo es trabajar conjuntamente con todos los actores relevantes presentes en el territorio, en el ahorro, el fomento del consumo responsable y la eficiencia hídrica, contribuyendo a mantener un balance positivo en la cuenca y disminuir el riesgo de escasez de agua, no solo para la comuna, sino también para todas aquellas comunas que forman parte de la cuenca y que podrían verse perjudicadas por la gestión hídrica de la sección de la alta cuenca correspondiente a Lo Barnechea.

Objetivos Específicos:

- Involucrar a los sectores de la comuna cuyo consumo hídrico tenga un impacto relevante sobre el recurso.
- Sistematizar la información existente para estimar un diagnóstico global del balance hídrico de la subcuenca e identificar aspectos, problemáticas y necesidades en torno al tema hídrico en la comuna, a partir de información secundaria y de la aplicación de la herramienta *Quick Scan*¹.
- Identificar brechas y vacíos de información luego de la revisión de la data disponible, y comprender cómo abordarlas a través posibles estudios, levantamientos, mediciones y/o modelaciones en una etapa posterior o como parte de las medidas a acordar.
- Identificar perfiles de consumo y medidas de eficiencia hídrica aplicables a nivel domiciliario, propiciando el establecimiento de metas de disminución de los niveles de consumo de agua.
- Identificar posibles medidas de inmediato, mediano y largo plazo, que permitan una mejor gestión hídrica de la cuenca del Maipo en la sección que corresponde a la comuna de Lo Barnechea.
- Identificación de indicadores de impacto para el posterior seguimiento y monitoreo de las medidas a acordar.
- Elaborar estrategias, medidas, metas, planes, sistemas de gestión y/o documentos relevantes a la gestión del agua en la comuna, para los actores relevantes en términos de abastecimiento y consumo hídrico.
- Co-construir el Acuerdo con diferentes actores incorporando medidas concretas orientadas a la seguridad hídrica en el territorio.
- Identificar y evaluar el alcance de la actividad minera en relación con la disponibilidad de aguas en la cuenca y su potencial afectación en la calidad de estas.

1.2. Metodología de diagnóstico

Para dar cumplimiento con los objetivos propuestos, en una primera instancia se realizará una difusión inicial con los actores identificados, para transparentar e informar las actividades que se llevarán a cabo, recopilar la información para una mayor comprensión de la situación base, permitiendo la identificación de los actores claves en los distintos niveles que componen la comuna, su grado de vinculación en el territorio y las oportunidades de colaboración.

En términos metodológicos, durante esta etapa se sistematizarán y evaluarán los datos del territorio en base a la combinación de revisión de fuentes bibliográficas a través de: datos secundarios, información levantada a través de la herramienta *Quick Scan*, y la realización de entrevistas semi-estructuradas con actores clave en el territorio. De esta manera, con la información recogida, se estimará un balance hídrico global de la subcuenca y se llevará a cabo una caracterización socioeconómica y productiva del territorio, con el fin de

¹ Herramienta de diagnóstico desarrollada por EBP para el levantamiento de información en materia hídrica.

identificar los actores presentes en la comuna, las problemáticas y necesidades que se discutirán y evaluarán en conjunto.

Junto a esto, se usará de manera complementaria el *Quick Scan*, el cual se aplicará a la Municipalidad de Lo Barnechea, a la empresa sanitaria Aguas Andinas y a diferentes líderes territoriales, con el objetivo de tener una mirada multisectorial para un diagnóstico más profundo y complementario a la vez. En primer lugar, se trabaja junto al Municipio un cuestionario que levanta, por un lado, información técnica y cuantitativa respecto al territorio y al quehacer municipal en esta materia, como también información cualitativa para comprender desde la mirada interna del equipo municipal, cuál es su percepción y visión respecto a la problemática hídrica, a los desafíos y a cómo abordarlos. Luego, se aplicará de igual manera a la empresa Aguas Andinas y, por último, aplicada a la sociedad civil a través de líderes territoriales, para lo cual se convocó a todos los/as presidentes de las Juntas de Vecinos (JJVV en adelante) de la comuna y de otras organizaciones civiles. El objetivo del QuickScan es, por un lado, obtener la mayor cantidad de información posible y disponible para su sistematización y análisis, y, por otro lado, proporcionar una visión general y radiografía inicial sobre la gestión hídrica a nivel comunal, que permite identificar las principales problemáticas a partir de la percepción y data concreta desde la mirada de diferentes actores para trazar la hoja de ruta.

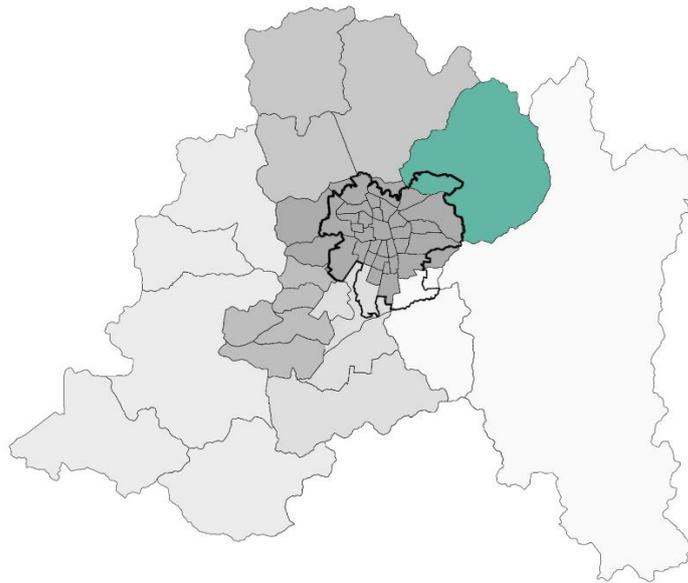
Finalmente, es importante mencionar que, debido a la multiplicidad de fuentes consultadas, los conceptos de cuenca, subcuenca y subsubcuenca se usan de manera indistinta, bajo el entendido que todas las anteriores se refieren a la delimitación de la superficie que drena agua hacia un punto de salida dado.

2. Caracterización del área de estudio

2.1. Contexto geográfico y social

La comuna de Lo Barnechea se encuentra localizada en la región Metropolitana, en el extremo nor-oriental de la ciudad de Santiago, entre los 33°05' y 33°29' latitud sur y de los 70°36' a 70°10' de longitud oeste, entre los 800 y 5.400 m.s.n.m. Comprende sectores de piedemonte y relieves andinos de baja, media y alta montaña pertenecientes a la Cordillera de Los Andes (PLADECO, 2017-2021).

Figura 01. Localización de la comuna de Lo Barnechea en la región metropolitana.

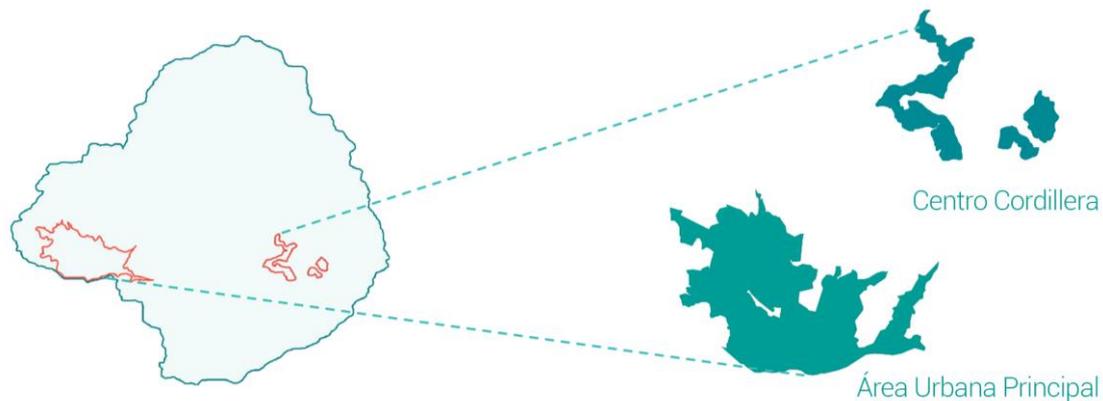


Fuente: Elaboración propia.

La superficie total de la comuna es de 104.439 hectáreas, correspondiente al 16% de la superficie de la región Metropolitana. Cuenta con 104.110 habitantes según el Censo 2017, reflejando un crecimiento de un 40,8% respecto del Censo 2002, y según proyección al año 2020, con una población total de 115.313 habitantes. La comuna cuenta con dos áreas destinadas al desarrollo urbano establecidas en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS), que abarcan el 4,7% del territorio comunal, las cuales se identifican a continuación (PADEM, 2020).:

1. “Área Urbana Principal”: habita el 94% de la población. Ubicada bajo la cota 1.000 m.s.n.m., resalta el Pueblo de Lo Barnechea, el Cerro 18, el sector del Arrayán inmerso en la precordillera y La Dehesa, como nuevo foco inmobiliario y con ello, un aumento de servicios, comercio, oferta educacional y entretenimiento, entre otros.
2. “Centro Cordillera”: localizado a 35 kilómetros del centro de Santiago, habita casi la totalidad del restante 6% de la población, con alrededor de 500 habitantes, ubicada en la zona más elevada, compuesto por valles y localidades cordilleranas compuesto por los centros invernales de Farellones, El Colorado, La Parva y Valle Nevado.

Figura 02. Localización de los dos centros urbanos en la comuna.



Fuente: Elaboración propia.

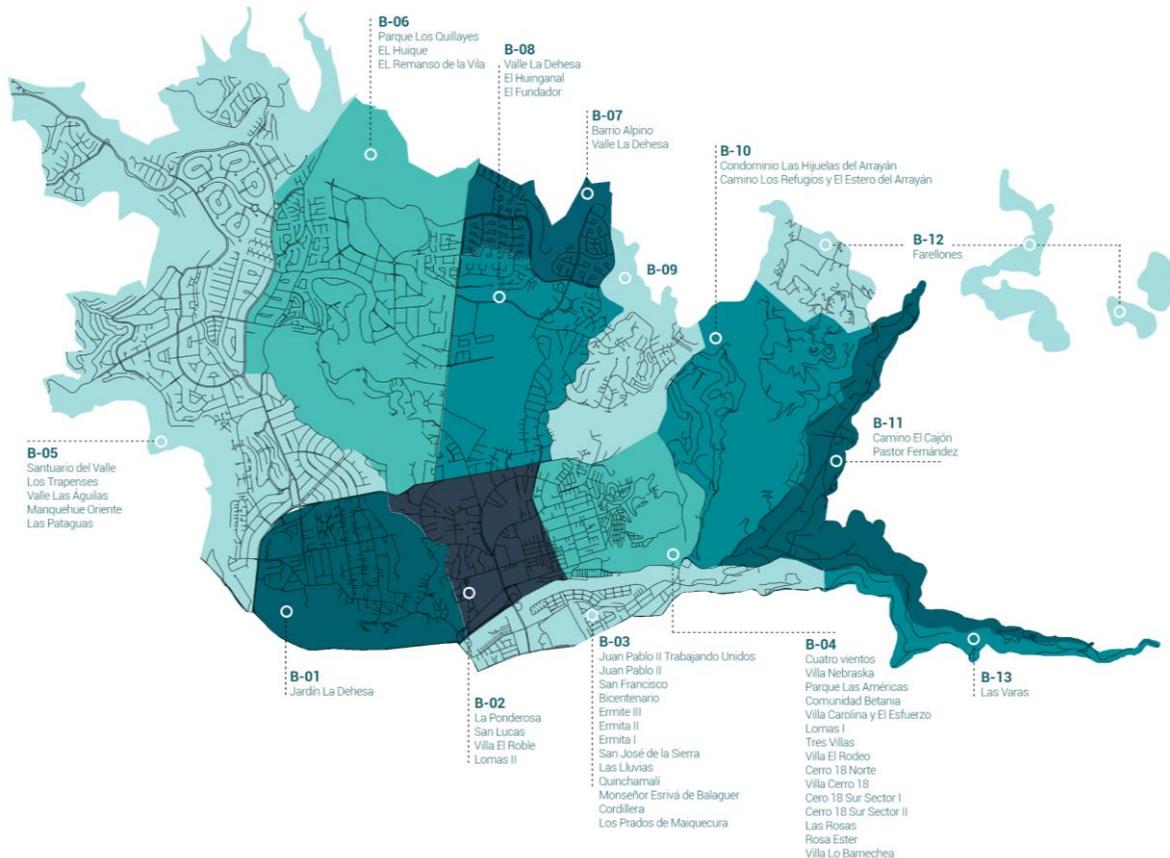
A modo general, se destaca la gran diversidad territorial en la comuna, dado por su heterogeneidad geográfica, lo cual se refleja entre otras cosas, en el clima y sus regímenes de lluvia, lo cual se abordará más en detalle en la sección 3.

Con respecto a la caracterización social del territorio, existen diversas organizaciones sociales funcionales o territoriales con diversos fines, destacando las 54 juntas de vecinos, las cuales se agrupan en 13 Unidades Vecinales (UV), la Unión Comunal de Juntas de Vecinos, la Unión Comunal de Adultos Mayores, organizaciones deportivas y culturales, comités de vivienda, centros de padres de los distintos colegios, agrupaciones de vecinos, congregaciones religiosas, el Comité Ambiental Comunal (CAC), el Consejo de Seguridad Comunal, entre otras.

A continuación, se grafica la distribución espacial de las UV y las JJV presentes en la comuna, según la información que se encuentra en la página web municipal². Sin embargo, cabe señalar que existen otras organizaciones vecinales reconocidas como Juntas de Vecinos desde el Municipio, pero al encontrarse fuera del Área Urbana Principal, no son catastradas en el plano comunal que se encuentra de manera pública.

² <https://www.lobarnechea.cl/vecinos/juntas-de-vecinos/>

Figura 03. Unidades Vecinales (UV) y Juntas de Vecinos (JJVV).



Fuente: Elaboración propia en base a "QuickScan Municipal".

Respecto a la caracterización socioeconómica de la comuna, la población se caracteriza por poseer una gran diversidad, con zonas urbanas de alto poder adquisitivo ubicadas en la zona oriente de la región Metropolitana, contrastado con zonas con una alta tasa de ruralidad y pobreza, lo cual se ve reflejado en la encuesta CASEN 2011, donde alrededor de un 17% de la población se considera *pobre* en la comuna de Lo Barnechea.

En el Master Plan Lo Barnechea 2010-2020, se determina que la situación socioeconómica de la población comunal determina su localización espacial, distinguiendo tres grandes áreas pobladas:

Tabla 01. Localización UV según nivel socioeconómico.

Nivel Socioeconómico	Área	Unidades Vecinales
Alto	La Dehesa, El Arrayán	B5, B6, B7, B8, B9 y parte de la B2; B10 y B11
Medio / Medio bajo	Pueblo Lo Barnechea, El Arrayán	Parte de la B2, B3 y B4. En sectores de la B10 y B11
Bajo y pobre	Cerro 18, Riberas Río Mapocho	B3, B4 y B13

Fuente (PADEM, 2020).

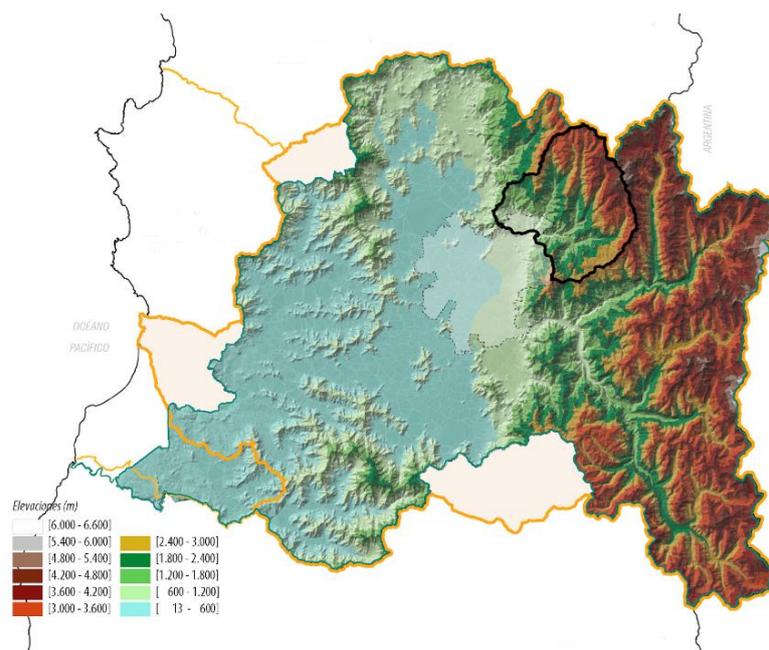
Tomando en consideración la Figura 03, se puede apreciar que la zona poniente de la comuna presenta los grupos socioeconómicos más altos, lo cual podrá ser importante de considerar al analizar la distribución de las diferentes localidades y sus consumos asociados. Así mismo, los sectores más vulnerables económicamente corresponden a las unidades vecinales B3, B4 y B13. Mientras que el primer sector mencionado corresponde al Cerro 18, el segundo lo hace a las riberas del Río Mapocho, donde están ubicadas las viviendas sociales de la Ermita de San Antonio. También en la unidad vecinal B13, que corresponde a Corral Quemado y camino a Farellones, persisten familias en situación de pobreza. (PADEM, 2020)

2.2. Contexto ambiental e hídrico

2.2.1. Patrimonio natural

La comuna de Lo Barnechea cuenta con una gran riqueza y patrimonio natural, con presencia de la alta montaña, los glaciares y cuerpos de agua su extensión, como lo son los canales, esteros, quebradas y humedales, además de áreas naturales protegidas como Santuarios de la Naturaleza, lo cual se ve contrastado con la ciudad y desarrollo urbano, con zonas urbanas, operaciones mineras y centros de esquí. Como se puede apreciar en la Figura 04 en el mapa de elevaciones, el territorio comunal de Lo Barnechea se compone en gran parte de zonas con elevaciones significativas, con la presencia de altas cumbres y que debido a su gran altitud (más de 4.000 msnm) pueden sustentar la presencia de glaciares.

Figura 04. Mapa de elevaciones región Metropolitana.

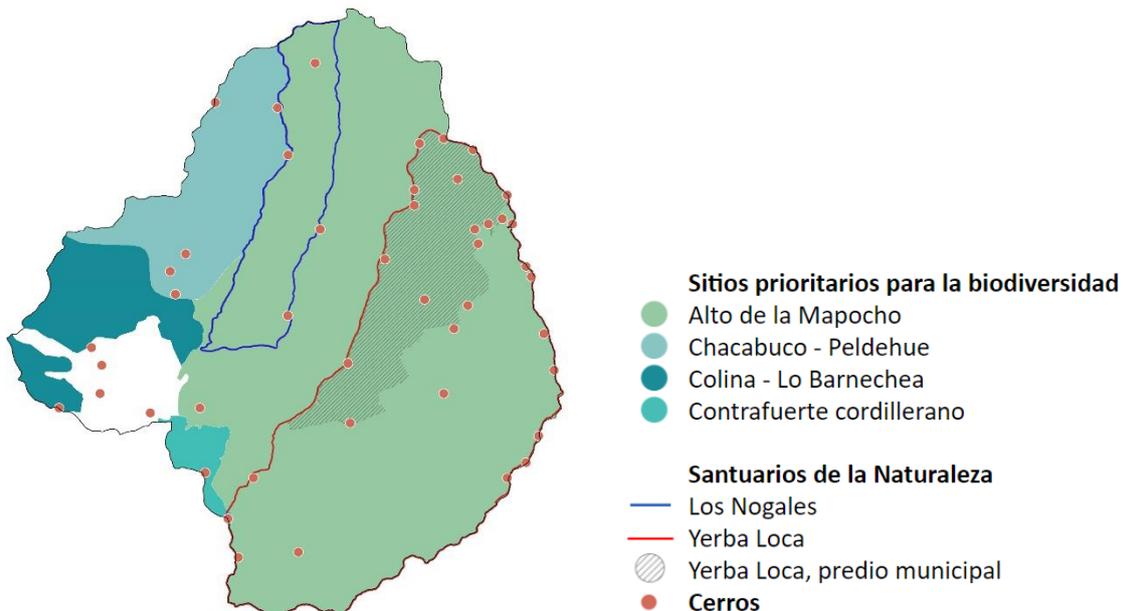


Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, existen Áreas de Valor Natural por su biodiversidad, establecido en la Estrategia de Conservación de la Biodiversidad de la región Metropolitana del Ministerio de Medio Ambiente (MMA) el año 2014 (CONAMA, 2014), donde se identifica que 4 de los 23 *Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad* dentro de la región se encuentran, total o parcialmente, dentro del territorio de la comuna de Lo Barnechea, los cuales se detallan a continuación:

- **Contrafuerte Cordillerano:** abarca 13.351 ha, comprendiendo el extremo oriente de las comunas de Lo Barnechea, Las Condes, La Reina, Peñalolén, La Florida y Puente Alto.
- **Altos de la Cuenca del Mapocho:** abarca 76.991 ha, comprendiendo la comuna de Lo Barnechea, más el extremo oriente de la comuna de Las Condes.
- **Colina - Lo Barnechea:** abarca 15.907 ha, comprendiendo la parte poniente de la comuna de Lo Barnechea, la parte suroriente de la comuna de Colina y el extremo norte de los territorios comunales de Huechuraba y Vitacura.
- **Chacabuco – Peldehue.**

Figura 05. Patrimonio natural en la comuna.



Fuente: Elaboración propia en base a (CONAMA, 2014).

Por otro lado, se presentan otros hitos naturales al interior del área urbana, como por ejemplo:

- 5 Cerros Isla: parte del Cerro Dieciocho, parte del Cerro Alvarado, parte del Cerro del Medio, parte del Cerro El Manzano y parte del Cerro Loma Larga.
- 6 Parques Quebradas: El Guindo, Los Carboneros, El Carrizo, Las Hualtatas, El Manzano y El Gabino o El Garín.
- 1 Avenida Parque (parque adyacente a cauces): Parque Estero El Arrayán
- Santuario de la Naturaleza Yerba Loca y Los Nogales.

Además de una importante red hídrica conformada por ríos, esteros, quebradas y otros cuerpos de agua, lo cual se detallarán en la sección 2.2.3. Cobra relevancia la presencia del Parque del Río Mapocho, el cual se extiende por 11 comunas de la región, además de Lo Barnechea.

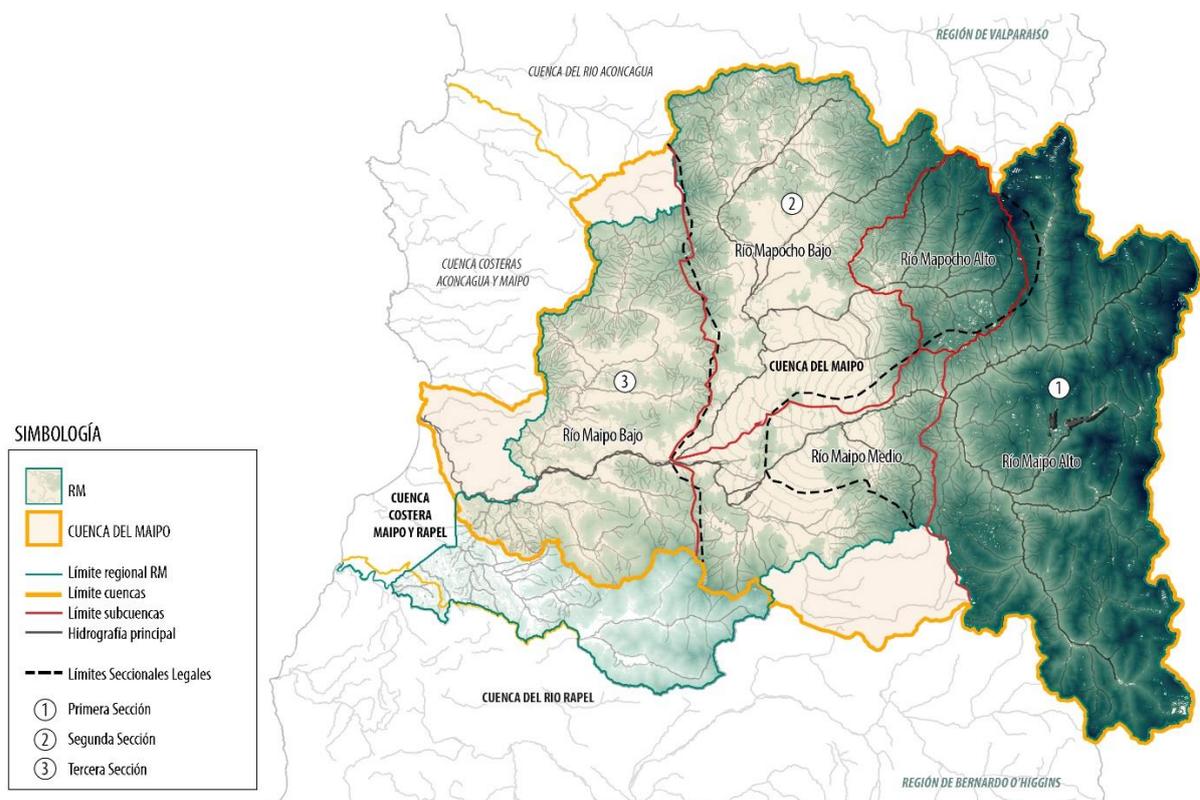
Cabe mencionar la existencia de “Áreas verdes complementarias”, definidas en el proyecto de actualización del Plan Regulador Comunal, como terrenos públicos o privados con uso de suelo de área verde, identificando en la comuna las siguientes 10: Club Ecuestre La Dehesa, Balneario El Arrayán, Club de Golf Lomas de La Dehesa, Club Caleuche, Club Las Condes, Club Old Georgian, Club Old Boys, Club de Golf La Dehesa, Estadio Banco Sudamericano y Estadio Colegio Médico.

Otros hitos relevantes ubicados en la zona precordillerana de Los Andes en la comuna son el cerro Pochoco, el sendero de Puente Ñilhue al cerro Provincia, y los cerros el Plomo, Paloma y Altar, cuyos glaciares se pueden apreciar desde la ciudad de Santiago.

2.2.2. Cuencas y subcuencas

La región Metropolitana se encuentra conformado en un 90% por la cuenca del río Maipo y el 10% restante corresponde a fracciones de las subcuencas del estero Yali, compartida con la región de Valparaíso, estero Alhué, y una mínima fracción de la subcuenca del río Rapel, estas últimas compartidas con la región del Libertador Bernardo O'Higgins, tal como se muestra en la Figura 06.

Figura 06. Cuenca del río Maipo y sus secciones.

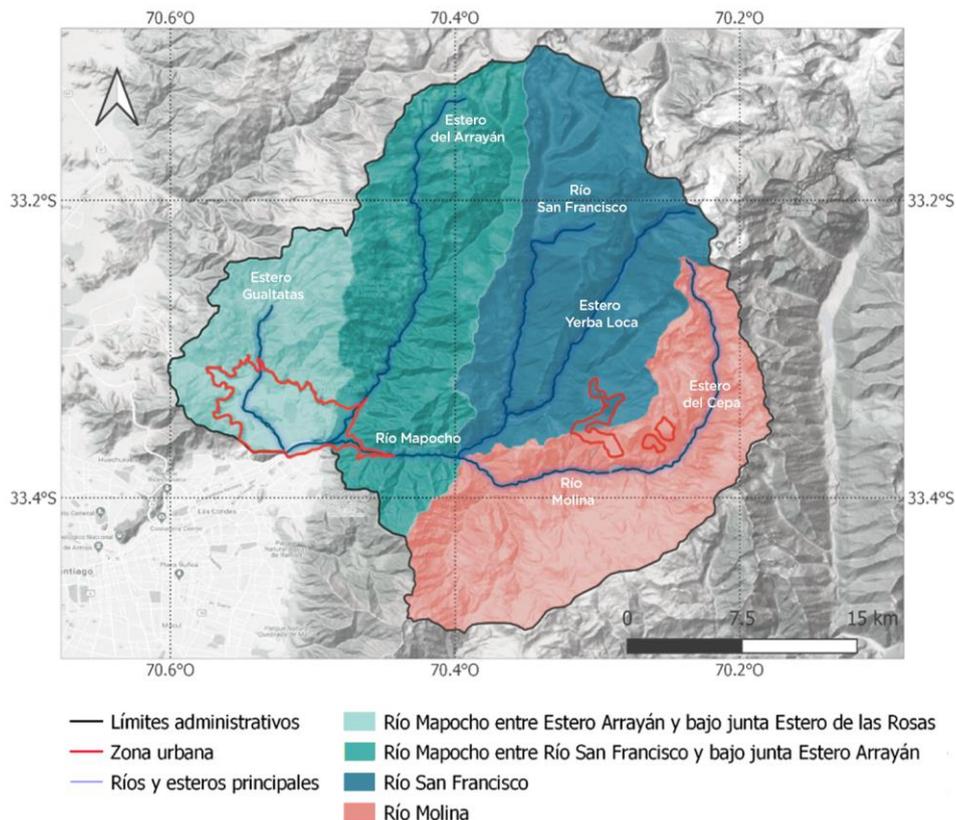


Fuente: Elaboración propia en base a (DGA, 2015)

Dada la ubicación geográfica de la comuna en el extremo nororiente de la región, el recurso hídrico se encuentra asociado a la cabecera de la cuenca del Maipo, en la primera sección de la cuenca del río Maipo, según la subdivisión legal establecida, donde se identifican tres grandes secciones, tal como se puede apreciar en la Figura 07. Por otro lado, la cuenca del Maipo se subdivide en 7 subcuencas: Estero Yali, Estero Alhué, Río Maipo Bajo, Río Maipo Medio, Río Maipo Alto, Río Mapocho Bajo y Río Mapocho Alto. Esta última, coincide exactamente con la comuna de Lo Barnechea. (DGA, 2015)

La subcuenca del Río Mapocho Alto a su vez se subdivide en 4 subsubcuencas, las cuales se analizarán en mayor detalle en la sección 4.2.

Figura 07. Subsubcuencas que conforman el territorio.



Fuente: Elaboración propia en base a delimitación de cuencas, subcuencas y subsubcuencas BNA (Mapoteca DGA, 2021)

2.2.3. Aguas superficiales y cuerpos de agua

En cuanto a las características hidrológicas del territorio de Lo Barnechea, se presentan diversos cuerpos de agua:

- **3 ríos:** El Mapocho, principal río de la comuna, que nace en la confluencia de los ríos Mapocho y Molina a unos 1.150 m.s.n.m., recorriendo 13 kilómetros el territorio de la comuna hasta su confluencia con el estero Las Gualtatas en el límite con la comuna de Vitacura; el río San Francisco, que nace en el cerro El Plomo a 3.200 m.s.n.m. y recorre 26 kilómetros, donde junto al río Molina, dan origen al Mapocho; y por último el río Molina, que nace a los 1.900 m.s.n.m., recorre 14 kilómetros hasta llegar a la unión con el San Francisco.
- **5 esteros:** Las Gualtatas, del Arrayán, Yerba Loca, del Cepo y Ortiga.
- **Más de 30 Canales:** 4 administrados por la Junta de Vigilancia del Estero El Arrayán, 6 administrado por la Junta de Vigilancia del Río Mapocho, y otros.
- **2 acuíferos:** Las Gualtatas y Lo Barnechea.
- **762 humedales:** 90 de ellos son considerados de tipo “humedales urbanos”
- **Glaciares:** 115 Rocosos, 3 Glaciaretas, 12 de Montaña y 1 de Valle;
- **13 embalses** principalmente destinados a la acumulación para producción de agua potable.

Los glaciares dentro del territorio cumplen un rol fundamental tanto a escala comunal como de cuenca, en el abastecimiento de agua y como parte del ciclo natural de los ecosistemas. Se espera una reducción del

80% de aporte glaciar en la cuenca (para el período 2030-2060 en relación con el histórico 1979-2015), a partir de estimaciones del Balance Hídrico Nacional (BHN) (DGA, 2017).

En la siguiente tabla se señala la cantidad y superficie de cada tipo de glaciar, en cada una de las cuatro subsubcuencas que forman para de la comuna:

Tabla 02. Glaciares por subsubcuenca.

Subsubcuenca	Rio Molina		Rio San Francisco		Rio Mapocho entre rio san francisco y bajo junta estero arrayan		Rio Mapocho entre estero arrayan y bajo junta estero de las rosas	
	Cantidad	Área (km ²)	Cantidad	Área (km ²)	Cantidad	Área (km ²)	Cantidad	Área (km ²)
Glaciar Rocososo	27	3.3	79	13.7	9	0.3	0	0.0
Glaciarete	3	0.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Glaciar de Montaña	5	5.9	7	4.9	0	0.0	0	0.0
Glaciar de Valle	1	5.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Total	36	15.1	86	18.6	9	0.3	0	0.0
Porcentaje del total	27%		66%		7%		0%	

Fuente: Elaboración propia en base a delimitación de cuencas, subcuencas y subsubcuencas BNA (Mapoteca DGA, 2021)

Por otro lado, en la comuna existen 762 humedales según el Inventario Nacional del año 2020 del Ministerio de Medio Ambiente, donde 90 de ellos se determinan como “asociados a límite urbano”. Cabe destacar que, en la región Metropolitana, las comunas de Colina y Lo Barnechea son las que concentran un mayor número de humedales en áreas urbanas según dicho catastro.

En la Figura 08 se puede identificar la ubicación de los diferentes humedales que forman parte de la comuna y su distribución en el territorio, donde la subcuenca del Río Molina contiene la mayoría de los humedales de la comuna, alcanzando casi un 50% del total y, por otro lado, la subcuenca del río Mapocho entre el estero las Gualtatas -en donde se encuentra la mayor parte del área urbana principal de la comuna- posee solo un 3% de los humedales, siendo estos principalmente humedales urbanos.

Figura 08. Ubicación de los humedales en la comuna de Lo Barnechea y su distribución en cada subsubcuenca.

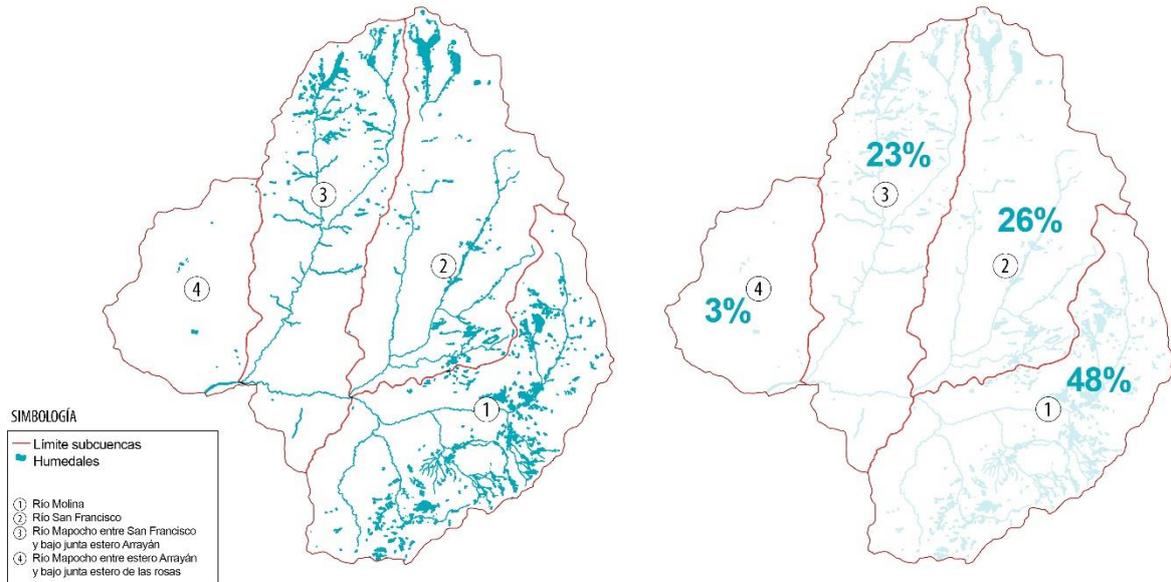
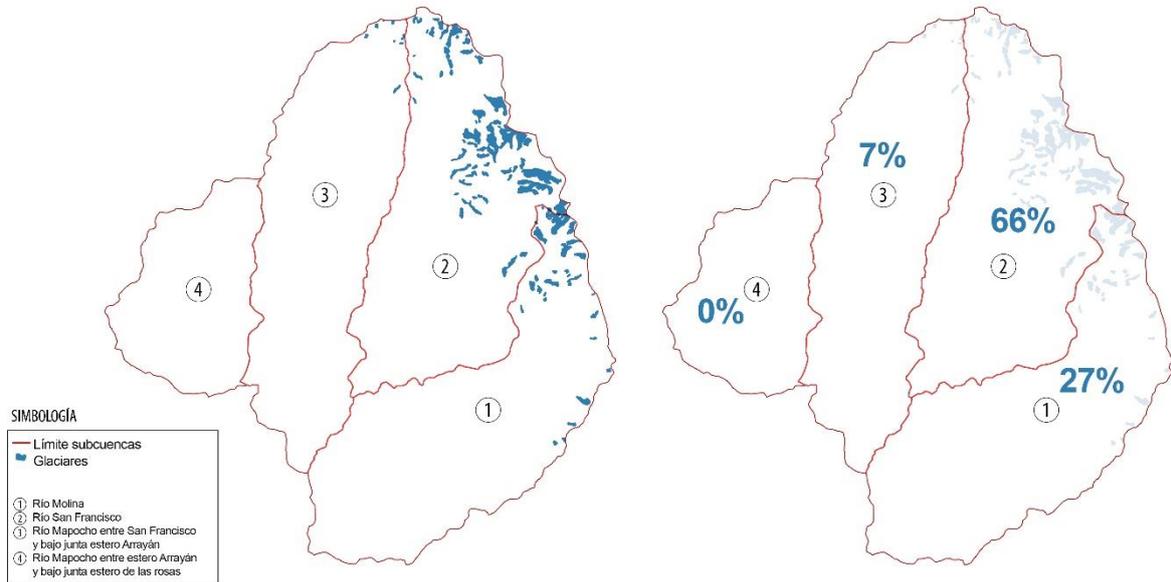


Figura 09. Ubicación de los humedales en la comuna de Lo Barnechea y su distribución en cada subsubcuenca.



Fuente Figuras 08 y 09: Elaboración propia en base a IDE y Catastro Nacional de Humedales del MMA (2020).

El 24 de noviembre de 2020 se publicó el Reglamento en el Diario Oficial, hecho que marca la entrada en vigencia de la **ley N°21.202 de Humedales Urbanos**, que modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos. Estos se constituyen en la normativa como elementos claves en el funcionamiento y desarrollo de los sistemas urbanos contribuyendo al manejo de la escorrentía urbana, gestión sustentable de aguas lluvia, control de inundaciones y configuración del paisaje urbano.

Los procedimientos para reconocer humedales urbanos que incluye el reglamento, considera la recepción de solicitudes de declaración de humedales urbanos por parte de los municipios y el reconocimiento de

humedales de oficio por parte del Ministerio de Medio Ambiente, con el objetivo de establecer *los criterios mínimos para la sustentabilidad de los humedales urbanos, para el resguardo de sus características ecológicas y su funcionamiento, y la mantención del régimen hidrológico, tanto superficial como subterráneo, integrando las dimensiones sociales, económicas y ambientales.* (MMA, 2020).

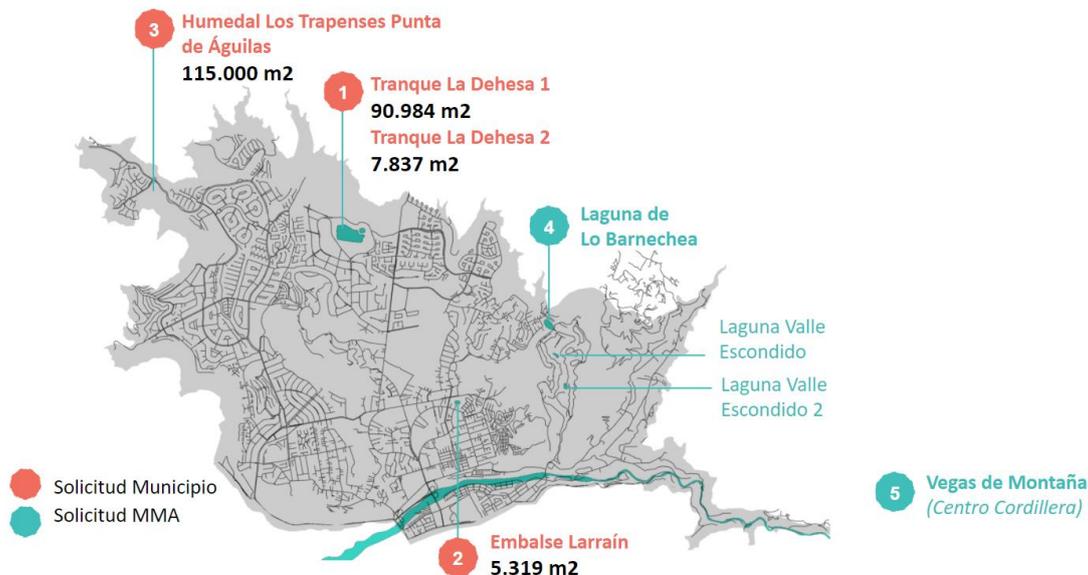
Desde el municipio de Lo Barnechea se lleva a cabo la solicitud para 3 humedales³:

- **Tranque La Dehesa** (que considera el tranque 1 y el 2 del Catastro nacional, con 90.984,1 m² y 7.837,4 m², respectivamente)
Solicitud declarada admisible por el MMA - 04 de enero de 2021
- **Humedal Embalse Larrain** (5.319,1 m²)
Solicitud declarada admisible por el MMA - 04 de enero de 2021
- **Humedal Los Trapenses Punta de Águilas** (115.000 m²)
Solicitud declarada admisible por el MMA

Por otro lado, desde el Ministerio del Medio Ambiente también se hace la solicitud de reconocimiento de 2 de los humedales urbanos que componen el territorio, la “Laguna de Lo Barnechea” y “Las Vegas de Montaña”, ubicado en el centro cordillera⁴.

En la Figura 10 se señala la ubicación de los humedales anteriormente identificados y además se puede apreciar que, dentro del sector urbano de la comuna, quedan sólo 2 humedales que no se encuentran en proceso de protección: Laguna Valle Escondido 1 y 2. Cabe señalar que ambos cuerpos de agua se ubican en la localidad de Valle Escondido, lo cual ha configurado diversidad conflictos por el uso privado que se les otorga.

Figura 10. Humedales urbanos solicitados en el Área Urbana Principal



Fuente: Elaboración propia.

3 <https://humedaleschile.mma.gob.cl/procesos-desde-municipios/>

4 <https://humedaleschile.mma.gob.cl/procesos-de-oficio/>

Por otro lado, otro de los grandes problemas socioambientales que enfrenta la comuna, tiene relación con el *Humedal Los Trapenses* (denominado como *Tranque Punta de Águilas* según el *Inventario Nacional*), debido al entubamiento del 1 afluente llamado Estero Carrizo, lo que ha generado un cambio rotundo de su condición natural, tal como se puede apreciar en la siguiente imagen, donde a la fecha, se encuentra seco. Esto además ha configurado una mayor dificultad para su aprobación como “Humedal Urbano”, debido a la pérdida de su condición como tal, lo cual se encuentra en proceso de evaluación según lo informado desde el Municipio de Lo Barnechea.

Figura 11. Humedales Los Trapenses - julio de 2019 y 2021 (situación actual)



Fuente: Imágenes Organización “Salvemos Lo Barnechea”.

Por tanto, el ímpetu de parte del municipio para considerarlos dentro del patrimonio natural y asegurar su protección, viene dado por una responsabilidad del municipio, junto a una solicitud desde la ciudadanía para evitar degradar estos importantes sistemas con -por ejemplo- la expansión de la ciudad a través de nuevas construcciones.

“...con esta medida, vamos a poder proteger su flora y su fauna y además, nos va a permitir asegurar que en ellos nunca se construya, que es lo que todos los vecinos de Lo Barnechea nos han pedido.”

(Alcalde de Lo Barnechea, Cristóbal Lira).

Cabe señalar que el inventario de humedales es información a nivel país cuya fuente se hace a través de la teledetección, por lo tanto, hay información que probablemente no coincide con la que se levantó desde el municipio de Lo Barnechea, representado en el visor SIG del municipio⁵. Esto se identifica como una brecha de información y dificultad para obtener información clara y validada para el diagnóstico. Desde el municipio consideran la necesidad de hacer una revisión conjunta con el Ministerio del Medio Ambiente, para tener un catastro validado por ambas partes y que corresponda a la realidad territorial de manera precisa.

Desde el MMA se encuentra en proceso de elaboración el Reglamento de *Criterios Mínimos para la Sustentabilidad para Humedales Urbanos*, el cual entregará lineamientos técnicos que permitan la sustentabilidad de estos humedales, resguardando sus características ecológicas e hidrológicas, promoviendo el uso racional de estos ecosistemas y la gobernanza de ellos, además de guiar a municipios en la elaboración de sus ordenanzas generales de protección de humedales. Además, compromete la

⁵ <https://sitmlb.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=9de0343774ca4cbba1e57c6ebdd4769b>

elaboración de guías técnicas de apoyo para la implementación efectiva de los criterios, la delimitación y caracterización de humedales urbanos y para la evaluación ambiental de proyectos o actividades que se pretendan emplazar en humedales urbanos, lo cual se presenta como una importante oportunidad para que el municipio pueda avanzar en esta materia.

2.2.4. Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas en Chile se gestionan en una unidad de territorio denominada Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común (SHAC), que puede corresponder a un acuífero o parte de él. Para mayor comprensión, se presentan las siguientes definiciones:

- Acuífero: “Formación geológica (no consolidada o consolidada), permeable susceptible de almacenar agua en su interior y ceder parte de ella” (DGA 2004, HSB-03 en (DGA, 2019).
- Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común: “Acuífero o parte de un acuífero, cuyas características hidrológicas espaciales y temporales permiten una delimitación para efectos de su evaluación hidrogeológica o gestión de forma independiente” (D.S. 203 de 2013 en (DGA, 2019).

La oferta hídrica subterránea está dada por la recarga natural de los distintos acuíferos presentes en la Región Metropolitana y sus subcuencas aportantes.

En la comuna de Lo Barnechea se presentan dos sectores acuíferos: el acuífero de las Gualtatas y el sector acuífero Lo Barnechea, lo cual se revisará en mayor detalle en la sección 3.3. Caracterización hidrogeológica.

2.2.5. Algunos hitos en la comuna

Si bien el territorio comunal cuenta con una importante riqueza natural, tanto en flora, fauna, red hidrográfica, glaciares, humedales, bosques, entre otros, es importante identificar que existen diversas intervenciones antropológicas que forman parte de este ecosistema.

Como se revisó anteriormente, existen 2 áreas urbanas de desarrollo, donde habita la mayoría de la población comunal. Por otro lado, se cuenta con la presencia de la Ruta G-21, la cual articula el territorio desde la ciudad de Santiago, hasta centros de esquí, ubicados en el área urbana Centro Cordillera, además de la conexión terrestre con el parque Yerba Loca y toda la zona alta del territorio.

Además, se pueden identificar centros de esquí y la zona urbana que compone la alta montaña. En primer lugar, está el pueblo de Farellones, localizado a 34 kilómetros de distancia de Santiago, la cual fue definida como área urbana en el PRMS (1994). Es importante destacar que este centro data de 1937, época donde se constituyen los primeros refugios y conexión hacia ellos. Luego se constituyen los centros de esquí de La Parva, El Colorado y Valle Nevado, este último, ubicado a 46 kilómetros de Santiago, con una altitud de 2.800 m.s.n.m.

Por otro lado, cabe destacar la presencia del sector minero en la comuna, representando a la única actividad industrial en el territorio.

2.3. Instrumentos de planificación del municipio y sinergias con el agua

La comuna de Lo Barnechea cuenta con diferentes instrumentos de ordenamiento territorial e instrumentos de gestión local. Estos se analizan para identificar si la problemática en materia hídrica forma parte de dichos instrumentos vigentes, entregando una visión más acabada de la situación actual, cómo se está abordando actualmente, y por posibles modificaciones y sinergias con el presente proyecto de Acuerdo Territorial de Eficiencia Hídrica.

1.- Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS)

El PRMS distingue dos áreas de expansión urbana en Lo Barnechea: “Área Urbana Principal” y el “Centro Cordillera”. Así mismo, el PRMS estableció un Área de Preservación Ecológica que abarca todo el territorio comunal sobre la cota 1.000 m.s.n.m., exceptuando el sector “Área Urbana Centro Cordillera”, las actividades de carácter industrial (faenas mineras) y parte de algunos loteos de Las Colinas y Falda Larga. Es importante destacar la observación obtenida desde el informe técnico de diagnóstico en el marco del proyecto “Acuerdo Territorial de Adaptación al Cambio Climático en zonas de Cordillera y Precordillera” (2018), en cuanto a la identificación de riesgos en el PRMS 100, donde solo se distinguen como tal, las adyacentes a las zonas urbanas, excluyendo las zonas de alta sensibilidad como lo es la ruta G-21 y los asentamientos humanos que se localizan junto a esta.

2.- Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea (PRC)

En la comuna de Lo Barnechea existen dos Planes Reguladores. El primero considera como su área territorial de aplicación el área urbana principal, aprobado por el Decreto Alcaldicio No 1295 de fecha 3 de septiembre de 2002 y publicado en el Diario Oficial el 5 de septiembre del mismo año. Por otro lado, se cuenta con el PRC del área urbana Sector Centro Cordillera⁶. Este último fue incorporado a través de una modificación al PRC comunal el año 2018, ante la necesidad de considerar el sector conformado por las localidades de Farellones, La Parva, El Colorado y Valle Nevado a la regulación urbana comunal.

Actualmente, el PRC se encuentra en proceso de actualización, en proceso de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) en el SEA, con fecha de ingreso 27/09/2019. Dicha evaluación incluye un diagnóstico ambiental de la comuna, zonas de riesgos de inundaciones y levantamientos de información territorial (MMA, 2019).

El objetivo de este proceso se centra en *promover un desarrollo urbano sostenible en términos espaciales, funcionales y ambientales, con el propósito de formular una propuesta de estructuración territorial a largo plazo, que sea coherente con los valores naturales y paisajísticos de la comuna y el patrimonio cultural intangible, rescatando los atributos de integración social, carácter residencial y áreas verdes, como activo para un desarrollo urbano armónico.*

3.- Plan de Desarrollo Comunal - PLADECO 2017-2021

Dentro del PLADECO se determinan 3 ámbitos de acción, de los cuales se identifican las principales dimensiones sinérgicas en materia hídrica:

- Proactividad.
- Naturaleza: *(Con dimensiones como: 2.1. Desarrollo y mejoramiento sostenido de áreas verdes; 2.2. Presencia activa y acompañamiento en espacios naturales; 2.4. Levantar como causa la defensa y cuidado de la naturaleza).*
- Seguridad.

Para cada uno de estos ámbitos se proponen proyectos específicos. A continuación, se identifican 20 iniciativas de un total de 406 de la cartera de iniciativas del PLADECO 2017-2020, en los diferentes ejes y ámbitos de acción, que tienen relación y sinergias en el marco de la presente iniciativa.

6 [https://www.lobarnechea.cl/plan_regulador/area-urbana-sector-centro-cordillera-modificacion-n9-al-prc/?parent=%C3%81rea%20Urbana%20Sector%20Centro%20Cordillera%20\(Modificaci%C3%B3n%20N%C2%B09%20al%20PRC\)](https://www.lobarnechea.cl/plan_regulador/area-urbana-sector-centro-cordillera-modificacion-n9-al-prc/?parent=%C3%81rea%20Urbana%20Sector%20Centro%20Cordillera%20(Modificaci%C3%B3n%20N%C2%B09%20al%20PRC))

Tabla 03. Iniciativas rescatadas del PLADECO 2017-2020.

Eje de desarrollo	Ámbito	Nombre del proyecto
Sostenibilidad ambiental	Medio ambiente	Proyectos de Educación Ambiental
		Plan de arbolado y vegetación urbana
		Implementar más espacios naturales
		Plan de desarrollo integral de sustentabilidad
		Proyectos de protección al medio ambiente
		Mantenimiento del paisaje natural
	Implementar norma de arbolado urbano con especies endémicas y/o nativas (reducción mantenciones y recurso agua)	
Protección patrimonio	y	Cuidado y protecciones glaciares
Desarrollo territorial	Infraestructura equipamiento	Mejoramiento de la Red Colectora de Aguas Lluvias
		Diseño y ejecución de proyecto de Pavimentación y Aguas Lluvias (Farellones y El Colorado)
		Proyectos evacuación aguas lluvias en diversos puntos de la comuna
		Construcción colectores de aguas lluvia
		Asegurar el canal que corre por camino Los Refugios
		Recuperación de canales de riego en todo el Arrayán
		Construcción alcantarillado Arrayán
		Colector de aguas servidas – sector Arrayán
APR Camino a Farellones (Corral Quemado, La Ermita, Camino Antiguo Farellones, Las Varas)		
Deporta y Recreación	Áreas verdes	Piscinas de acumulación de agua para riego grandes parques

Fuente: Elaboración propia en base a (PLADECO, 2017-2020).

Finalmente, se anexa al presente instrumento, una **Política Ambiental** al año 2020, que dentro de sus objetivos incluye la proyección de los Recursos Naturales, lo que proporciona fundamentos para trabajar proyectos en el ámbito hídrico.

4.- SCAM, Sistema de Certificación Ambiental Comunal.

El municipio logró la Certificación Ambiental Municipal de Excelencia Sobresaliente el año 2020, concretando compromisos adquiridos con el Ministerio de Medioambiente, lo que se traduce en una mayor participación de los comités ambientales e implementación de medidas a mediano y largo plazo. Cabe señalar que existe una categoría mayo de "Acreditación de Vocación Ambiental Comunal (AVAC)", la cual tiene objetivos y metas, las cuales puede ser muy sinérgicas con la presente iniciativa y las medidas que se puedan implementar.

5.- Ordenanzas y decretos municipales

A continuación, se identifican 2 decretos municipales en relación a la temática hídrica:

- Ordenanza Local sobre Medio Ambiente (2016).⁷

Decreto N° 1977/2016, del 02-06-2016.

Regula las acciones para el desarrollo de las funciones relacionadas con la protección del medio ambiente en todo el territorio comunal.

7

https://www.lobarnechea.cl/transparencia/DECRETO_1977_02_06_16_APRUEBASE_ORDENANZA_LOCAL_SOBR E_MEDIO_AMBIENTE_DE_LA_COMUNA_Y_DEROGA_ORDENANZAS_QUE_INDICA.pdf

- Ordenanza local sobre el cuidado del recurso hídrico en la comuna de Lo Barnechea (2020). Decreto DAL N° 0321/2020 con fecha 25-03-2020
Define lineamiento para un uso racional del recurso hídrico en el espacio público, como horarios, uso del agua potable para actividades que no lo requieran. Recomendación de “Manual para el Hogar – Serie de Consumo Responsable de la Superintendencia de Servicios Sanitarios”.
- Comisión para el Ahorro, Consumo Responsable y Eficiencia Hídrica.
Decreto DAL N°233 del 6 de marzo 2020, Municipalidad de Lo Barnechea.

2.4. Iniciativas desde el Municipio con relación al agua

Una vez revisados los diferentes instrumentos de gestión municipal, se identifican además diferentes estrategias, planes, programas, iniciativas y/o acciones desde el Municipio o en los que participa, que tienen relación con el Acuerdo propuesto para posibles sinergias en la elaboración de las medidas y compromisos de la presente iniciativa. A continuación se describen algunas de ellas:

1.- Estrategia Hídrica Lo Barnechea

Iniciativa que nace a raíz de la declaración de Zona de Escasez hídrica del MOP, a fines del año 2019, con el objetivo de consolidar en un solo programa las acciones en materia de eficiencia hídrica impulsadas y/o implementadas por el municipio.

Existe una mesa hídrica municipal, donde participan distintas direcciones municipales, donde se trabaja en la implementación de la estrategia hídrica, con un seguimiento a las acciones comprometidas.

La estrategia trabaja 2 grandes objetivos:

- 1) Municipal: Incluye acciones de ahorro hídrico en las instalaciones y actividades municipales, como cambio de griferías en instalaciones o tecnificación de riego, etc.
- 2) Territorial: Incluye acciones de ahorro hídrico en términos comunales, tiene relación con las iniciativas impulsadas por el municipio para fomentar la gestión hídrica comunal, como por ejemplo El Acuerdo Territorial de Eficiencia Hídrica o la **campaña "Gota a Gota el Agua se Agota"**⁸

2.- Declaración de Humedales Urbanos

Para fomentar la protección de los humedales existentes en el territorio y a raíz de la nueva normativa de humedales del MMA descrita anteriormente, el municipio ha solicitado la declaración de 3 humedales urbanos admitidos a tramitación por la SEREMI de Medio Ambiente.

3.- Agua Potable con la Corporación de Adelanto de Farellones (CAF)

Con foco en apoyar la disponibilidad de agua potable del sector de alta montaña, específicamente para la localidad de Farellones, el proyecto busca instalar un estanque de 49 m³ en terreno municipal en comodato a la CAF. Lo anterior se encuentra en proceso de evaluación de factibilidad.

4.- Proyecto de solución de Aguas (PTAS - Planta de Tratamiento de Aguas Servidas)

El proyecto busca entregar una solución estándar al tratamiento de aguas servidas del sector de Farellones, a través de un proyecto que se trabaja con la CAF. Lo anterior se encuentra en proceso de evaluación de factibilidad.

8 www.lobarnechea.cl/gota-a-gota

5.- Agua Potable Rural (APR) Corral Quemado

En la línea de abordar el problema de la disponibilidad de agua, se trabaja en el apoyo a la instalación de un APR para Corral Quemado, localidad ubicada en la Ruta G-21.

6.- Declaración de compromiso de la Municipalidad de Lo Barnechea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (2019)⁹.

7.- Guía de gestión sostenible para la mantención y conservación de cauces (2020).¹⁰

8.- Informe Criosfera de la cuenca del Río Mapocho: Hielos en Peligro (2020).

Estudio técnico realizado por el académico de la Universidad de Chile, Doctor en Geografía, Francisco Ferrando. Este informe fue solicitado desde la Municipalidad para dar a conocer la importancia de los glaciares que se encuentran ubicados en la comuna, y evalúa posibles impactos sobre ellos.

9.- Plan Estratégico Cordillera (PEC) (2019). (Centro de Inteligencia Territorial, Universidad Adolfo Ibáñez)

10.- Proyecto Gestión Hídrica Mapocho Alto, CENRE (Centro de Economía de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente, U. de Chile)¹¹.

El proyecto tiene como objetivo crear y poner en funcionamiento un mecanismo que permita enfrentar adecuadamente los problemas de calidad y escasez del recurso agua en la parte alta de la cuenca del río Mapocho con la participación de todos los grupos de interés de la zona, en el cual la Municipalidad participa en el trabajo de las mesas hídricas.

Finalmente, la presente iniciativa del “Acuerdo Territorial de Eficiencia Hídrica” es impulsada por la Municipalidad de Lo Barnechea, como el primer Acuerdo Territorial en Chile enfocado en esta materia, con el objetivo de generar una articulación de actores en el territorio, a través de la participación multisectorial (público, privado, academia, sociedad civil), para establecer medidas concretas y metas, a través de compromisos individuales y colectivos de manera mancomunada.

2.5. Gobernanza y gestión Municipal en Lo Barnechea en torno al agua

Dentro del Municipio de Lo Barnechea no existe una figura central que gestione el tema hídrico de manera global y transversal, sin embargo, existen diferentes áreas y equipos de trabajo que tienen relación con la gestión del agua, las cuales se señalan a continuación:

Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato (DIMAO)

Área a cargo del riego de áreas verdes, limpieza de la comuna, sanitizaciones, entre otras. Concretamente en acciones como el retiro de residuos, reciclaje, educación ambiental, campañas y contacto directo con vecinos y vecinas.

Dirección de Sostenibilidad

Dirección encarga de temas del medioambiente a nivel global, biodiversidad, cambio climático, planificación

⁹ <https://www.lobarnechea.cl/ods/objetivo-6>

¹⁰ https://www.lobarnechea.cl/transparencia/DEC_DAL_009722_0828__11-08-2020_.pdf

¹¹ <https://www.gestionhidricamapochoalto.cl>

y gestión. A través del manejo y coordinación de conflictos socioambientales en el territorio, como por ejemplo Chaguay, Humedal Los Trapenses, evaluaciones del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y la coordinación de instrumentos de planificación en la materia.

Dirección de Administración y Finanzas

Consumo en recintos municipales y áreas verdes.

2.6. Restricciones y zonas de prohibición

Para comprender a cabalidad el alcance de la escasez hídrica que afecta a distintos territorios del país, y en particular a la comuna de Lo Barnechea, y de las oportunidades de afrontar dicha escasez mediante instrumentos normativos, es relevante hacer una breve definición de éstos.

En Chile, los principales instrumentos con que cuenta la Dirección General de Aguas (DGA) para enfrentar escenarios de escasez hídrica son: *los decretos de escasez hídrica, las declaraciones de agotamiento de una fuente de agua superficial, las declaraciones de área de restricción de aguas subterráneas y las declaraciones de prohibición de extracciones de aguas subterráneas.*

Decretos de escasez hídrica.

Los decretos de escasez hídrica proveen herramientas a usuarios del agua y a la población en general para reducir los daños de la sequía, mediante la posibilidad de: a) redistribuir las aguas, b) autorización de extracciones de aguas superficiales o subterráneas con mayor facilidad (incluso en zonas que se encuentra agotadas o con decreto de prohibición), c) distribución de cauces, d) indemnización por parte del fisco para usuarios afectados por una reducción en su derecho.

En el caso de la comuna de Lo Barnechea, ésta ha sido declarada por el Ministerio de Obras Públicas como Zona de Escasez Hídrica a través de los Decretos:

- Decreto MOP N°124, noviembre de 2019.
- Decreto MOP N°58, abril de 2020.
- Decreto MOP N° 125, octubre de 2020, vigente hasta abril de 2021.

Declaración de agotamiento de una fuente de agua superficial.

La DGA puede declarar mediante una resolución, el agotamiento de una fuente natural de agua superficial (río, lago, laguna u otro), señalando mediante esta que la disponibilidad del recurso hídrico para la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento (DAA) de aguas superficiales de tipo consuntivo y ejercicio permanentes se encuentra agotada. Sin embargo, esta declaración no impide la constitución de nuevos derechos de tipo no consuntivo o consuntivo de ejercicio eventual. Para mayor comprensión de lo anterior, se aclara que los DAA de tipo consuntivos facultan al titular a consumir totalmente las aguas en cualquier actividad y los no consuntivos, permiten emplear el agua sin consumirla y obligan a restituirla en la forma que lo determine el acto de adquisición o de constitución del derecho. Esto será abordado en mayor detalle en la sección 4.1. del presente Informe.

En el caso de la comuna de lo Barnechea existe la siguiente declaración de agotamiento:

- Resolución DGA N°383, septiembre de 1983. Se declara el agotamiento de la primera sección del río Mapocho y sus afluentes (incluyendo el estero El Arrayán).

Declaración de áreas de restricción de aguas subterráneas.

La DGA tiene la facultad de declarar áreas de restricción de aguas subterráneas, en los Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común, donde se demuestre que existe grave riesgo de descenso en los niveles de agua, lo cual generaría un perjuicio a los derechos de terceros ya establecidos en él (peligro la sustentabilidad). Sin embargo, en aquellos SHAC que cuenten con una declaración de áreas de restricción, se pueden aun constituir derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas de tipo “provisorios”.

La comuna de Lo Barnechea fue declarada como área de restricción de aguas subterráneas en julio del año 2004, mediante la resolución DGA N°293. La cual impuso la restricción a la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en las comunas de Lo Barnechea, Las Condes y Vitacura.

A continuación se detallan las resoluciones aprobadas en la comuna:

- Res. DGA N° 293, 27/07/2004 (modificado)
- Res. DGA N° 238, 13/10/2011¹² (sin modificaciones)

Modifica Res. N° 293/2004.

Declara área de restricción para nuevas extracciones de aguas subterráneas en el sector acuífero denominado Mapocho Alto, sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común denominados Las Gualtatas, Lo Barnechea y Vitacura, de la región Metropolitana.

Prohibición de extracción de nuevas explotaciones de aguas subterráneas.

La DGA tiene la facultad de declarar zonas de prohibición para nuevas explotaciones de aguas subterráneas, cuando se hayan constituido derechos de aprovechamiento de aguas que comprometen toda la disponibilidad determinada por la Dirección General de Aguas para la constitución de derechos de aprovechamiento, tanto definitivos como provisionales, mediante resolución fundada en la protección de acuífero (Código de Aguas, Art. 63; Art. 35, Decreto Supremo, 20/05/2013).

En la comuna de Lo Barnechea, se declaró mediante la Res. N° 22 DGA, 01/02/2021, los SHACs de Santiago Central, Chicureo, Vitacura, Lo Barnechea y Las Gualtatas, de la región Metropolitana, como zonas de prohibición para nuevas explotaciones de aguas subterráneas. No considerando posible otorgar provisionalmente nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en dichos sectores.

En virtud de la presente declaración de zonas de prohibición se dará origen a la formación de una comunidad de aguas subterráneas para los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común denominados Santiago Central, Chicureo, Vitacura, Lo Barnechea y Las Gualtatas, compuesta por todos los usuarios de aguas subterráneas comprendidos en ella. Sin embargo, a la fecha, dicha comunidad no ha sido conformada, lo cual dificulta la coordinación y gestión de los recursos hídricos subterráneos.

Por otra parte, desde el 8 de abril del año 2020 opera en los sectores acuíferos de la comuna de Lo Barnechea la Resolución exenta N°453, la cual exige el monitoreo de extracciones efectivas de titulares de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas. Sin embargo, aún no existe tal obligación para los derechos de agua superficiales. Por lo tanto, no existe información concreta sobre uso efectivo del agua en la cuenca.

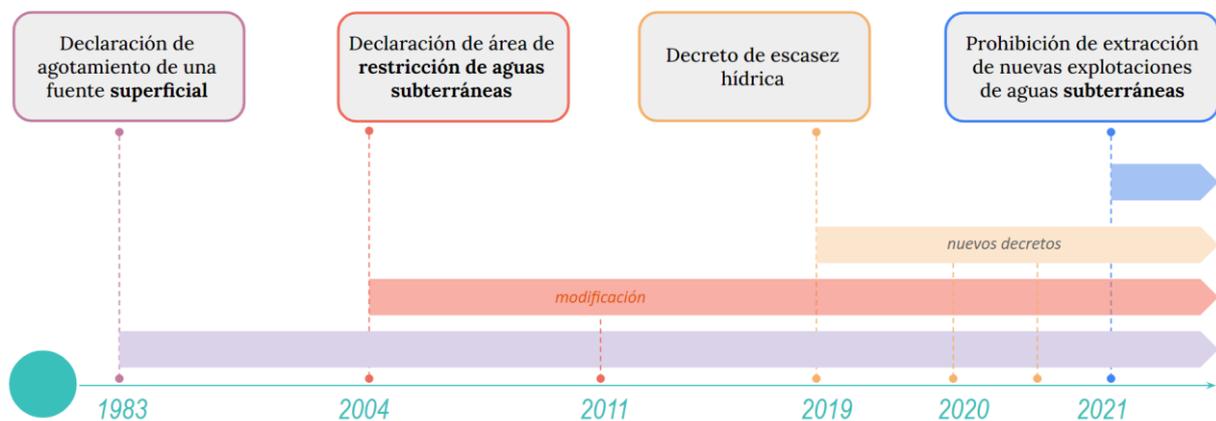
12 <https://snia.mop.gob.cl/transparencia/documentos/publicacionnoviembre02.pdf>

Res exenta DGA N° 453, 08/04/2020.¹³

Específicamente, la resolución ordena a los titulares de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas cuyos puntos de captación se encuentran ubicados en los sectores hidrológico de aprovechamiento común denominados Chicureo, Colina Inferior, Las Gualtatas, Lo Barnechea, Vitacura, Yali Alto, Til Til, Chacabuco-Polpaico, Lampa, Colina Sur, Santiago Norte, Santiago Central, Puangue Alto, Puangue Medio, Cholqui, Popeta, Melipilla, La Higuera, Paine, El Monte Nuevo, Estero San Vicente, Yali medio, Estero San Pedro, Estero Las Diucas, Pirque y Buin, de la RM, instalar y mantener sistemas de medición y transmisión de extracciones efectivas. Sin embargo, a la fecha no todos declaran lo anterior.

De acuerdo a lo que se presenta en la Figura 12, ya en el año 1983 se desplegaron medidas orientadas a restringir el uso de agua en la comuna, primero en relación a las aguas superficiales y desde el año 2004 para las aguas subterráneas. Sin embargo, recién en los años 2019 y 2021 se generaron las medidas orientadas a restringir también el otorgamiento y uso de derechos eventuales, para el caso de las aguas superficiales, y de los derechos provisionales para las aguas subterráneas. Esto es, luego de 9 años de iniciada la megasequía (Garreaud et al., 2017; Garreaud et al. 2020).

Figura 12. Algunos hitos relevantes en el contexto normativo.



Fuente: Elaboración propia.

A partir de la información recogida en el Observatorio Georreferenciado de la DGA, del total de los 61 de los DAA de tipo subterráneos, 29 de ellos son los que reportan y por tanto cuentan con datos de manera pública, por lo que no hay datos concretos y las diferentes fuentes de información no coinciden. Lo anterior se puede visualizar en mayor detalle en la Figura 34. Por otro lado, cabe destacar que aún no existe tal obligación para los derechos de aprovechamiento de aguas de tipo superficiales, lo cual dificulta aún más la obtención de datos de manera transparente y consolidada.

2.7. Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA)

En Chile, las organizaciones de usuarios de agua son las entidades privadas encargadas de la captación, conducción y distribución de las aguas a las que tienen derecho sus titulares. En la comuna de Lo Barnechea hay actualmente dos juntas de vigilancia constituidas, las cuales organizan a los usuarios de derechos de agua superficiales de los ríos Mapocho y del Estero Arrayán. El área de jurisdicción de la Junta de Vigilancia

13 https://dga.mop.gob.cl/controlExtracciones/Documents/ResN_453_de_8_de_abril_de_2020-SHACs_que_indica_de_RM.pdf

de la primera sección del Río Mapocho incluye desde sus nacientes, hasta el punto en que el canal San Carlos entrega sus aguas al río Mapocho. Se excluye la hoya hidrográfica del estero El Arrayán. Mientras que el área de jurisdicción de la Junta de Vigilancia del Estero Arrayán, incluye desde su nacimiento en la Cordillera de Los Andes hasta su desembocadura en el río Mapocho aguas arriba del Puente de San Enrique.

Los derechos de agua administrados por las Juntas de Vigilancia de la primera sección del Río Mapocho y del Estero El Arrayán, se presentan en las Tablas 04 y 05, respectivamente.

Tabla 04. Derechos de agua administrados por la Junta de Vigilancia de la primera sección del Río Mapocho.

Accionistas/Derechos	Derechos Permanentes (l/s)	Derechos Eventuales (l/s)	Derechos Estacionales (l/s)
Aguas Cordillera	1180.6	500.0	173.1
Canal El Bollo	175.2	26.8	644.4
Canal Interior Potrerillos	0.0	90.0	90.0
Canal Alto Potrerillos	0.0	60.0	50.0
Anglo American	200.0	500.0	0.0
Municipalidad de Las Condes	41.0	0.0	0.0
Corporación de Adelanto Farellones	19.4	0.0	18.0
Asociación de Vecinos de La Parva	8.0	0.0	0.0
Emp. Agua Potable y Alcantarillado La Leonera S.A.	2.0	0.0	6.0
ANDACOR S.A.	2.2	1.0	0.0
EMPAPA S.A.	2.2	31.4	0.0
Empresa Agua Potable El Colorado S.A.	17.7	0.0	0.0
Empresa Agua Potable Valle Nevado S.A.	10.9	105.0	0.0
Otros	49.0	22.5	0.0
Total	1708.1	1336.7	981.5

Fuente: CENRE, 2020.

Tabla 05. Derechos de agua administrados por la Junta de Vigilancia del Estero Arrayán.

Accionistas	Derechos Permanentes (l/s)	Derechos Eventuales (l/s)
Asociación de Canalistas del Canal La Poza	132.00	147.00
Aguas Cordillera S.A.	138.50	620.00
Asociación de Canalistas del Arrayán	41.38	18.40
Comunidad de aguas del Canal La Canoa	17.88	0.00
Comunidad de aguas del Canal Refugios del Arrayán	10.80	0.00
Bocatoma Cagnin Verónica Schwartz Letkivits	0.20	0.00
Anglo American Sur S.A.	0.00	50.00
Municipalidad de Lo Barnechea	0.00	80.00
Miliza Moreno Becerra	0.00	18.00

Fuente: CENRE, 2020.

A la fecha, no hay Comunidades de Aguas Subterráneas constituidas en la Comuna (CASUB).

Además, hay 33 asociaciones de canalistas en la cuenca, los cuales administran aproximadamente 400 l/s de derechos permanentes.

3. Levantamiento y análisis de información

Luego de una lectura general del territorio a partir de sus aspectos sociales, geográficos y ambientales, a continuación, se analiza la información levantada con foco en el balance hídrico, conceptualización que permite caracterizar tanto la oferta como la demanda de agua y sus variaciones en el tiempo. Dicha conceptualización permite identificar las zonas o fuentes de recarga y los principales usos de agua en la cuenca, información fundamental para orientar la toma de decisiones en cuanto a medidas de eficiencia hídrica efectivas.

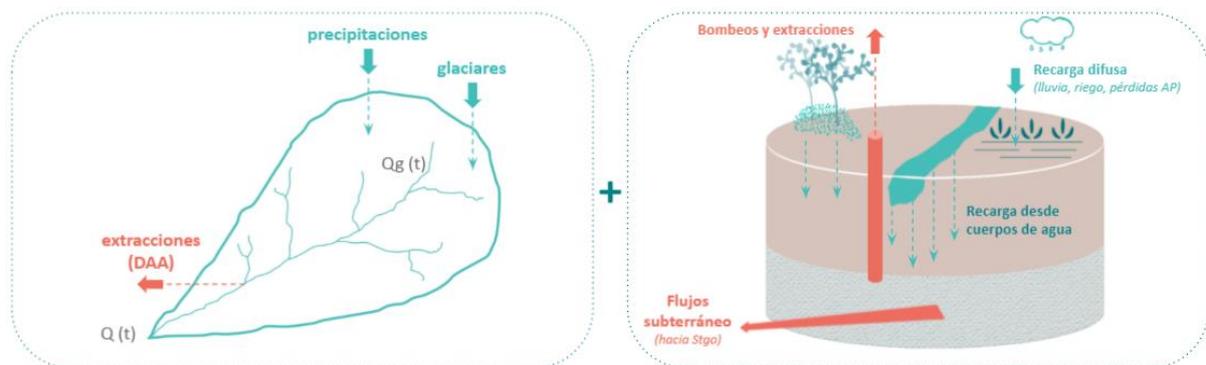
Dado que el uso de agua en la comuna ocurre desde fuentes superficiales como subterráneas, y a la conexión que existe entre estas dos componentes del territorio, el análisis de balance hídrico se realizará considerando tanto las aguas superficiales (cuenca hidrográfica) como subterránea (acuífero).

De acuerdo a lo presentado en la Figura 13, la cuenca hidrográfica corresponde a toda la superficie que drena agua gravitacionalmente hacia un punto de salida, el cual puede coincidir con una estación fluviométrica o, como lo es en este caso, con el límite de la comuna de Lo Barnechea. Para estimar el balance de agua superficial se debe considerar la diferencia entre las entradas de agua a esta zona (precipitaciones líquidas y sólidas, flujos de deshielos) y las salidas (caudal de salida de la cuenca, infiltraciones, evapotranspiración y extracciones). Respecto a las extracciones de agua superficiales, en Chile, un porcentaje alto de éstos se rigen y se regulan a partir de los DAA, sin embargo, existen varios usos que no tienen dicho estatus (aguas de subsistencia, aguas del minero, entre otros).

Por otro lado, para comprender el balance de las aguas subterráneas, el análisis debe centrarse en el acuífero (Figura 14). En este caso, los flujos de entrada corresponden a la recarga difusa, proveniente desde las precipitaciones pérdidas de riego, pérdidas por la red de agua potable; la recarga desde cuerpos de agua (ríos, esteros); y, por otro lado, flujos de salida que corresponden mayoritariamente a bombeos y extracciones, pero también a flujos subterráneos entre acuíferos, que en el caso de Lo Barnechea se estima corresponden a flujos hacia el acuífero de Santiago Centro.

Figura 13. Flujos superficiales (cuenca hidrográfica)

Figura 14. Flujos subterráneos (acuífero)



Fuente: Elaboración propia, 2021.

3.1. Caracterización climática

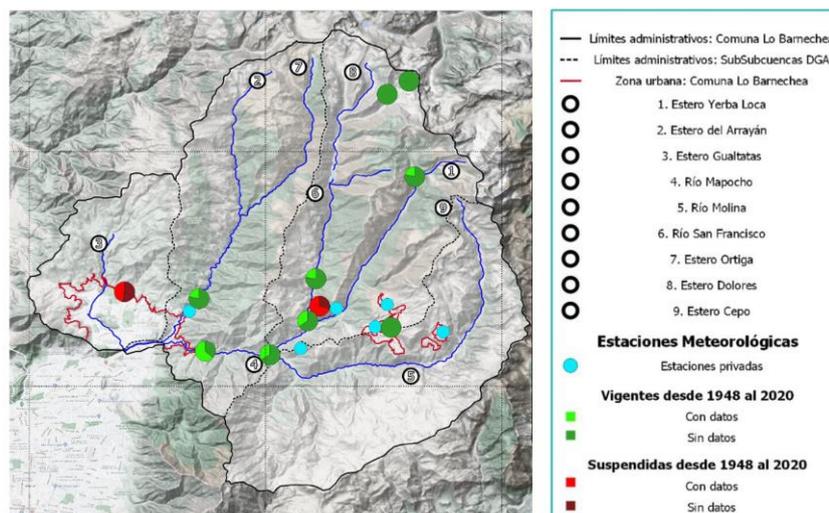
3.1.1. Estaciones de monitoreo

De acuerdo al catastro de la red hidrométrica en Chile de La DGA , se identificando 6 diferentes tipos de estaciones para caracterizar calidad y cantidad de agua, las cuales miden:

- Caudales (Estaciones Fluviométricas)
- Calidad del Agua (Calidad Química de Aguas)
- Variables Meteorológicas (Meteorológicas)
- Sedimentos (Sedimentométricas)
- Niveles de Pozos (Nivel de aguas subterráneas)
- Niveles de Lagos y Embalses

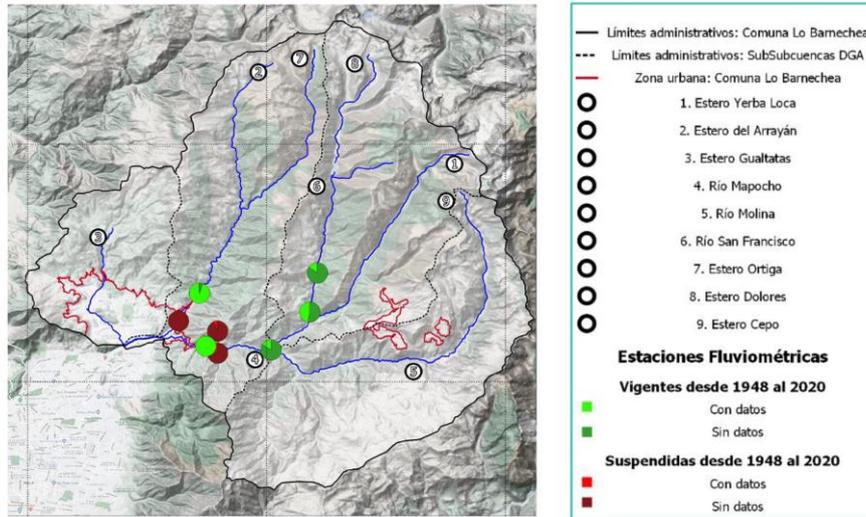
Considerando el foco del presente diagnóstico, la revisión se centró en la disponibilidad hídrica (sin abordar la calidad de aguas), por lo que se analizaron principalmente estaciones fluviométricas, meteorológicas y glaciológicas. Para el caso de la cuenca de Lo Barnechea, y de acuerdo con lo indicado por DGA (DGA, 2015), la cuenca hidrográfica tiene una red hidrométrica con buena cobertura de estaciones fluviométricas (Figura 16). Dicha red permite monitorear los caudales del río San Francisco, estero del Arrayán, estero Las Gualtatas, estero Yerba Loca y el río Molina. Sin embargo, en términos de monitoreo meteorológico, se destaca la baja densidad de información monitoreada en la zona de alta montaña (elevaciones sobre los 2000 msnm), las cuales dificultan el estudio de los aportes de nieve y derretimiento glaciar a los caudales de las cuencas. Como se observa en la Figura 15, sólo se cuenta con información meteorológica en la subcuenca del Estero Yerba Loca. En ambas figuras (Figura 15 y Figura 16) se identifica con gráficos de color rojo aquellas estaciones suspendidas y de color verde las que están vigentes. Por otra parte, la porción oscura de las tortas indica el porcentaje del período total (1979-2019) sin datos, y la porción clara, el porcentaje del tiempo total en que si se cuenta con datos medidos. Dicha información indica que sólo una de las estaciones altas (ubicadas sobre los 2000 msnm) presenta alrededor de un 20% de datos medidos, y que incluso las estaciones bajas presentan en promedio sólo un 50% de datos meteorológicos registrados entre 1979-2019.

Figura 15. Estaciones Meteorológicas dentro de la comuna de Lo Barnechea.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Estaciones fluviométricas dentro de la comuna de Lo Barnechea.



Fuente: Elaboración propia.

En promedio, y considerando una ventana histórica de 33 años (1987-2020), las estaciones fluviométricas de la comuna cuentan con datos que cubren un 29% del período, mientras que las meteorológicas un 33%.

Figura 17. Estaciones fluviométricas y meteorológicas.



Fuente: Elaboración propia, en base a Observatorio DGA.

En el análisis de las redes hidrométricas realizado por DGA (2013), se destaca la necesidad de mejorar la red hidrométrica de alta montaña, y se propone la instalación de una estación nivométrica en los Bronces en colaboración con Angloamerican, cuya implementación no pudo ser comprobada¹⁴.

En las Tabla 06 y 07, se especifica la ubicación de las estaciones meteorológicas y fluviométricas disponibles en la cuenca respectivamente. Además, se presenta el código BNA para aquellas registradas en la DGA y su estado de funcionamiento. Las estaciones marcadas en negrita, corresponden a estaciones de dominio privado.

¹⁴ Comunicación directa con Christian Cintolesi, Lead Water-Américas de AngloAmerican.

Tabla 06. Estaciones meteorológicas dentro de la comuna de Lo Barnechea.

Código BNA/DMC ¹⁵	Estación	Vigencia	Latitud	Longitud
5720003	La Ermita en Central Bocatoma	Suspendida	-33.341	-70.364
5720001	Río Molina antes Junta San Francisco	Vigente	-33.373	-70.396
5722002	Río Mapocho en los Almendros	Vigente	-33.370	-70.451
5723001	La Dehesa	Suspendida	-33.329	-70.529
5720004	Colorado	Vigente	-33.350	-70.294
5721001	Estero Yerba Loca Antes Junta San Francisco	Vigente	-33.344	-70.364
5721016	Río San Francisco Antes Junta Yerba Loca	Vigente	-33.309	-70.357
5721017	Estero Yerba Loca en Piedra Carvajal	Vigente	-33.221	-70.274
5722001	Estero Arrayán en la Montosa	Vigente	-33.326	-70.456
5721010	La Copa	Vigente	-33.140	-70.278
5721015	Casino	Vigente	-33.151	-70.297
330183	La Parva USACH	Vigente	-33.33	-70.29
330050	Farellones Sky club	Suspendida	-33.35	-70.31
330068	Villa Paulina	S/I	-33.34	-70.34
330069	Quebrada el Lunes	S/I	-33.37	-70.37
330116	Arrayán Aguas Andinas	S/I	-33.34	-70.46
330119	Valle Nevado	S/I	-33.35	-70.25

Tabla 07. Estaciones fluviométricas dentro de la comuna de Lo Barnechea.

Código BNA ¹⁶	Estación	Vigencia	Latitud	Longitud
5722001	Estero Arrayán en la Montosa	Vigente	-33.326	-70.456
5721016	Río San Francisco Antes Junta Yerba Loca	Vigente	-33.309	-70.357
5721001	Estero Yerba Loca Antes Junta San Francisco	Vigente	-33.341	-70.364
5720001	Río Molina antes Junta San Francisco	Vigente	-33.373	-70.396
5722002	Río Mapocho en Los Almendros	Vigente	-33.370	-70.451
5722004	Río Mapocho en Puente Nilhue	Suspendida	-33.367	-70.450
5722006	Estero Arrayán en Desembocadura	Suspendida	-33.358	-70.483
5722003	Río Mapocho en las Condes	Suspendida	-33.367	-70.450

Fuente: Elaboración propia a partir de DGA.

3.1.2. Productos grillados CR2MET

Una opción disponible para caracterizar el clima histórico (entre 1979 y 2019) en el territorio nacional, y por ende en la comuna de lo Barnechea, y de lidiar con el problema de la poca representación de las estaciones in situ, es utilizar los datos del producto grillado CR2MET. Dicho producto, desarrollado en el centro CR2 (Boisier et al., 2018), corresponde a datos de reanálisis ERA Interim, corregidos y escalados espacialmente

15 BNA es Banco Nacional de Aguas, por lo que corresponde a un código de estación registrado en la DGA. Código DCM corresponde a la identificación utilizada por la Dirección Meteorológica de Chile

16 BNA-Banco Nacional de Aguas

al territorio chileno considerando los datos de las estaciones meteorológicas del país. Los datos de precipitación y temperaturas diarias y mensuales de CR2MET, fueron los datos usados por la DGA en la Actualización del Balance Hídrico Nacional (DGA, 2019).

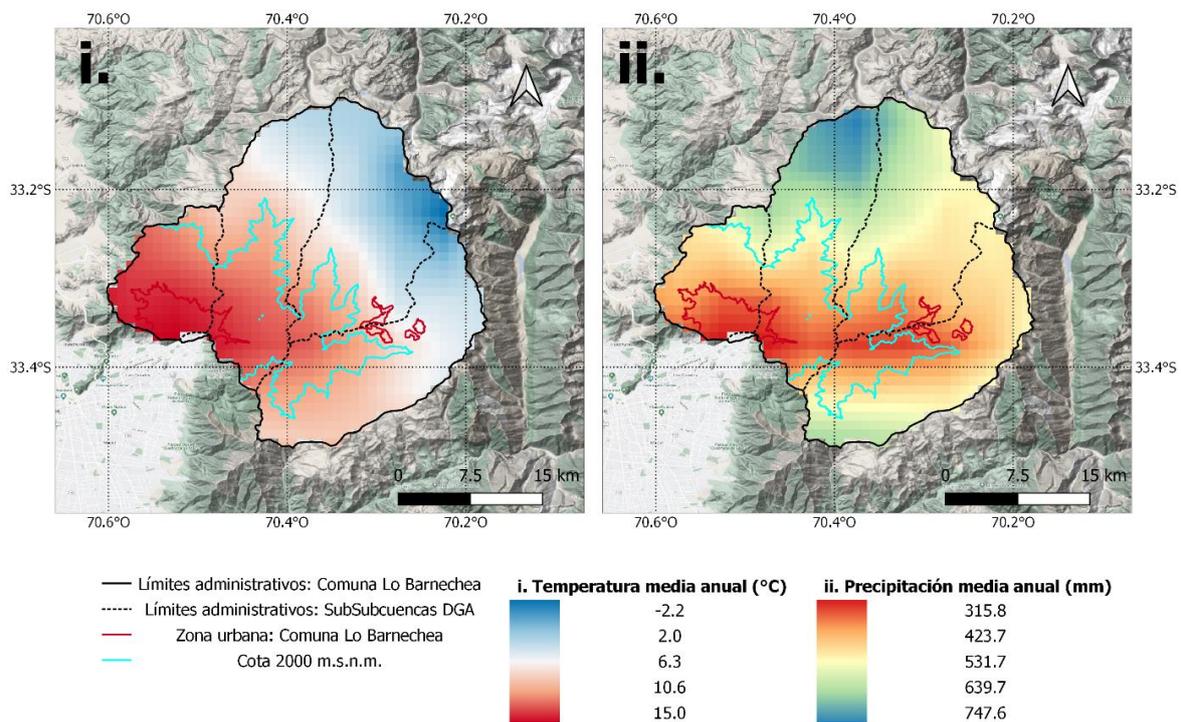
3.1.3. Tipos de clima

De acuerdo al estudio de Cade-Idepe (2004), se distinguen dos tipos de clima en la cuenca Alta del río Mapocho: bajo la cota de los 2000 msnm el clima es de tipo templado mediterráneo, caracterizado por una estación seca prolongada y un invierno bien marcado con temperaturas extremas que llegan a 0°C; y sobre los 2000 msnm, un clima templado de frío de altura, donde existen bajas temperaturas que permiten la acumulación de nieve. Las precipitaciones se generan principalmente durante los meses de junio a septiembre.

Para caracterizar la variación espacial del clima de la comuna, se extrajo la información del Balance Hídrico Nacional Etapa 2 (DGA, 2019) y se procesó a escala anual para el período 1979-2018. Los promedios de temperatura y precipitación anuales para la comuna en el período 1979-2018 se presentan en los paneles i y ii de la Figura 18 respectivamente.

De acuerdo a lo presentado en la Figura 18, las temperaturas medias anuales en la cuenca fluctúan entre los 15°C promedio en las zonas bajas (zona urbana de Lo Barnechea), hasta ~-2°C en la zona alta (zona alta de la subcuenca del río San Francisco). En cuanto a la precipitación, los valores promedio anuales fluctúan entre alrededor de 315 mm al año en la zona baja (zona urbana de Lo Barnechea), y sobre 700 mm al año en la zona alta (zona alta de la cuenca del Estero Arrayán).

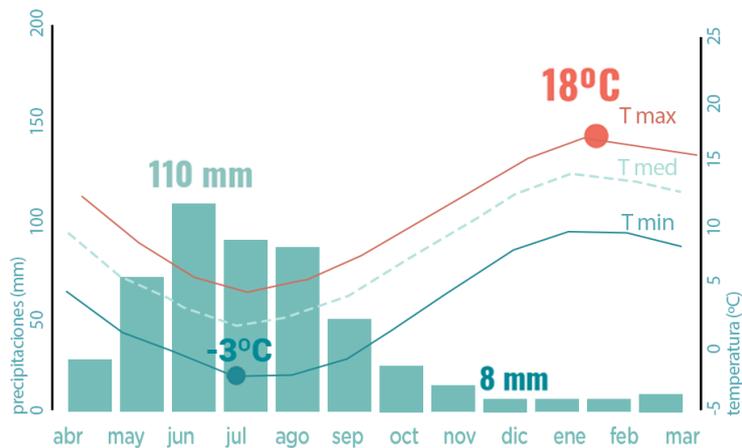
Figura 18. Clima histórico de la comuna: T° media anual / Precipitación media anual.



Fuente: Elaboración propia a partir de información de DGA (2019).

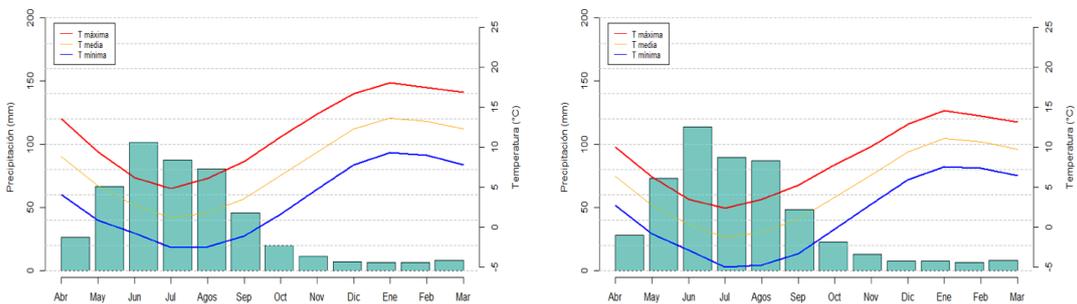
A partir de los datos del Balance Hídrico Nacional a escala mensual, se calcularon los climogramas para cada subcuenca hidrográfica de la comuna, y para la cuenca del Río Mapocho Alto, los que se presentan de la Figura 19 a la Figura 21. De acuerdo con esta información, en todas las subcuencas las precipitaciones se concentran entre los meses de abril y septiembre, con máximos entre los meses de junio y julio del orden de los 100 mm, siendo mayores en la subcuenca del Río San Francisco y Estero Arrayán. La zona posee un clima mediterráneo, por lo que las temperaturas más cálidas se concentran en el periodo estival (enero y febrero), y las mínimas se concentran en invierno (julio y agosto). Las temperaturas más bajas se concentran en la parte alta, siendo la cuenca del Río San Francisco la que posee menores temperaturas, seguida de la del Río Molina. Las temperaturas más altas se concentran en la parte baja de la cuenca, siendo la cuenca Río San Francisco y Mapocho bajo junta Estero de las Rosas la que posee las más altas.

Figura 19. Climograma para la Subcuenca del Río Mapocho Alto.



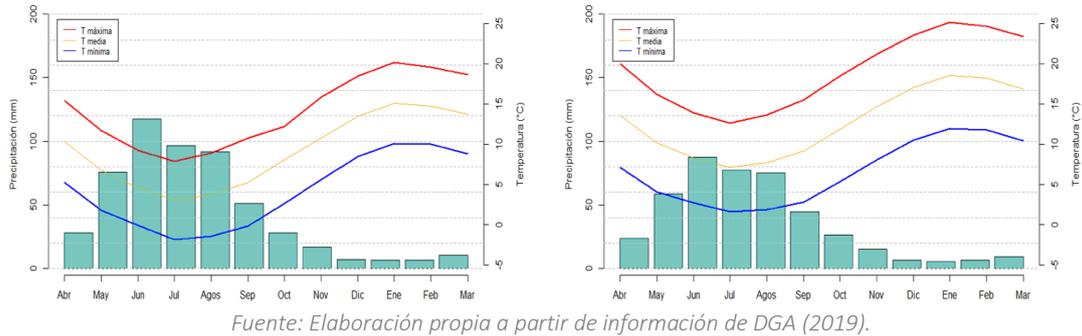
Fuente: Elaboración propia a partir de información de DGA (2019).

Figura 20. Climograma para la Subsubcuenca del Río Molina / Río San Francisco.



Fuente: Elaboración propia a partir de información de DGA (2019).

Figura 21. Climograma para la Subsubcuenca del Río San Mapocho entre río San Francisco y bajo junta Estero Arrayán / Río Mapocho entre Estero Arrayán y bajo junta Estero de las Rosas.



Respecto a las precipitaciones en el territorio, a continuación, se puede apreciar cómo el proceso de sequía y reducción de agua en el territorio se ve reflejado en el histórico de las precipitaciones de la estación Cerro Calán entre los años 2000 y 2020, estación correspondiente al Informe Técnico que respalda la determinación del decreto de escasez hídrica en el territorio.

Para el período entre los años 2000-2009 se estima una media de 470 mm/año, y para el período de 274 mm/año promedio, lo cual refleja una disminución estimada de un 42%, lo cual tiene impactos tanto en la generación de escorrentía superficial, como en la recarga de acuíferos.

Se destaca el año en dicho período que presenta un mayor volumen de precipitaciones correspondiente al 2002 con un total de 740 mm anual, lo cual se ve contrastado con el año 2019, con 104 mm en total.

Figura 22. Histórico precipitaciones 2000-2020.

Ene	0	0	0	14,9	3,8	5,5	0	0	0,6	0	0	0	0	0,3	0	0	11,1	0	0	0	0
Feb	29,4	0	0	0	0,6	0	0	25,1	0	3,5	0	3	0	0,4	0,3	5,7	0	0	0	0	0
Mar	0	21	17	0,5	14,4	23	0	9,3	12,9	1,5	0	0	0	0	0	22,4	0	0	1,5	0	0
Abr	29,5	27,3	29,1	0	34,4	8,7	1,5	0	5	0	1,2	3,6	46,9	0	0,1	0	134,3	11,8	0	0	1,5
May	27	54,5	162,3	65,5	15,7	79	4,1	15,9	150,4	16,5	58,7	0	38,3	120,1	11,9	0,5	32,9	109,2	10,7	7	8,9
Jun	352,3	6,7	267	50,5	53,2	169,2	62,7	87,3	64	108,8	89,7	62,5	76,1	35,5	96	0	68,2	84,4	55,8	56,9	108,1
Jul	51	225,8	115,8	73,3	96,4	42	188,9	66,5	40,3	33,5	44,4	54,2	11,7	10,8	38,5	44,5	66,9	32	50,6	18,3	66,5
Ago	1,3	75,7	112	5,3	64,6	231,1	67,2	48	167,5	114,9	4,9	42,9	38	40,5	63,3	137,9	0	67,8	19	0	20
Sep	120,2	65,5	29,6	19,6	56,7	38,4	8,3	2,4	10,3	84,8	54,4	14,1	11,3	8	41,7	44,8	1,4	28,1	43,8	10	0,1
Oct	16,9	11,3	5,3	0	9,3	52,1	64,2	0	0	25,5	21,9	8,3	74	0	1,6	47,6	28	34,9	1,4	11,3	
Nov	1,3	1,5	0,8	13,3	87,4	11,3	3	9,4	0,3	0	63	0	2,8	0	9,5	12,5	1	0,4	10,2	0	
Dic	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	2,4	0	38,5	0	0,5	0	64,6	0	4,5	0	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020

Fuente: Elaboración propia en base a DGA, estación Cerro Calán. (DGA, 2019)

3.1.4. Brechas identificadas en cuanto a monitoreo climático

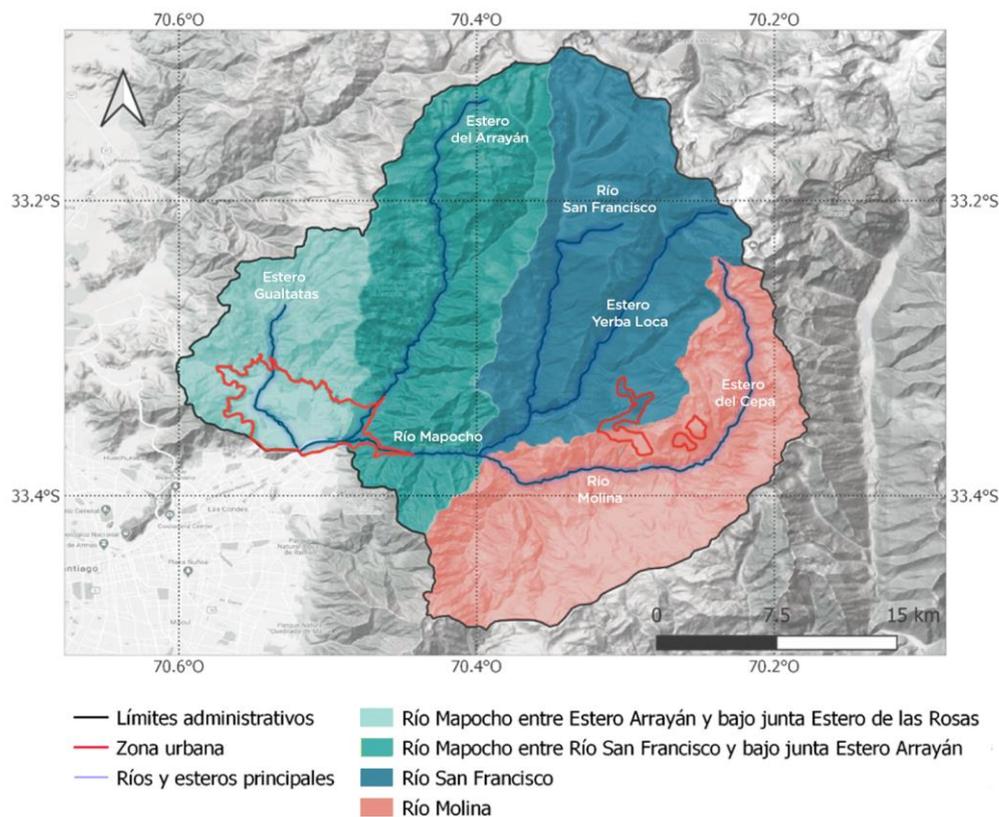
De acuerdo con Comte (2017), quien realizó una modelación de los caudales de derretimiento de nieves en la cuenca del Estero Yerba Loca, se requiere mejorar el monitoreo de nieve y meteorología en la zona alta para mejorar los ajustes y el conocimiento sobre este importante proceso. Opinión compartida por DGA (2013) en su catastro de monitoreo hidrométrico de la región Metropolitana.

3.2. Caracterización hidrológica

En términos hidrológicos, la comuna se emplaza en la subcuenca del río Mapocho Alto, la cual conforma junto a otras 4 subcuencas, la totalidad de la cuenca del río Maipo.

A su vez, la subcuenca del río Maipo Alto se subdivide en cuatro subsubcuencas como se puede apreciar en la Figura 23: Río Molina, Río San Francisco, Río Mapocho entre río San Francisco y Bajo Junta Estero Arrayán, y Río Mapocho entre Estero Arrayán y Bajo Junta Estero las Rosas, las cuales drenan la vertiente oriental del Río Mapocho. De acuerdo con lo presentado, la zona urbana de Lo Barnechea (polígono rojo), se encuentra principalmente concentrada en la subsubcuenca del río Mapocho entre Estero Arrayán y Bajo Junta con Estero Las Rosas, con dos zonas de menor superficie correspondientes a los poblados de La Parva y Farellones, ubicadas en la subsubcuenca de los ríos San Francisco y Molina.

Figura 23. Subsubcuencas que conforman el territorio.



Fuente: Elaboración propia en base a Balance Hídrico Nacional (DGA, 2018)

Las cuatro subsubcuencas presentan pendientes pronunciadas, que propician la ocurrencia de eventos de remoción en masa en condiciones de precipitaciones intensas. De acuerdo al resumen de sus características topográficas presentado en la Tabla 08, las cuencas presentan puntos con altitudes que fluctúan entre los 791 y los 517 msnm, siendo la cuenca del río San Francisco, la que presenta mayor pendiente.

Tabla 08. Características cuencas de la Comuna de Lo Barnechea

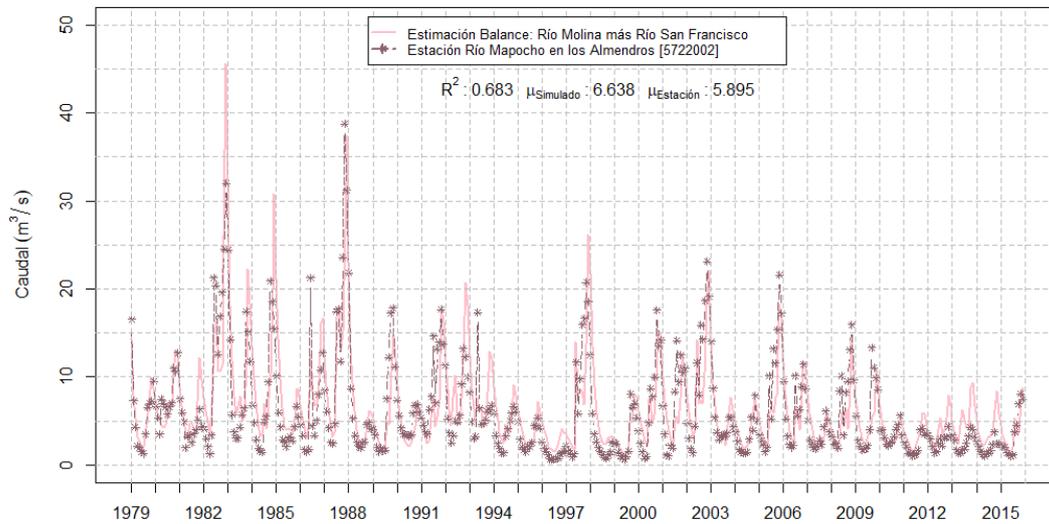
Subsubcuencas	Superficie (Km ²)	H máx. (msnm)	H min. (msnm)	Pendiente media (m/Km)
Subcuenca Río Mapocho alto	1.022,35	5.417	777	45,51
Río Molina	301,22	5.417	1.134	43,68
Río San Francisco	297,76	5.371	1.132	54,63
Río Mapocho entre Río San Francisco y bajo junta Estero Arrayán (estero Arrayán)	284,83	3.832	854	46,96
Río Mapocho entre Estero Arrayán y bajo junta Estero de las Rosas (estero Gualtatas)	138,55	2.890	791	28,07

Fuente: Balance Hídrico Nacional (DGA, 2018).

3.2.1. Régimen hidrológico

Para el análisis del régimen hidrológico así como de disponibilidad hídrica en las cuencas de la comuna, y considerando la poca representatividad espacial de las estaciones de monitoreo (y su afectación por extracciones de agua o regulación antrópica), se utilizaron los datos de la Actualización del Balance Hídrico Nacional (en adelante BHN) (DGA, 2018), los cuales permiten contar con datos grillados en toda la zona de estudio para el período 1979-2015 (período histórico), y 2016-2060 (período futuro) bajo forzantes de cambio climático. Los datos del Balance Hídrico Nacional corresponden a simulaciones obtenidas mediante el modelo hidrológico Variable Infiltration Capacity (VIC) (Liang et al., 1994). Con el fin de verificar la bondad de ajuste entre los datos de escorrentía simulados por el modelo VIC del BHN (DGA, 2018) y los datos medidos en estaciones administradas por la DGA, se hizo una comparación simple de los caudales en el período histórico (1985-2015), la cual indica los resultados se ajustan a las observaciones, y por tanto son una fuente confiable para los presentes análisis. De acuerdo a lo presentado en la Figura 24, se observa que si bien hay una buena correlación entre los valores simulados por el modelo VIC del Balance Hídrico Nacional, y los observados o registrados en la estación Mapocho en Los Almendros, los valores promedios de éstos difieren en aproximadamente un 5% (0.3 m³/s). Lo anterior se explica pues la simulación busca representar la situación naturalizada de la cuenca, es decir, el aporte o generación de escorrentía de la cuenca, sin considerar las extracciones que se realizan aguas arriba de la estación.

Figura 24. Comparación entre caudales medidos y simulados por el BHN en la subcuenca del río Mapocho en Los Almendros.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos presentados en la Tabla 09, la hidrología de las cuencas de la comuna varía tanto espacial como temporalmente. Si bien toda la comuna ha presentado una reducción importante de la precipitación media anual durante el período de la llamada megasequía (Garreaud et al., 2017; Garreaud et al., 2020), éstas fluctúan entre un 28% para el Río Mapocho entre el Estero Arrayán y bajo Junta Estero de las Rosas y un 34% para el río Molina, los que a su vez se relacionan con disminuciones de la escorrentía superficial de entre un 32.1% y un 46.4%.

Tabla 09. Variación cuencas entre 1985-2009 y 2010-2015.

Cuenca	Caudal medio (m³/s)			Precipitación media (mm)			Temperatura media (°C)		
	1985 a 2009	2010 a 2015	Dif (%)	1985 a 2009	2010 a 2015	Dif (%)	1985 a 2009	2010 a 2015	Dif (%)
Río Mapocho Alto	9.277	5.630	-39.3	43.3	29.4	-32.3	8.0	8.0	-0.5
Río Molina	3.922	2.661	-32.1	41.2	27.2	-34.0	7.6	7.6	0.1
Río San Francisco	2.664	1.478	-44.5	44.6	29.3	-34.3	5.0	4.6	-8.4
Río Mapocho entre Río San Francisco y bajo junta Estero Arrayán	2.105	1.175	-44.2	46.9	32.4	-30.9	9.2	9.1	-0.8
Río Mapocho entre Estero Arrayán y bajo junta Estero de las Rosas	0.583	0.312	-46.4	38.0	27.4	-28.0	12.8	12.7	-1.2

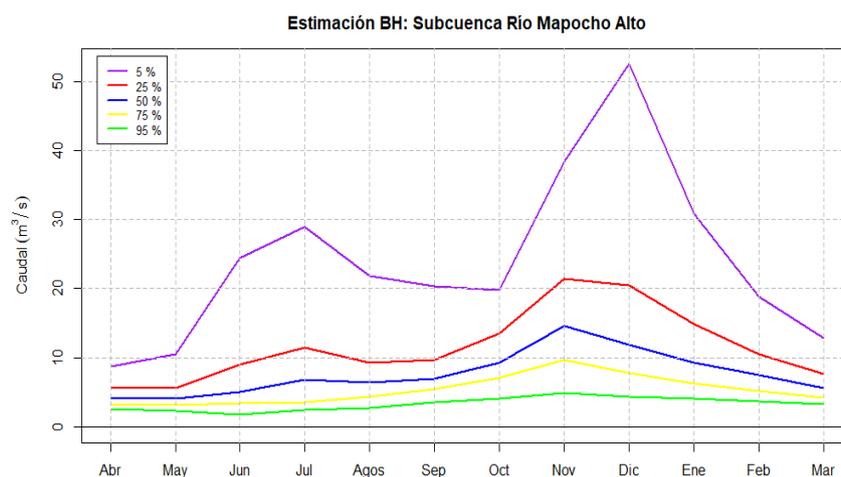
Fuente: Elaboración propia

Luego, considerando los datos de las simulaciones de escorrentía (incluyendo el aporte glaciar) del BHN, se estimaron las curvas de variación estacional de las cuatro cuencas que conforman la comuna de lo Barnechea, así como la de la subcuenca del río Mapocho Alto (toda la comuna). Estas curvas se calcularon considerando los caudales con probabilidades de excedencia¹⁷ de 5%, 25%, 50%, 75% y 95%, para el período 1985-2015.

¹⁷ La probabilidad de excedencia caracteriza la probabilidad de que un evento dado (o caudal de cierta magnitud), sea igualado o excedido. Por ejemplo, un caudal con probabilidad de excedencia de 5%, significa que dicho fenómeno es muy anómalo, pues de acuerdo con los registros históricos, sólo un 5% del tiempo se han presentado caudales de esa magnitud o mayor.

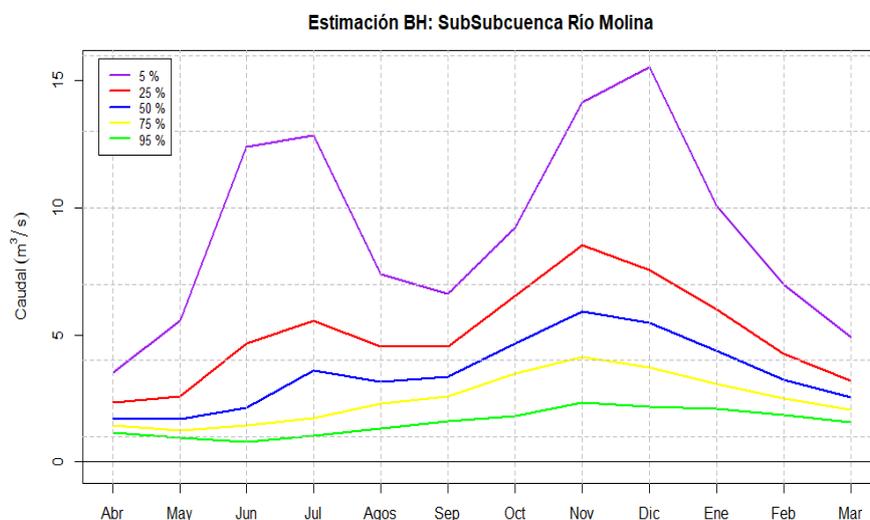
De acuerdo con las curvas de las Figuras 25 a la 29, la subcuenca del río Mapocho Alto tiene un régimen nivopluvial, con aumentos de caudales en el período de deshielo (meses de octubre a enero) y en menor medida en los meses de lluvia (mayo a agosto). Para el caso de los años más húmedos (probabilidad de excedencia de 5%), los caudales del período de deshielo dominan y llega a un máximo de sobre los 50 m³/s observados en el mes de diciembre. Sin embargo, la cuenca posee una importante variabilidad espacial en cuanto a hidrología. Como se aprecia en las figuras, las subcuencas del río Molina y del río Mapocho entre río San Francisco bajo estero Arrayán, presentan un régimen nivo pluvial, mientras que la subcuenca del río San Francisco tiene un régimen predominantemente nival, y la cuenca del río Mapocho entre Estero Las Rosas bajo Junta Arrayán, presenta un régimen pluvial.

Figura 25. Curva de variación estacional de los caudales de la subcuenca Río Mapocho Alto (1985-2015)



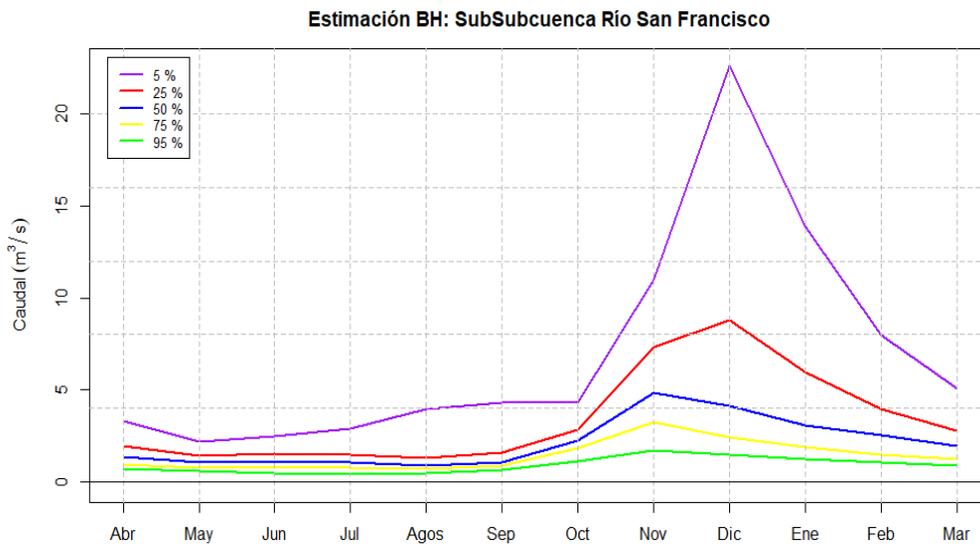
Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Curva de variación estacional de los caudales de la subsubcuenca Río Molina (1985-2015)



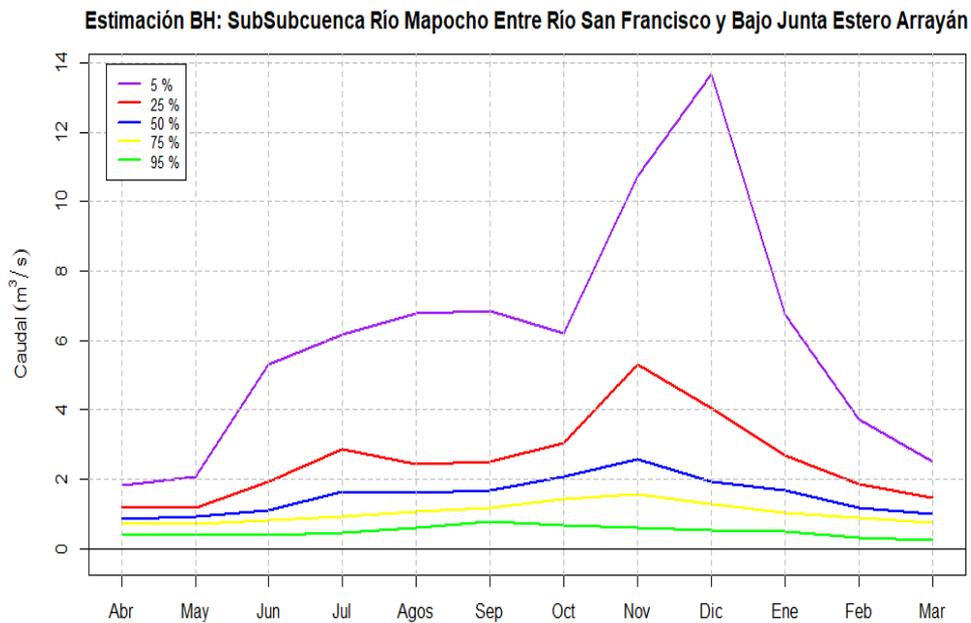
Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Curva de variación estacional de los caudales de la subsubcuenca Río San Francisco (1985-2015)



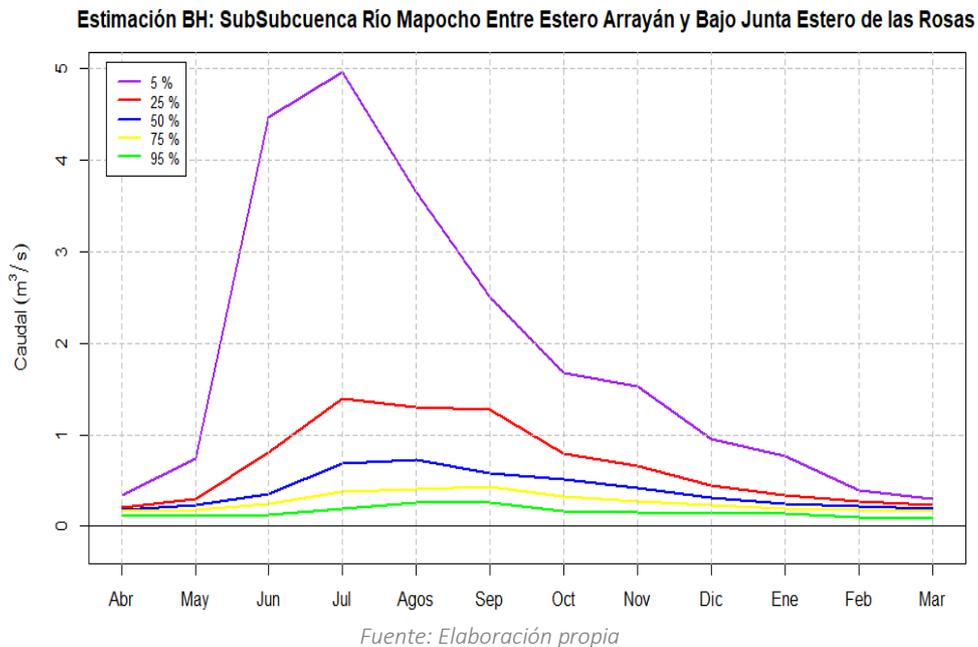
Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Curva de variación estacional de los caudales de la subsubcuenca Río Mapocho entre Río San Francisco y Bajo Junta Estero Arrayán (1985-2015)



Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Curva de variación estacional de los caudales de la subcuenca Río Mapocho entre Estero Arrayán y Bajo Junta Estero de Las Rosas (1985-2015)



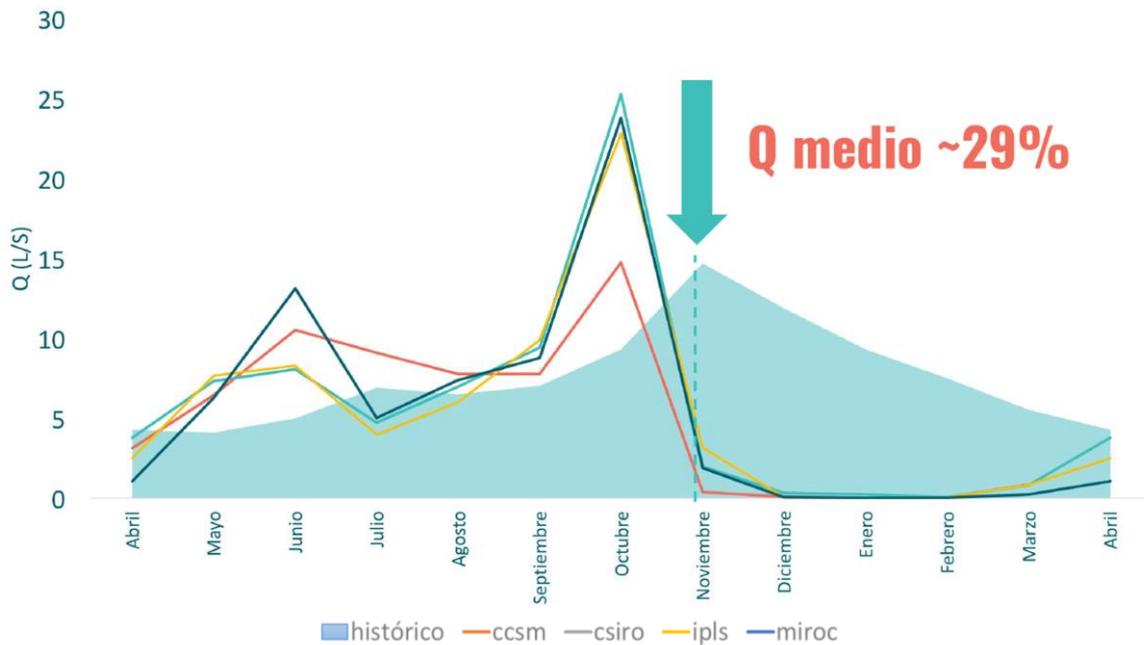
3.2.2. Disponibilidad hídrica superficial período histórico y futuro

De acuerdo a los resultados del Balance Hídrico Nacional, se espera haya un cambio importante de la variación de los caudales en esta cuenca durante las próximas décadas frente a escenarios de cambio climático. En la Figura 30 se presenta la variación estacional del caudal en la cuenca, calculada a partir de los caudales históricos entre 1985 y 2015 (representado en el gráfico con el área celeste), y la variación proyectada basada en 4 modelos de cambio climático para el período 2030-2060 (DGA, 2018)¹⁸. Considerando el promedio de los cuatro modelos de cambio climático para el período 2030-2060, se proyecta una reducción del 29% del caudal medio anual en la comuna de Lo Barnechea (promedio de las cuatro cuencas de la comuna).

Además del cambio proyectado del caudal medio anual, se espera también la ocurrencia de un cambio del régimen hidrológico. Esta cuenca actualmente caracterizada por un régimen nivo-pluvial, en la cual los picos ocurren durante el período de deshielo, los modelos de cambio climático proyectan disminuciones bruscas del aporte glaciar del orden de un 80%. Lo anterior, es de suma relevancia considerando que aproximadamente un 24% del total de DAA otorgados corresponden a derechos estacionales, que dependen del agua que escurre durante el período de deshielo.

¹⁸ Aplicación de la Metodología de Actualización del Balance Hídrico Nacional en las cuencas de las Macrozonas Norte y Centro / Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación; Realizado por Fundación para la Transferencia Tecnológica, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Figura 30. Proyecciones de impacto del cambio climático en la variación estacional de la escorrentía para el promedio de 30 años históricos futuros (2030-2060), en relación a 30 años históricos (1985-2015)



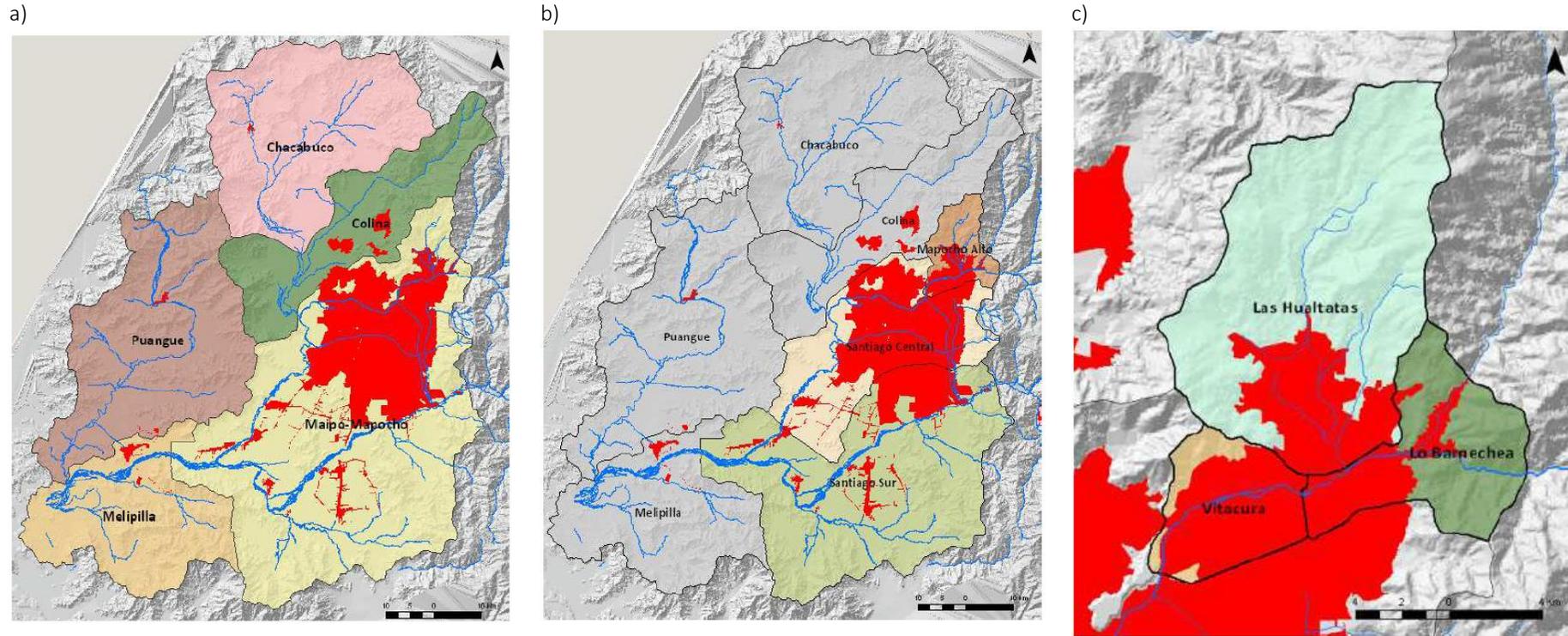
Fuente: Elaboración propia en base a Balance Hídrico Nacional (DGA, 2018)

3.3. Disponibilidad hídrica subterránea

Para comprender la importancia de los recursos hídricos de la zona alta del río Mapocho, tanto desde el punto de vista superficial como subterráneo, es relevante entender el funcionamiento del sistema hidrogeológico del acuífero de la región Metropolitana. De acuerdo al estudio SDT N°133 de la Dirección General de Aguas (DGA, 2002), el acuífero de la Región Metropolitana se divide en cinco sistemas (Figura 31a): 1) Chacabuco, 2) Colina, 3) Maipo-Mapocho, 4) Puangue, y 5) Melipilla. El tercer sistema, Maipo-Mapocho, se divide en tres zonas (Figura 31b): 3.1 Santiago Central (asociado principalmente a la cuenca hidrográfica del río Mapocho), 3.2 Santiago Sur (desarrollado principalmente asociado a la cuenca del río Maipo) y 3.3 Mapocho Alto (se extiende entre las comunas de Lo Barnechea, Vitacura y Las Condes). Por otra parte, el sector Mapocho Alto se subdivide en tres subsectores (Figura 31c): 3.3.1 Las Hualtatas (asociado a los depósitos coluviales y conos de deyección del estero Las Hualtatas), 3.3.2 Lo Barnechea y 3.3.3 Vitacura ambos asociados al abanico aluvial del río Mapocho. Si bien el sector acuífero de Vitacura no queda situado en la comuna de Lo Barnechea, se encuentra conectado a Gualtatas y Lo Barnechea.

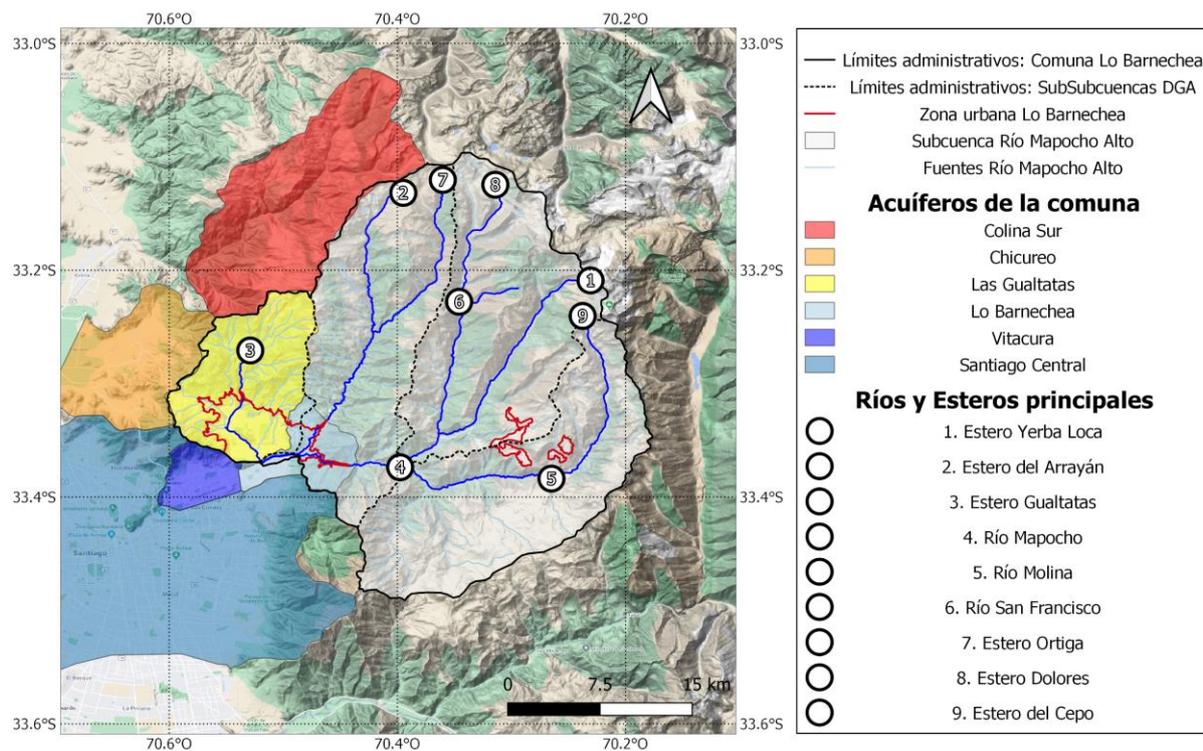
Por otra parte, en la Figura 31, se presentan los dos sectores acuíferos ubicados en la comuna de Lo Barnechea y el sector acuífero de Vitacura (conectado con los dos anteriores), además de las cuencas y los esteros o ríos desde los cuales reciben parte de su recarga. Se observa que el acuífero de las Gualtatas tiene como fuente de recarga al estero del mismo nombre, mientras que el sector acuífero Lo Barnechea recibe recargas desde el estero Arrayán y Río Mapocho, lo cual se puede apreciar en mayor detalle en la Figura 32.

Figura 31. Sistema de acuíferos en la comuna de Lo Barnechea.



Fuente: SDT N°133 de la Dirección General de Aguas (DGA, 2002).

Figura 32. Ubicación de los sistemas acuíferos de Mapocho Alto en relación a la comuna de Lo Barnechea

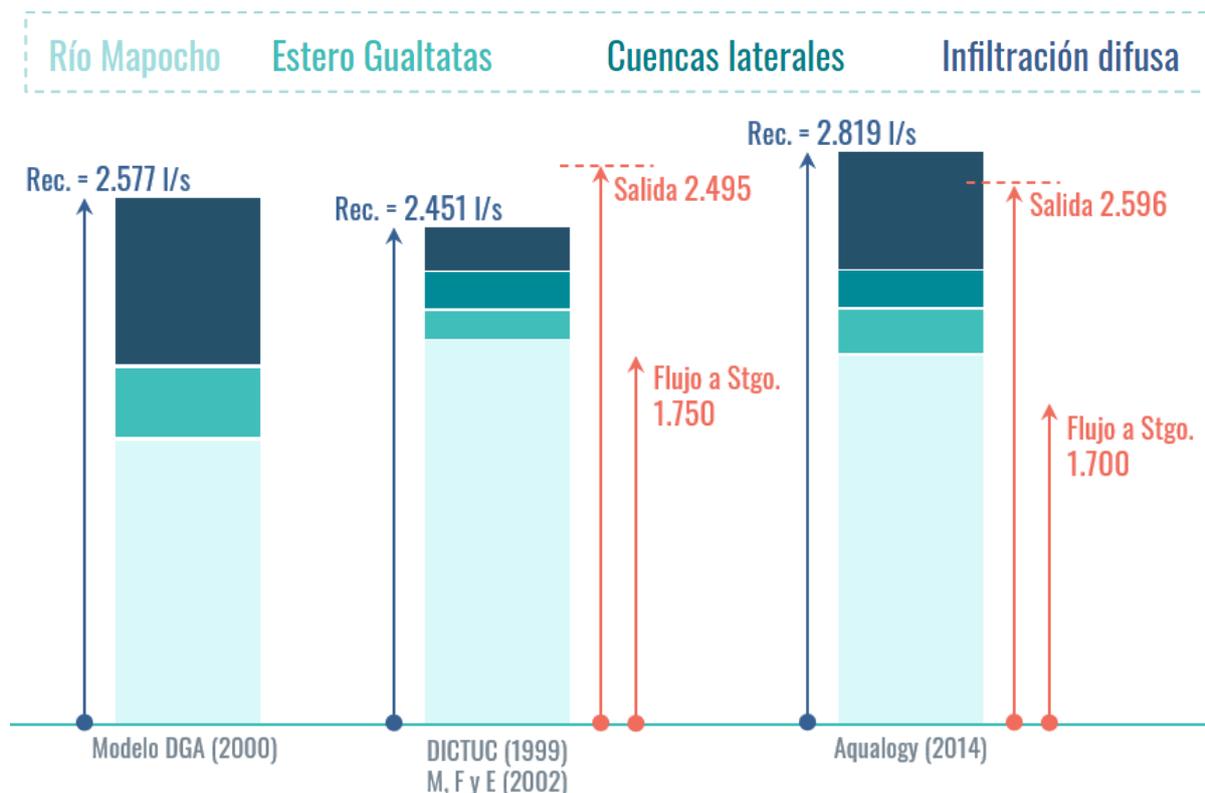


Fuente: DGA (2002)

Diversos estudios y publicaciones (AQUALOGY, 2014; DICTUC, 2003; Muñoz, Fernández y Escauriaza, 2002; DICTUC, 1999; PUC, 1994) han examinado el acuífero Mapocho Alto, permitiendo disponer de un modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico de la zona bastante detallado.

La tesis de pregrado de Reyes (2016) realizó una comparación de los balances hidrogeológicos del sistema Mapocho Alto, indicando que, a pesar de las diferencias presentadas por los tres estudios basados en modelación hidrogeológica, hay consenso en que la principal fuente de recarga corresponde al río Mapocho, el estero Las Gualtatas y las cuencas laterales. En promedio, considerando los tres estudios, el aporte superficial de los esteros y el río Mapocho constituyen aproximadamente un 80% de la recarga anual, mientras que la infiltración difusa por riego o pérdidas de las cañerías o zona urbana corresponden a aproximadamente un 20%. Por otra parte, en cuanto a salidas de agua desde el acuífero, los modelos indican que, en promedio, el flujo pasante (o flujo subterráneo que se genera entre acuíferos) es del orden del 68% y los bombeos corresponden a aproximadamente un 32%.

Figura 33. Estimación de la recarga y las salidas de agua en el sistema Mapocho Alto a partir de distintos modelos disponibles.



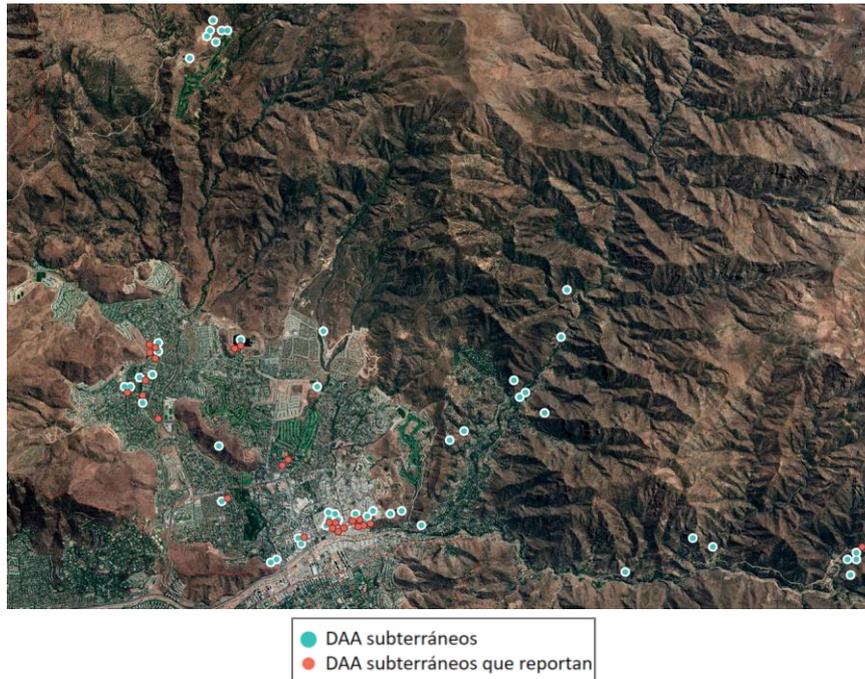
Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2002) y (Reyes, 2016)

4. Análisis de uso de agua en la cuenca

La caracterización del uso de agua es una de las grandes brechas identificadas como limitantes del desempeño del sistema de mercado de aguas que impera en Chile, y que dificultan una gestión sustentable del agua (Donoso et al., 2018; Barria et al., 2019, Fundación Chile, 2018 and Banco Mundial, 2011). La comuna de Lo Barnechea no es la excepción. A pesar de que desde el 8 de abril del año 2020 opera en los sectores acuíferos de la comuna la Resolución exenta N°453, que exige el monitoreo de extracciones efectivas a los titulares de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, actualmente menos de un 50% de los usuarios reporta sus extracciones (Figura 34). En cuanto a los derechos superficiales, aun no existe la obligación de reportar. Por lo tanto, la cuantificación del uso de agua en la comuna es una tarea que sólo podría ser abordada mediante un catastro de uso o una estimación desde modelos hidrológicos.

Considerando que la estimación del uso de agua en la comuna es un dato fundamental para establecer el balance hídrico en la cuenca, y para diseñar medidas de eficiencia hídrica, se presentará un diagnóstico del uso de agua basado en información de los derechos de aprovechamiento de agua otorgados (demanda legal de agua), la información de estudios técnicos de la Dirección General de Aguas, datos publicados en el Observatorio Georreferenciado de la DGA (<https://snia.mop.gob.cl/observatorio/>), información de consumos de agua potable otorgado por la SISS y reportes de las Juntas de Vigilancia de la comuna.

Figura 34. Reporte de DAA subterráneos en la comuna de Lo Barnechea.



Fuente: Elaboración propia a partir de Observatorio Georreferenciado DGA.

4.1. Derechos de aprovechamiento de aguas en la comuna de Lo Barnechea

En Chile las aguas se otorgan a los particulares mediante derechos de aprovechamiento de aguas (DAA). Este derecho se expresa en unidades de volumen por unidad de tiempo permitiendo al titular usar y gozar de ellas en conformidad a la ley. Los DAA pueden ser **superficiales** o **subterráneos**, según la naturaleza de la fuente de agua. Estos también se clasifican en **consuntivos** y **no consuntivos**. Los consuntivos facultan al titular a consumir totalmente las aguas en cualquier actividad y los no consuntivos permiten emplear el agua sin consumirla y obligan a restituirla en la forma que lo determine el acto de adquisición o de constitución del derecho. El derecho también puede ser de ejercicio **permanente** o **eventual**.

Los DAA subterráneos se clasifican en **definitivos** y **provisionales**, siendo estos últimos aquellos que se han otorgado en los Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC) declarados como áreas de restricción, pudiendo la DGA limitar su ejercicio o dejarlos sin efecto (MOP, 2016).

Figura 35. Tipos de Derechos de aprovechamiento de aguas en Chile.



Fuente: Elaboración propia a partir de (MOP, 2016).

De acuerdo al artículo 122 del Código de Aguas, todos los derechos de aprovechamiento de aguas (DAA) deben ser inscritos en el Catastro Público de Aguas (CPA) que lleva la Dirección General de Aguas (DGA). Sin embargo, la escasa presión normativa e institucional ha provocado que dicho catastro se encuentre constantemente desactualizado, contemplando la existencia de los llamados derechos imperfectos o incompletos (Valenzuela et al., 2013). Dichos derechos se deben también a las diversas formas en que los derechos han sido concedidos o regularizados históricamente, encontrándose en la actualidad 4 vías para el acceso a DAA (DGA, 2015):

- Sentencias del juez (regularizaciones).
- Resoluciones Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, Reforma Agraria).
- Resoluciones DGA (Art. 140 Código de Aguas).
- Mercedes de aguas previas a la existencia del Código de Aguas.

Dichas imperfecciones en los registros dificultan la labor de la DGA y de las demás instituciones por las incertidumbres respecto al estado actual de los DAA y del uso real del agua, afectando así los procesos de otorgamiento de nuevos DAA.

Para el análisis del agua legalmente otorgada en la cuenca, se hizo una revisión focalizada primero en la base de datos de DAA del Catastro Público de Aguas (CPA) de la Dirección General de Aguas (DGA). Luego, se utilizó y analizó igualmente un reporte depurado de la DGA, solicitado por transparencia (Reporte al Director), la cual fue publicada en Barría et al. (2021) a través del repositorio CAMELS-CL (<https://camels.cr2.cl/>). Adicionalmente y para complementar, se analizaron los DAA de las Juntas de Vigilancia (JVs) obtenidas desde DGA (2015b) y del Observatorio Georreferenciado de la DGA (<https://snia.mop.gob.cl/observatorio/>). Asimismo, se validó la información de algunos usuarios con informes técnicos de la DGA, los estudios de Factibilidad de Agua Potable y las entrevistas realizadas en el marco del Acuerdo. Es importante mencionar igualmente que dado el foco de eficiencia hídrica del presente Acuerdo, los DAA analizados en el diagnóstico, corresponden a derechos de tipo consuntivos, no considerando los derechos de tipo no consuntivos utilizados para la generación hidroeléctrica.

Figura 36. Fuentes de información DAA.



Fuente Elaboración propia.

4.1.1. Derechos de agua subterráneos

De acuerdo a la caracterización hidrogeológica de la cuenca, si bien son dos los sectores ubicados en los límites de la comuna (Lo Barnechea y Las Gualtatas) y Vitacura no forma parte, éstos tres sectores están conectados mediante flujos subterráneos, por lo que se requiere considerar sus dinámicas para comprender los balances. De acuerdo con el estudio técnico de la Dirección General de Aguas, IT DARH N°53 del año 2019, la disponibilidad para otorgar derechos de agua subterráneos, calculados como la recarga de agua que ingresa a los acuíferos, es de aproximadamente 1.080 l/s, 1.000 l/s y 180 l/s en Vitacura, Lo Barnechea y Las Gualtatas respectivamente (Figura 37). Dichos valores fueron estimados de acuerdo con el modelo

hidrogeológico presentado en el SDT N°171 del año 2004 y el IT N°166 del año 2005. Por otra parte, los DAA subterráneos otorgados corresponden a 3.080 l/s en Vitacura, 2.243 l/s en Lo Barnechea y 409 l/s en Las Gualtatas. Revelando que los acuíferos ya se encuentran sobreotorgados y en riesgo de una explotación no sustentable, por lo cual se decretó la prohibición de otorgamiento de derechos de tipo provisionales.

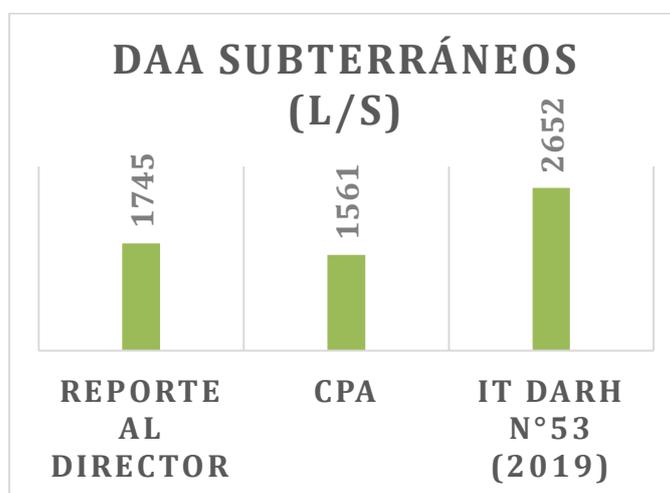
Figura 37. Estimación disponibilidad hídrica subterránea (barras azules) y derechos de agua subterráneos otorgados en cada sector hidrogeológico (barras rojas).



Fuente: Elaboración propia en base a IT DARH N°53 DGA

Luego, si calculamos los DAA subterráneos registrados en el Reporte al Director (base depurada Barria et al., 2021), los registros del CPA y la información del IT DARH N°53 (el cual fue utilizado para la Resolución N°22 que decreta la prohibición del acuífero), para la comuna de Lo Barnechea (es decir, la suma de los sistemas acuíferos de Gualtatas y Lo Barnechea), se estima que la demanda legal de agua sería de 1.745 l/s, 1.561 l/s y 2.652 l/s respectivamente. Por otro lado, revisando uno a uno los DAA subterráneos identificados en el Observatorio Georreferenciado de la DGA (<https://snia.mop.gob.cl/observatorio/>), la demanda legal de agua subterránea correspondería a 1345 l/s. Los valores presentados en la Figura 38 incluyen tanto los derechos de agua otorgados en los sistemas acuíferos de Lo Barnechea, Las Gualtatas como los otorgados sobre sectores altos que corresponden a roca fracturada o afloramientos.

Figura 38. Estimación de DAA subterráneos otorgados en lo Barnechea considerando las 3 fuentes consultadas



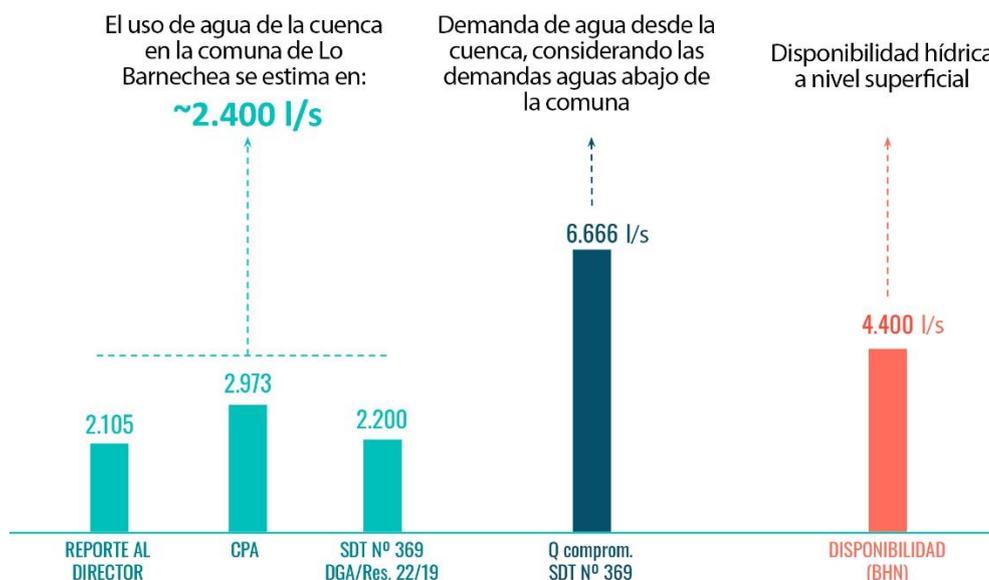
Fuente: DGA.

En promedio, basados en las tres fuentes consultadas, la demanda legal de agua subterránea en la comuna es de 1825 l/s. En promedio, basados en las tres fuentes consultadas, la demanda legal de agua subterránea en la comuna es de 1986 l/s. Si consideramos que de acuerdo a los resultados del modelo hidrogeológico del SDT N°171 del año 2004 de la DGA, la disponibilidad de los sectores acuíferos de la comuna de Lo Barnechea es de 1180 l/s (sumando los sectores hidrogeológicos de Las Gualtatas y Lo Barnechea), los cuales fueron estimados con datos registrados hasta el año 2004, es esperable que dicha disponibilidad ha disminuido durante los últimos años de megasequía, exacerbando las condiciones de desbalance del acuífero. Es importante recomendar la actualización de dicho modelo considerando las tendencias actuales del clima y la hidrología en la comuna.

4.1.2. Derechos superficiales

Respecto a los derechos de aprovechamiento de agua superficiales, como se indicó previamente, la información tiene varios problemas que dificultan su localización y seguimiento. Algunos de los problemas detectados son: a) falta de coordenadas para su ubicación geográfica, b) sin información de caudal o magnitud, c) derechos de agua repetidos (por procesos administrativos como compras, ventas o cambios de puntos de captación). Por lo tanto, para estimar el agua superficial legalmente comprometida para uso en la comuna, se revisaron distintas fuentes de datos. En la Figura 39 se muestra que en promedio, las tres fuentes de derecho de aguas consultadas indican que la demanda legal o los derechos de agua otorgados en la comuna ascienden a 2400 l/s. Por otra parte, se calculó el caudal con probabilidad de excedencia de 85% a partir de la escorrentía presentada en el BHN, que corresponde a la disponibilidad hídrica (barra color damasco de la Figura 39). Si bien la disponibilidad hídrica de las cuencas que conforman la comuna de Lo Barnechea es mayor a la demanda por derechos de agua cuya captación se ubica en los límites de la comuna, hay derechos de agua de canales ubicados aguas debajo de la comuna que se encuentran comprometidos y por tanto la demanda total de la cuenca es de 6.666 l/s (mayor a la disponibilidad).

Figura 39. Estimación de disponibilidad y demanda legal de agua superficial en la comuna de Lo Barnechea.

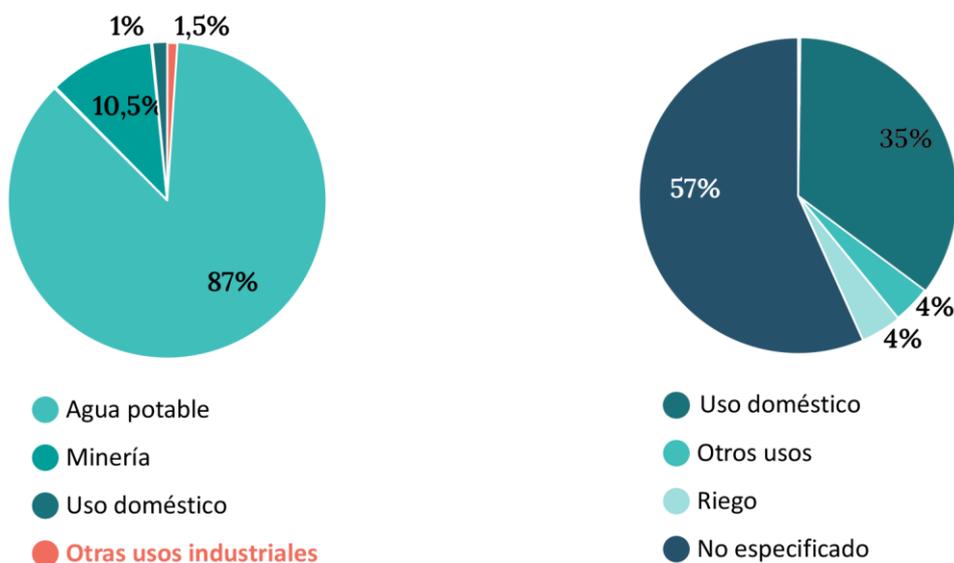


Fuente: Elaboración propia en base a diferentes fuentes indicadas en cada caso.

Para identificar posibles medidas de eficiencia hídrica y su impacto en la comuna, más allá de estimar la demanda y la disponibilidad de agua tanto superficial como subterráneo, interesa saber la distribución de usos de agua por cada sector. No todos los DAA indican su uso, por lo que se consultó la información de las dos Juntas de Vigilancia de la comuna para estimar la distribución de las aguas superficiales, y los datos

disponibles en el Observatorio Georreferenciado para las aguas subterráneas. De acuerdo a lo mostrado en la Figura 40, las Juntas de Vigilancia permiten asignar usos a sus DAA, lo cual se dificulta en el caso de los DAA subterráneos, pues un 57% de ellos no reportan información de este tipo. En cuanto a los DAA superficiales, los mayores usos corresponden a agua potable (aproximadamente un 87%), y minería (aproximadamente un 10,5%). En el caso de los DAA subterráneos, del 43% que indica el uso, la mayor proporción corresponde a uso doméstico y riego.

Figura 40. Distribución de usos de DAA superficiales y subterráneos en la comuna.



Fuente: Datos Junta de Vigilancia del río Mapocho Alto, Junta de Vigilancia del Estero el Arrayán. Para el caso de los derechos subterráneos, se consultó el Observatorio Georreferenciado de la DGA

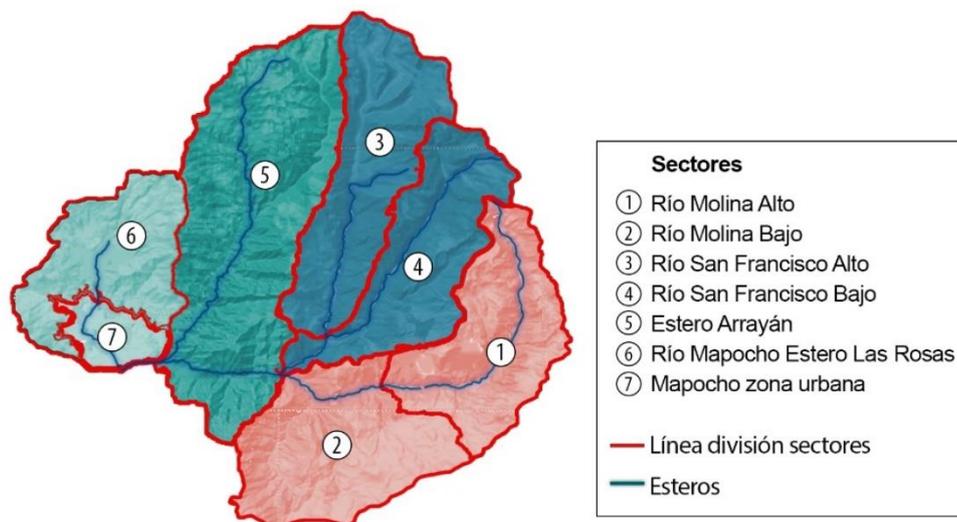
En resumen, caracterizar la demanda legal de agua en la comuna es una tarea compleja, en particular por las múltiples fuentes de tipo oficial disponibles, emanadas desde la DGA, las que muchas veces no coinciden entre ellas. Si consideramos el promedio de las fuentes consultadas para obtener información de DAA superficiales en la comuna, la demanda legal ascendería a aproximadamente 2400 l/s, y si consideramos la información de DAA subterráneos con información de coordenadas y actualizados obtenidos desde el Observatorio Georreferenciado de la DGA (1345 l/s), la demanda legal total de agua en la cuenca ascendería a aproximadamente 3745 l/s (2400 l/s superficiales + 1345 l/s subterráneos).

4.2. Análisis de derechos de agua superficiales por subcuencas

Con el fin de visualizar y comprender la demanda legal de agua comprometida en la comuna de Lo Barnechea (DAA), por usuarios, se generaron mapas con la información distribuida por subcuencas o sector, los cuales se presentan y describen a continuación. Es importante notar que debido a que los zooms se generaron con múltiples fuentes de información, las cuales son detalladas en el texto del reporte, éstas fuentes no se reiteran en las figuras.

Para cada sector, se presenta marcado en color rojo, los derechos de agua otorgados, y para los usuarios que presentan información de uso efectivo actual o proyectado, se indican los valores en color verde. En la siguiente imagen se puede apreciar las diferentes secciones que se detallarán:

Figura 41. Sectores a analizar en la cuenca.



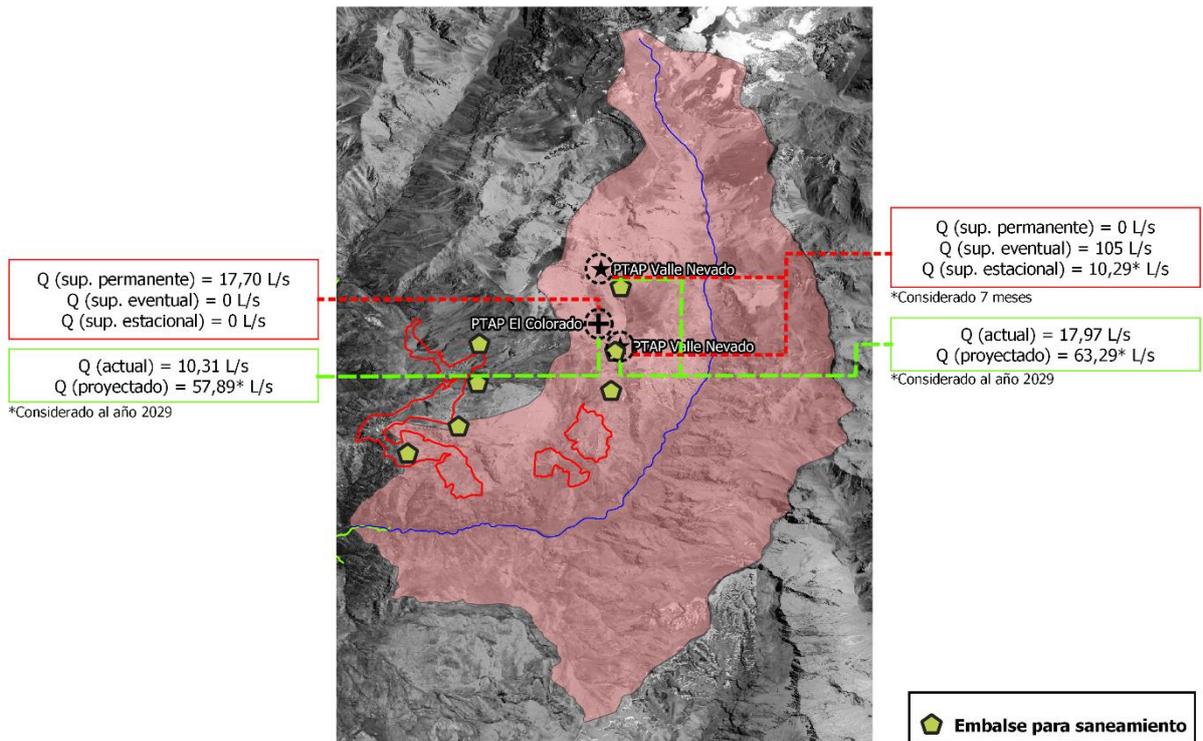
Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.2.1. Subcuenca Río Molina

La cuenca del río Molina sector alto (Figura 42) concentra como principales usos de agua, las extracciones para la producción de agua potable del centro de Ski Valle Nevado y extracciones de la planta de tratamiento de El Centro de Ski El Colorado. Como se indica en la Figura 42, la planta de producción de agua potable de Valle Nevado no cuenta con DAA de tipo permanentes, sino que depende principalmente eventuales (105 l/s) y estacionales (10,29 l/s), los cuales es muy probable tengan restricciones a futuro basados en las proyecciones de cambio climático. De acuerdo con la información de los Planes de Factibilidad de agua potable y aguas servidas presentados en el marco de la actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, los Centros de Ski Valle Nevado y El Colorado utilizan actualmente 17,97 l/s y 10,31 l/s respectivamente, los cuales esperan ampliar hacia el año 2029 a 63,29 l/s y 57,89 l/s respectivamente¹⁹. Mientras que la parte baja de la cuenca del río Molina tiene menores usos de agua, dos canales destinados al riego que sólo cuentan con derechos de agua estacionales (cuya acción equivale a 14700 m³/año a ser utilizados entre septiembre y marzo de cada año).

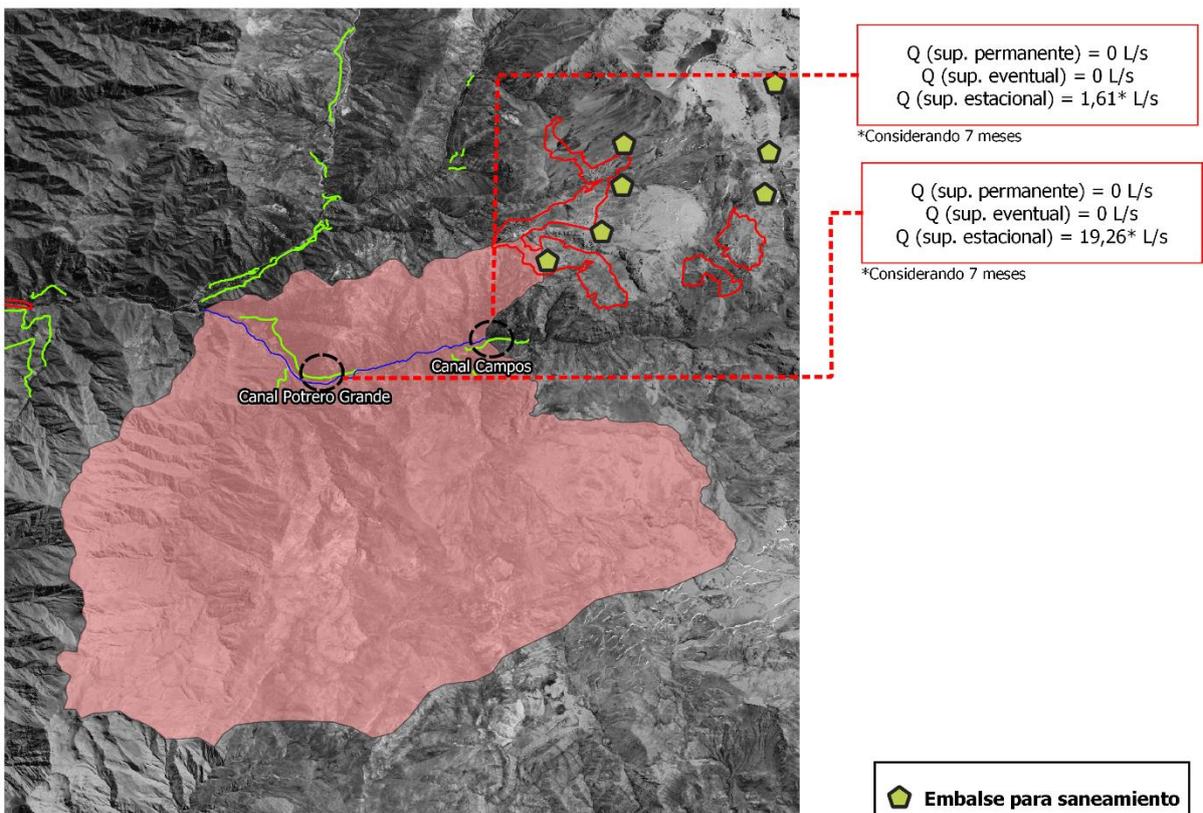
¹⁹ Todo el detalle se puede encontrar en los informes sobre “Estudio de factibilidad de agua potable y evacuación de las aguas servidas de la Propuesta de Modificación del Plan Regulador comunal de Lo Barnechea “MPRC-LB-09 Centro Cordillera: Farellones, La Parva, El Colorado y Valle Nevado””.

Figura 42. Derechos de agua Río Molina Alto.



Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes referidas en el texto.

Figura 43. Derechos de agua Río Molina Bajo.



Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes referidas en el texto.

4.2.2. Subcuenca Río San Francisco

La cuenca del Río San Francisco presenta demandas legales de agua superficiales bastante mayores al río Molina. La parte alta de la cuenca concentra el 100% de los derechos de agua permanentes de la industria minera de la comuna asociados a la empresa AngloAmerican, y su mina de cobre Los Bronces. La empresa Angloamerican registra 210 l/s como derechos de aprovechamiento permanentes, 500 l/s de tipo eventual y 2.4 l/s de tipo estacional. En cuanto al uso efectivo de agua por parte de la empresa AngloAmerican, al no existir la obligación por parte de la DGA de reportar mediante telemetría, no se cuenta con información. Sin embargo, de acuerdo con el Anexo AD-39 de la Adenda en el Sistema de Evaluación de Impacto ambiental del Proyecto Los Bronces Integrado, se indica que además de los 210 l/s captados en la cuenca de San Francisco, se utilizan hasta 203 l/s adicionales de agua fresca en la mina (total de agua fresca de 413 l/s), los que corresponden a derechos de agua de esteros ubicados fuera de la comuna de Lo Barnechea (cuenas de Riecillos y Aconcagua), 136 l/s que corresponden a afloramientos de aguas subterráneas captadas en los túneles y rajo de la mina, 67 l/s que corresponden a aguas del lastre o de derretimiento de nieve en el botadero de San Francisco y 81 l/s que se utilizan fuera de la comuna (Las Tórtolas) captados por pozo también fuera de la comuna (Colina y Quilapilún). Los reportes de sustentabilidad de la empresa AngloAmerican, así como información de la JV de Mapocho Alto, indican que en promedio durante los años 2018 a 2020, las extracciones de agua fresca desde el río San Francisco por parte de AngloAmerican ascienden a 119 l/s (cuadro verde). Información detallada de lo indicado previamente, se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10. Resumen usos legales de agua de AngloAmerican en la V región y en Lo Barnechea

Fuente	DAA de ejercicio permanente (l/s)	DAA de ejercicio estacional (acciones)	DAA de ejercicio eventual (l/s)	Derechos subterráneos (l/s)	
Junta de Vigilancia del río Mapocho	210	3	500	-	
Junta de Vigilancia del río Arrayán	-	-	50	-	
	Aguas frescas captadas (l/s)			Pozos (l/s)	Aguas del minero y aguas de contacto (l/s)
	En lo Barnechea	Fuera de la comuna de Lo Barnechea			
Los Bronces Integrado ANEXO AD-39 (SEIA, 2020)	210	203*		81**	260***

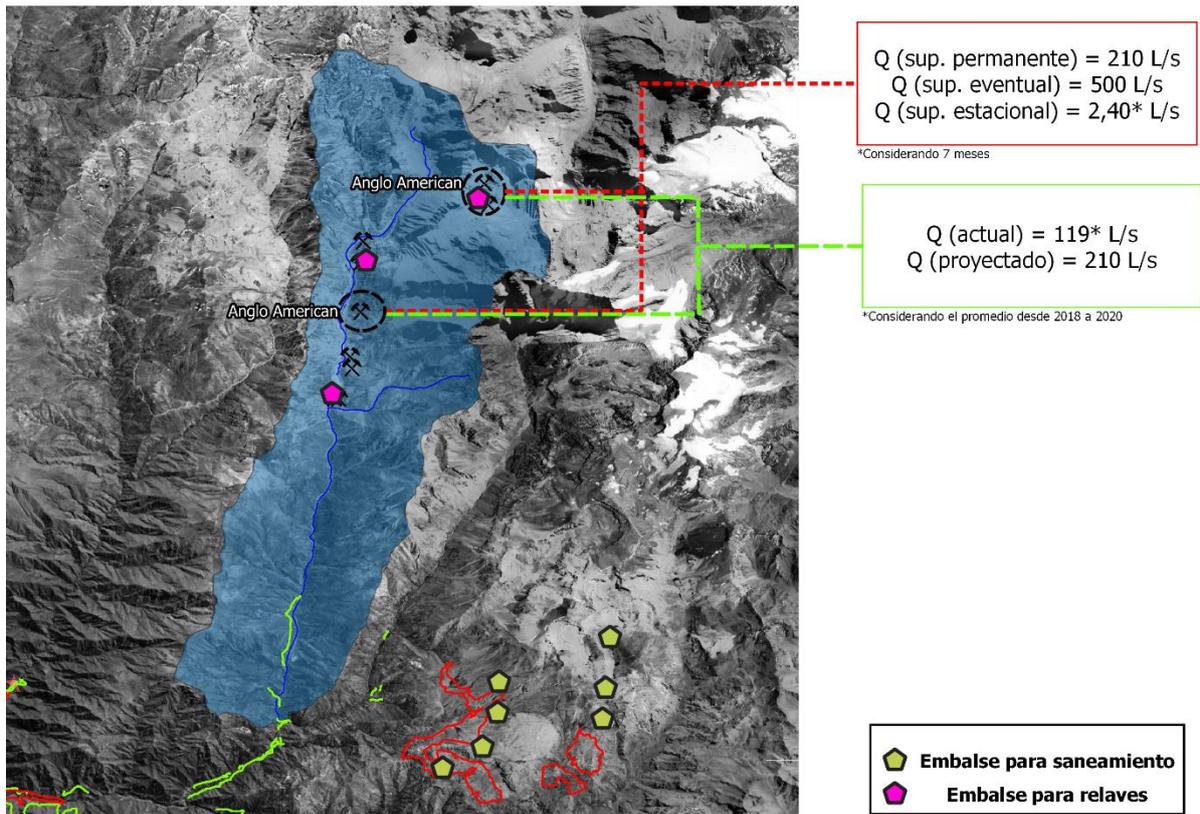
*Esto corresponde a derechos de agua correspondientes a fuentes de estero Riecillos, río Aconcagua (V región)

**Derechos subterráneos explotados en el sector de Las Tórtolas, fuera de la comuna de lo Barnechea

***Aguas del minero DS56 del Código de Aguas

Fuente: Elaboración propia, 2021.

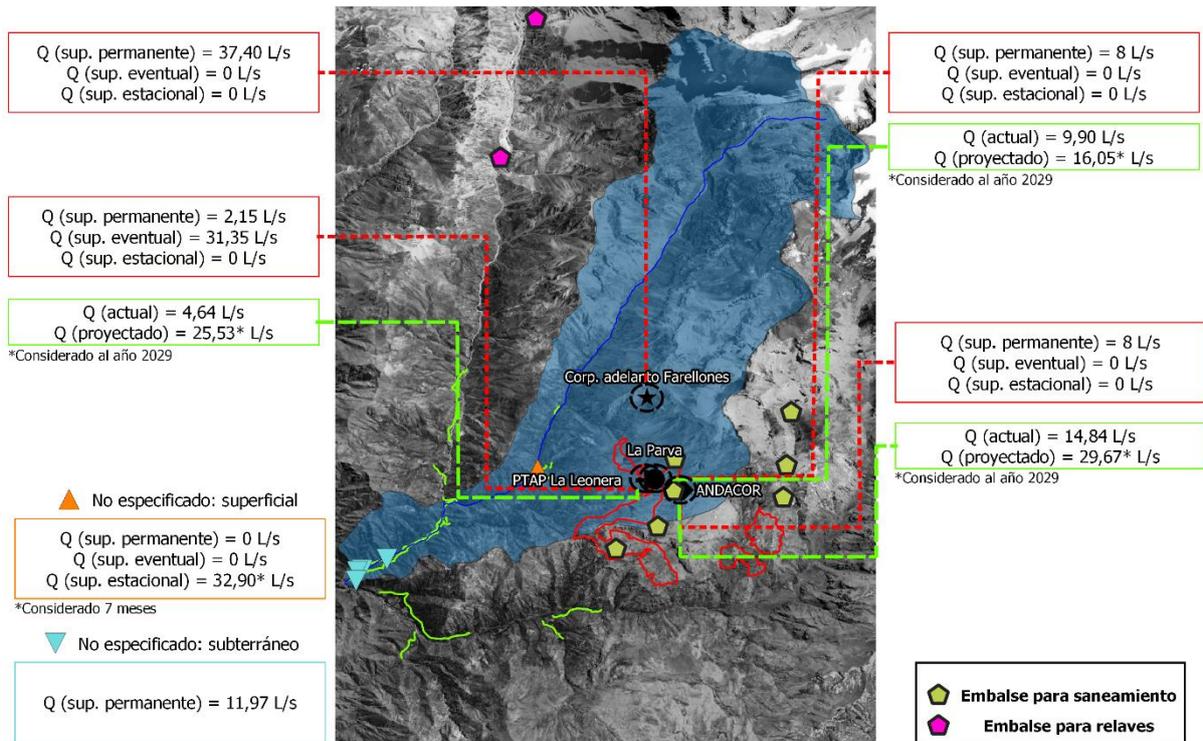
Figura 44. Derechos de agua Río San Francisco Alto.



Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes referidas en el texto.

En San Francisco bajo, los derechos de agua de ejercicio permanente son menores en comparación a la zona alta de la cuenca y ascienden a 55.5 l/s, los cuales abastecen a plantas de tratamiento para la producción de agua potable de pueblos de montaña y centros de ski (Corporación de Adelanto Farellones, La Leonera, La Parva). De acuerdo a la información presentada en los cuadros verdes de la Figura 45, el uso para producción de agua potable de la Leonera, la Parva y Andacor ascendería hacia el año 2029 a 71.25 l/s, según los Planes de Factibilidad de la Municipalidad de Lo Barnechea, lo cual requeriría uso de parte de sus DAA eventuales.

Figura 45. Derechos de agua Río San Francisco Bajo.

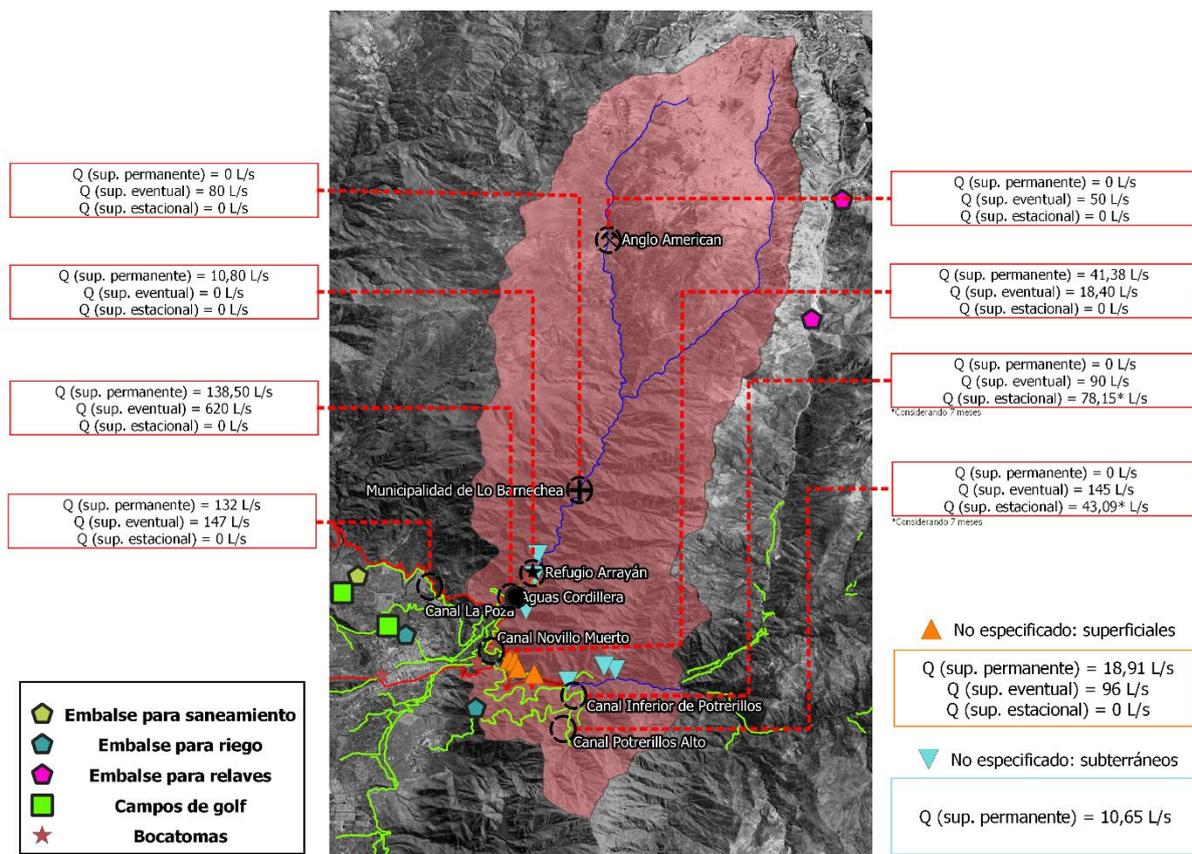


Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes referidas en el texto.

4.2.3. Subcuenca Estero Arrayán

En el caso del Estero Arrayán, la demanda legal de agua superficial asciende a 341,59 l/s, los cuales son administrados por la JV del Estero Arrayán. Los mayores usos corresponden al derecho de agua potable de Aguas Cordilleras (138,5 l/s), el canal La Poza (132 l/s) que distribuye aguas hacia el sector de Los Trapenses, y la Asociación de canalistas del Arrayán (41,38 l/s). También hay derechos de agua pertenecientes al Canal La Canoa por 17,88 l/s, la Comunidad de Aguas del Canal Refugios del Arrayán por 10,8 l/s y Bocatoma Cagnin Verónica Schwarts Letkivits por 0.2 l/s.

Figura 46. Derechos de agua Estero Arrayán.

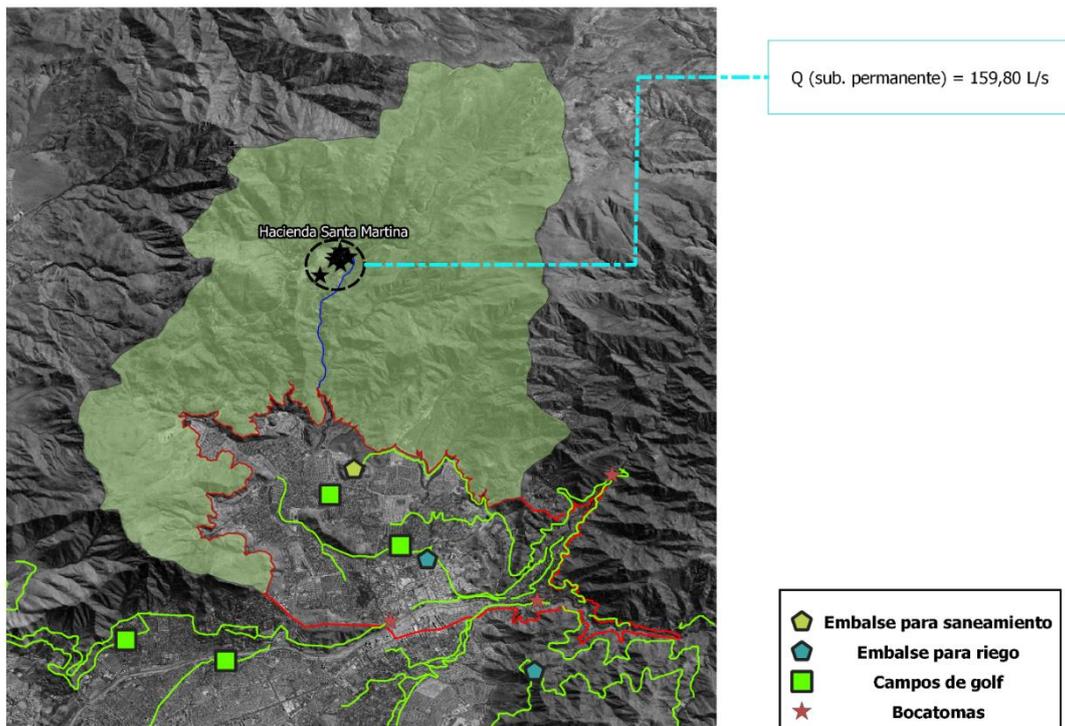


Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes referidas en el texto.

4.2.4. Subcuenca Río Mapocho Estero Las Rosas (Gualtatas)

En el caso del estero Las Gualtatas (Río Mapocho Estero Las Rosas), el observatorio de la DGA no registra derechos de tipo superficiales, sino que sólo de tipo subterráneos. El CPA si indica derechos de tipo superficial en la cuenca del Estero Gualtatas, los que sin embargo, no cuentan con información para georreferenciarlos. En cuanto a los derechos de agua subterráneos, la información del observatorio indica a la Hacienda Santa Martina como el principal usuario (159,8 l/s), los cuales no reportan su uso efectivo a pesar del Decreto existente.

Figura 47. Derechos de agua Río Mapocho Estero Las Rosas (Gualtatas).



Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes referidas en el texto.

4.2.5. Subcuenca Río Mapocho Zona Urbana

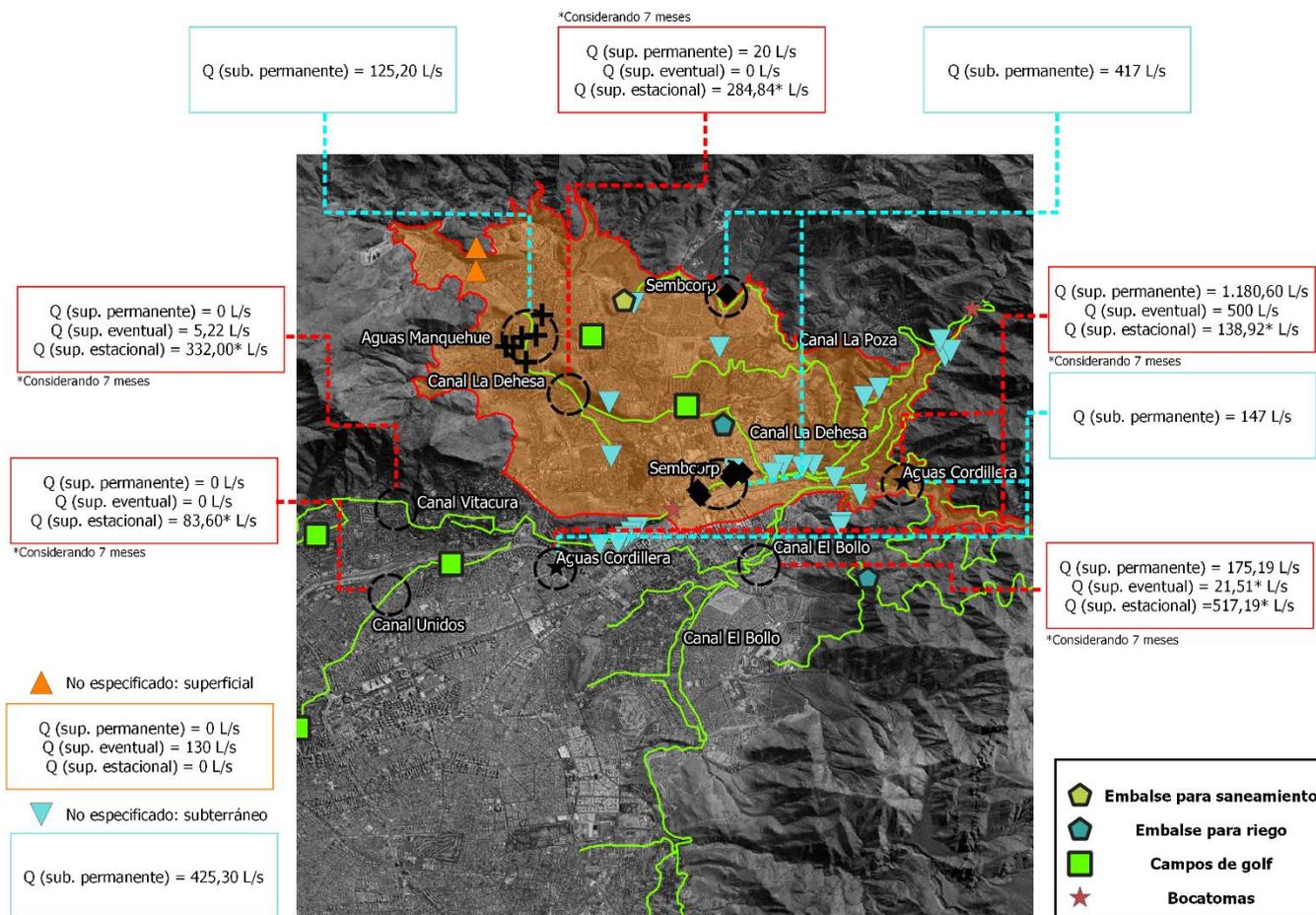
En la zona urbana de la cuenca del río Mapocho, es donde se concentra la mayor parte de los derechos de agua subterráneos de la comuna (cuadros celestes de la Figura 48). Parte de ellos corresponden a usos para la producción de agua potable de la empresa SACYR y Aguas Manquehue, algunos corresponden a inmobiliarias, pero un gran porcentaje no registra el uso. En cuanto a los derechos superficiales, gran parte de ellos corresponden a extracciones desde canales que abastecen usos dentro de la comuna, pero también fuera de ella. Para conocer la proporción de agua distribuida por los canalistas en y fuera de la comuna, se requiere analizar las acciones y directorios de los canalistas, mediante un catastro. Para efectos del balance es relevante conocer primero las extracciones de los canales (las cuales se presentan en las figuras de la sección 4.2), y cuánta agua se utiliza en las plantas de tratamiento de agua potable, que concentran un 87% de los derechos superficiales.

De acuerdo a la Figura 49, los canales Vitacura (322 l/s derechos estacionales), Unidos (83,6 l/s derechos estacionales), El Bollo (175,19 l/s permanentes y 517,19 l/s estacionales), Alto Potrerillos (43,09 l/s estacional) e inferior Potrerillos (78.15 l/s estacional) distribuyen agua fuera de la comuna de Lo Barnechea. Sin embargo, para conocer en exactitud los caudales que se consumen en la comuna, se requiere conocer los accionistas y entregas de los canales. Lo anterior se identifica como una brecha de información.

Se presenta en la Figura 48, las producciones de agua potable de las distintas plantas de tratamiento ubicadas en la comuna o abastecidas con agua de la comuna. Se observa que las plantas Punta de Águila, La Dehesa, El Arrayán, San Enrique, Los Domínicos, Vitacura y lo Gallo producen en total 2710 l/s de agua potable (obtenidos desde Urzua, 2017).²⁰ Sin embargo, la información exacta respecto de qué porcentaje de esta producción se utiliza en la comuna de Lo Barnechea (y cuánto en las otras comunas que abastecen), es una brecha de información pues las empresas sanitarias tienen cláusulas de confidencialidad.

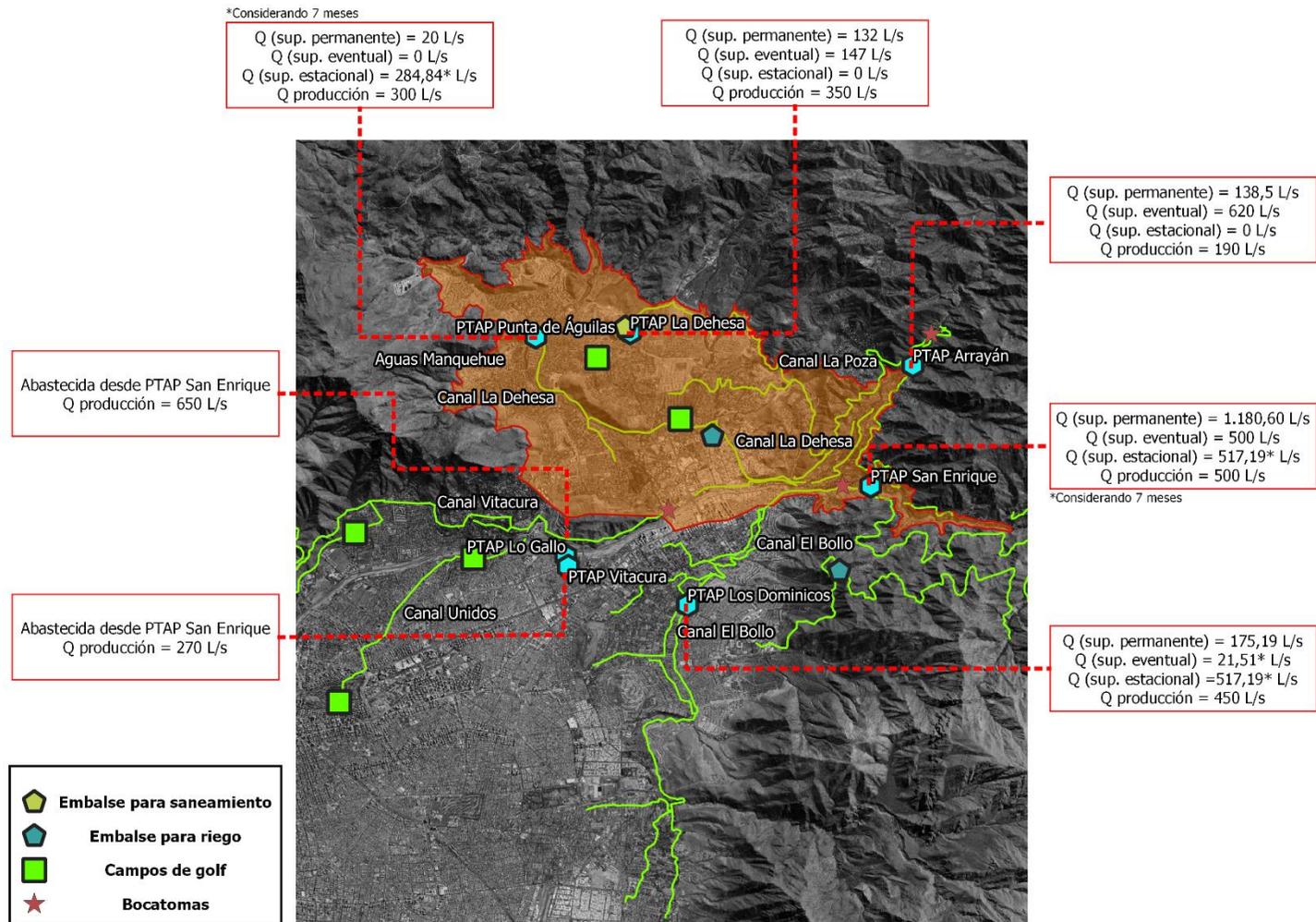
²⁰ RACIONALIZACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CUENCA DEL RÍO MAPOCHO, Universidad de Chile, 2017

Figura 48. Derechos de agua superficiales río Mapocho zona urbana.



Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes referidas en el texto.

Figura 49. Derechos de agua superficiales para producción de agua potable.



Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes referidas en el texto

5. Abastecimiento de agua potable y aguas servidas

A partir de los sistemas de abastecimientos presente en la comuna y de los consumos desde diferentes sectores, se analizará los usos que se tiene del recurso hídrico en la comuna de Lo Barnechea.

En Lo Barnechea se presentan 3 situaciones para el abastecimiento de agua potable a la población:

- 1.- Áreas de concesión sanitarias bajo la vigilancia de las Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), con datos públicos de producción, consumo y saneamiento, determinados por tipo de cliente y/o localidad.
- 2.- Áreas abastecidas a través de empresas particulares, las cuales no deben reportan a la SISS y, por tanto, solo se puede acceder a datos públicos de producción general.
- 3.- Zonas sin acceso a la red de manera formal.

Para esto se hizo una solicitud a la SISS a través de transparencia para la obtención de los datos de consumo de los diferentes sectores de la comuna de Lo Barnechea, lo cual fue entregado de manera mensual a partir del año 2012. Por otro lado, para comprender las áreas de concesión y territorio operacional (T.O.)²¹ de cada una de las empresas, el estudio se basa en el Visor de la SISS (<http://sit.siss.cl>), además de la información proporcionada por Aguas Andinas en el QuickScan.

En la Figura 50 se puede apreciar la distribución de lo anteriormente señalado. En color verde se identifican las zonas abastecidas por las Empresas Sanitarias, las cuales se ubican principalmente del *área urbana principal* de la comuna y una pequeña proporción en el *área urbana centro cordillera*; en color rojo se representan las zonas abastecidas por empresas particulares, las cuales se ubican exclusivamente en el *área urbana centro cordillera*; y en color gris se representan las áreas sin acceso a red de agua potable de manera formal, distribuidas principalmente en las zonas entre ambos centros urbanos (ruta G-21) y zonas ubicadas fuera del *área urbana* determinada en el PRMS.

Figura 50. Sistemas de abastecimiento de agua potable

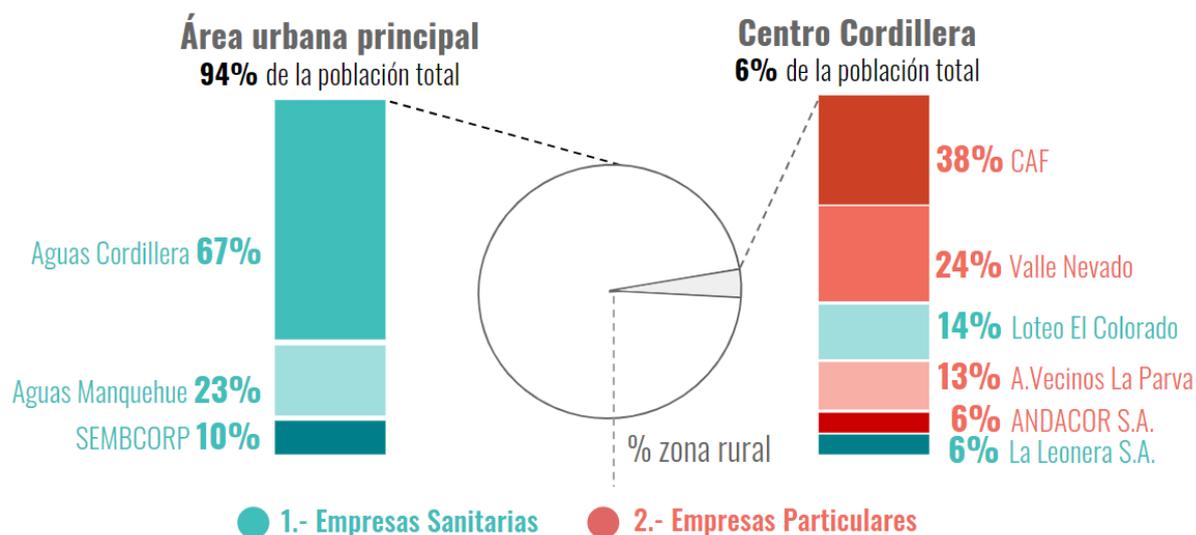


El *área urbana principal* está compuesta por aproximadamente el 94% de la población total de la comuna, la cual es abastecida por 3 Empresas Sanitarias: Aguas Manquehue, Aguas Cordillera y Sembcorp (Sacyr).

²¹ Territorio Operacional corresponde al área de concesión de una empresa. Área geográfica delimitada en extensión territorial y cota, donde existe obligatoriedad del servicio sanitario para las concesionarias de distribución de agua potable y de recolección de aguas servidas.

Por otro lado, la población abastecida de manera formal en el área Centro Cordillera, son atendidas por las empresas particulares “Loteo El Colorado” y “La Leonera” (ambas reportan a la SISS) y por otras 4 empresas particulares: Corporación Adelanto Farellones (CAF), Valle Nevado, la Asociación de Vecinos de la Parva y Andacor S.A.

Figura 51. Población abastecida por empresa.



Fuente: Elaboración propia.

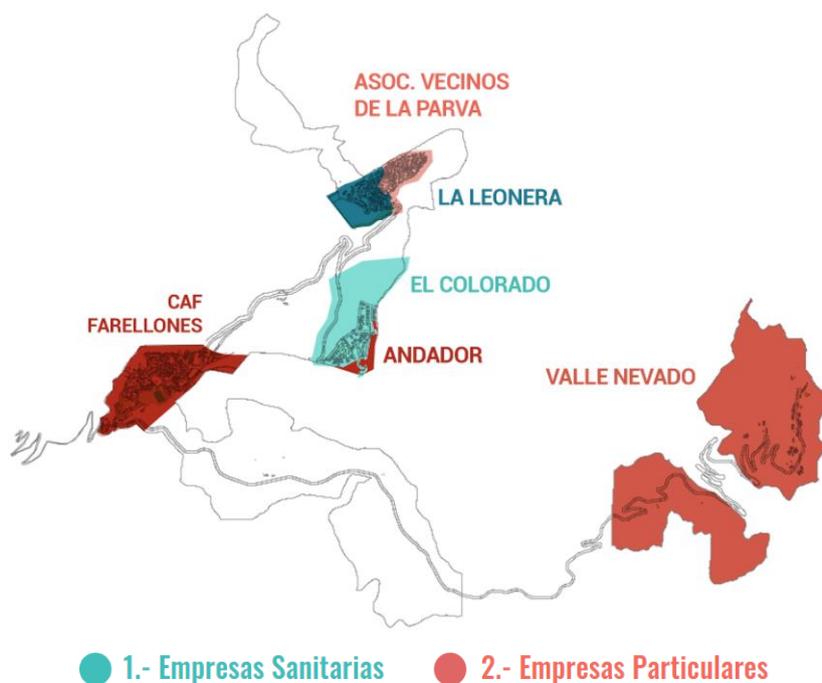
En la Figura 52 y 53 se puede comprender el detalle de lo señalado en la Figura 51, sobre el área de concesión en cada uno de los 2 centros urbanos de la comuna.

Figura 52. Área de concesión de localidades y Empresas Sanitarias en el área urbana principal.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 53. Área de concesión de localidades y Empresas Sanitarias en Centro Cordillera.



Fuente: Elaboración propia.

Para comprender el funcionamiento global, se toman en consideración los datos proporcionados por la empresa Aguas Andinas, encargada de abastecer a la mayor parte de la población. Por lo que es importante comprender que, si bien no representa la totalidad de la comuna, entrega una muestra representativa. El levantamiento de dicha información y detalle se obtiene a partir de la aplicación de la herramienta de diagnóstico QuickScan. En primer lugar, se estima a nivel comunal que se hace un uso de un 70% de agua subterránea y un 30% de agua superficial de agua cruda para el abastecimiento de agua potable (AP). En el caso de Lo Barnechea, la comuna es atendida a través de Aguas Andinas, por Aguas Maquehue y principalmente por Aguas Cordillera, a través de una red de suministro de 479 km, la cual en su mayor parte considera la red de distribución y transporte, con un total de 395 km.

Figura 54. Red de distribución agua potable Aguas Andinas en comuna de Lo Barnechea.

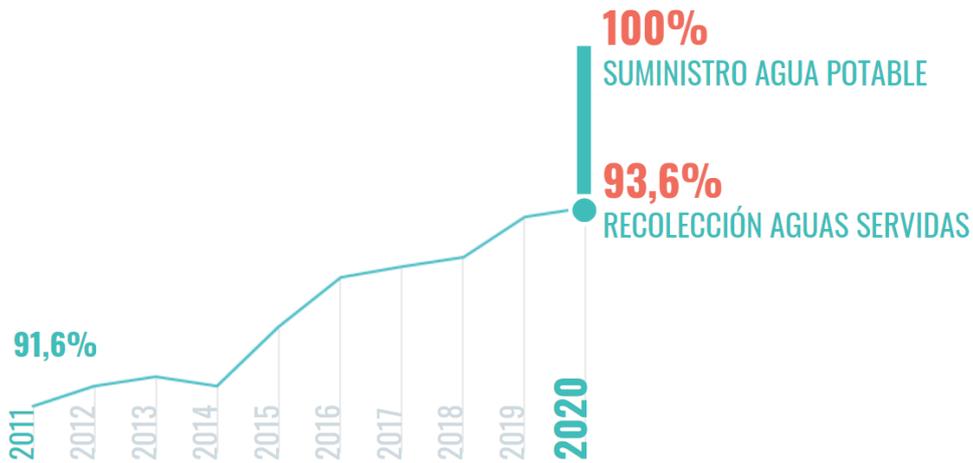


Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la cobertura del servicio, al año 2020 existe una cobertura en el suministro de agua potable (Ap) de un 100% del territorio operacional de la empresa, no así a la recolección de aguas servidas (As), la cual representa alrededor de un 93,6%.

Se puede apreciar en la siguiente Figura 55 que existe un aumento constante, con un aumento de un 2% en el período de los 9 años observados.

Figura 55. Cobertura de agua potable y recolección de aguas servidas (2011-2020) de los clientes de Aguas Andinas en la comuna de Lo Barnechea



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la facturación de agua potable desde la empresa sanitaria, estiman una media anual de 19.638.833 m³ en los últimos 9 años, tal como se puede apreciar en la Figura 56 y un volumen medio anual de aguas servidas tratadas dentro del territorio operacional de 13.639.047 m³/año, donde todas las aguas servidas recolectadas son tratadas. Aquí se puede apreciar una diferencia de casi 6.000.000 de m³ al año, lo cual ha sido sostenido desde el año 2011.

Figura 56. Facturación agua potable y recolección de aguas servidas



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la infraestructura y redes de distribución, las empresas sanitarias deben reportar a la SISS de manera mensual el reporte de archivo de continuidad protocolo PR13, el cual incluye información de continuidad de AP, de continuidad de AS y de presiones del sistema. Aguas Andinas ingresa mensualmente las roturas en las redes de distribución provocadas por cortes programados, emergencias, problemas de infraestructura y roturas sin corte.

Según el detalle de la información entregada por Aguas Andinas, las tasas de cortes en el año 2020 son de 0,04% en el total de la comuna, lo cual considera un total de 182 cortes, donde el sector de distribución que más cortes presenta es el sector “La Dehesa”, con un total de 49 cortes el año 2020 (37 el año 2019 y 121 el año 2018). Sin embargo, la tasa de cortes representa solamente un 0,04%, ya que corresponde al sector de mayor longitud de la red, con un total estimado de 110.190 km, del total de 407.854 km de la comuna total. Por otro lado, si consideramos el sector con una mayor tasa de cortes. Parque del Sol Bajo con una tasa de 0,16% y un total de 25 cortes al año 2020 (6 en 2019 y 30 en 2018).

En la comuna no existen red de colectores unitarios, en lo que respecta al área de concesión de Aguas andinas, por tanto, funciona un sistema combinado para la evacuación de los distintos tipos de aguas residuales domésticos y de aguas pluviales descargadas, alcantarillado y drenaje.

Respecto a las pérdidas por red se considera de especial relevancia poder contar con un detalle más exhaustivo respecto a las estimaciones de los volúmenes, por localidad o sector. Según una publicación reciente de AIDIS (abril 2021)²², las pérdidas de Aguas Andinas podrían llegar a un 31,7% (Aguas Cordillera 19% y Aguas Manquehue 21,1%). Si consideramos que aproximadamente un 87% del agua que se extrae en la cuenca corresponde a agua potable, cualquier ahorro en estas pérdidas será significativo.

5.1. Empresas Sanitarias que reportan a la SISS

Las empresas sanitarias presentes en la comuna de Lo Barnechea se dividen en 6 “localidades” según la SISS, las cuales se identifican a continuación:

Tabla 11. Localidades y Empresas Sanitarias que reportan a la SISS

Localidad	Empresa	Territorio operacional (ha)	Nº clientes /mes (promedio 2020)
Aguas Cordillera	Aguas Cordillera	2.400*	27.059
Los Trapenses	Aguas Manquehue	835,1 / 848*	4.661
Lo Barnechea	Sembcorp (Sacyr) ²³	271,6	2.857
Valle Escondido	Sembcorp (Sacyr)	201,3	177
La Leonera	La Leonera	17,2	527
Loteo El Colorado	El Colorado	46,5	76
		~ 3.780	~ 35.357

Fuente: Elaboración propia en base a “Visor SISS Empresas Sanitarias²⁴” y datos SIFAC, SISS.

*Datos entregados por Aguas Andinas.

22 <https://www.aidis.cl/wp-content/uploads/2021/04/REVISTA-AIDIS-ABRIL-2021.pdf>

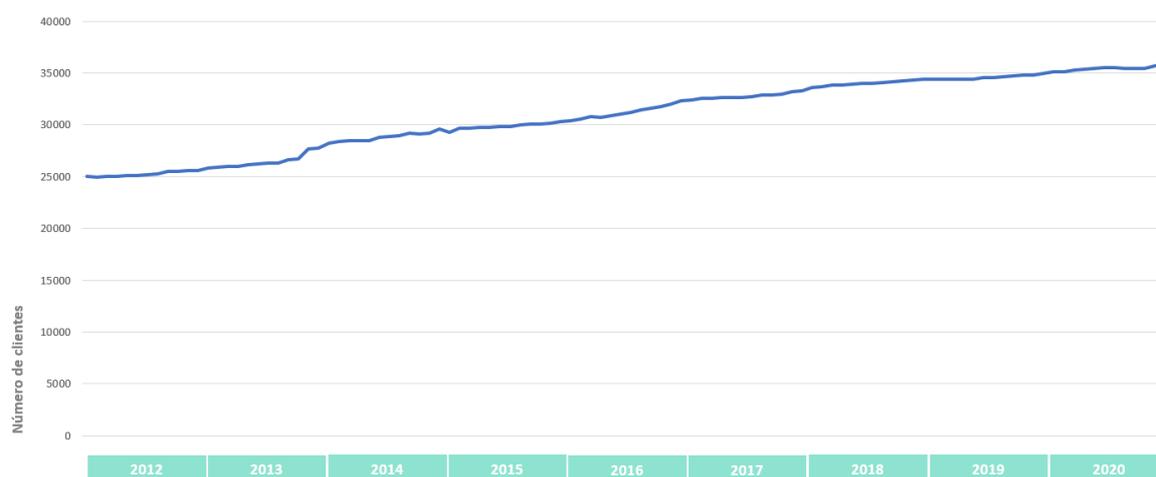
23 El año 2020 la empresa Sacyr Agua Chile compró el negocio sanitario de la empresa Sembcorp.

24 <http://sit.siss.cl:81/#/app/maps/13>

Respecto a la cantidad de clientes en los T.O. de la comuna, existen 35.357 clientes al mes, en promedio de lo que fue el año 2020, lo cual va en aumento sostenido de manera mensual, tal como se puede apreciar en el siguiente Figura 57, el cual considera el período entre los años 2012 y 2020, donde se presenta un incremento de más de un 40%. En el caso particular del año 2020, en el mes de enero existe un total de 35.078 clientes y posteriormente, un total de 35.780 en el mes de diciembre, lo que refleja un aumento de alrededor de 700 clientes en el período de un año.

Cabe señalar que, dentro de la BBDD entregada por la SISS, se detallan las refacturaciones en cada uno de los meses y localidades, lo cual no fue considerado en la contabilización de los clientes totales, ya que se estaría duplicando los clientes que, por un lado, fueron facturados y luego refacturados. No así en el caso de los datos de consumo, donde sí se deberá considerar el total, sin filtrar los datos de refacturación.

Figura 57. Número de clientes comuna de Lo Barnechea (2012-2020)



Fuente: Elaboración propia en base a "Consumos 2020 por sector, SISS".

Por otro lado, la información entregada por la SISS permite identificar cinco tipos de clientes, los cuales se describen a continuación²⁵:

1.- Cliente Residencial: clientes que reciben el servicio sanitario y cuya propiedad asociada al inmueble, ésta destinada principalmente a casa habitación (50% o más de su construcción) o que los consumos facturados en m³ sean mayoritariamente de este tipo.

2.- Cliente Comercial: clientes que reciben el servicio sanitario y cuya propiedad asociada al inmueble, ésta destinada principalmente a actividades comerciales (50% o más de su construcción) o que los consumos facturados en m³ sean mayoritariamente de este tipo.

3.- Cliente Institucional: clientes que reciben el servicio sanitario y cuya propiedad asociada al inmueble, ésta destinada principalmente a actividades desarrolladas por instituciones de tipo público o fiscal (50% o más de su construcción) o que los consumos facturados (m³) sean mayoritariamente de este tipo.

(Ej: bomberos, carabineros, policía de investigaciones, ejército y fuerzas armadas en general, instituciones pertenecientes al servicio público de salud (hospitales, consultorios, postas, etc.), instituciones educacionales (colegios municipales, universidades tradicionales, universidades privadas, etc.), instituciones pertenecientes a la administración pública (Municipalidades, Intendencias, Gobernaciones, Ministerios, Subsecretarías, Superintendencias, SEREMIS, etc.).

²⁵ SISS, Solicitud de antecedentes de facturación y coberturas, SIFAC II.

4.- Cliente Industrial: clientes que reciben el servicio sanitario de agua potable, alcantarillado o ambos y cuya propiedad asociada al inmueble, ésta destinada principalmente a actividades industriales (50% o más de su construcción) o que los consumos facturados en m3 sean mayoritariamente de este tipo.

5.- No Asociado a Inmueble: corresponde a un no inmueble, que recibe el servicio sanitario de agua potable, de alcantarillado, o ambos servicios. En general corresponden a clientes también llamados “área verde”, cuyo arranque es utilizado para fines de riego de algún área tal como una plaza, un parque u otro.

Luego de lo revisado y una vez comprendido la tipología de clientes que se presentan en la comuna, a continuación, se muestra la evolución en el número de clientes por tipología, tomando como período de análisis de igual forma, los años 2012 y 2020. En la Figura 58 se puede apreciar, que este aumento en casi un 40% del número de clientes en el período, está dado principalmente por un incremento del número de clientes residenciales, donde hay un aumento similar de un 39%. Esto se puede explicar en parte, por el aumento demográfico de 40,8% entre los años 2012 y 2017, según información levantada en los Censos respectivos.

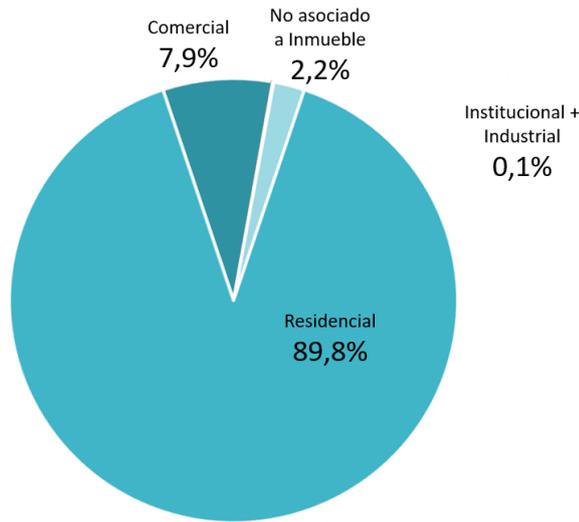
Figura 58. Número de clientes por tipo de cliente en la comuna de Lo Barnechea (2012-2020)



Fuente: Elaboración propia en base a Datos SIFAC 2012-2020.

Por tanto, en la comuna de Lo Barnechea, el mayor número de clientes son de tipo *Residencial*, representando un 89,9% del total en el año 2020, seguido por los clientes tipo *Comercial*, con un 7,9% y los clientes *No asociados a un inmueble* con un 2,2%. Si bien se presentan clientes de tipo industrial e institucional, estos son una pequeña porción en comparación al total. Específicamente, tomando como referencia el mes de diciembre de 2020, para los clientes institucionales habían 41 y de tipo industrial 2. Cabe destacar que lo anterior se refiere exclusivamente el número y tipos de clientes, lo cual no considera el consumo en cada uno de ellos ni su progreso en el tiempo.

Figura 59. Tipos de clientes en la comuna de Lo Barnechea (2020)

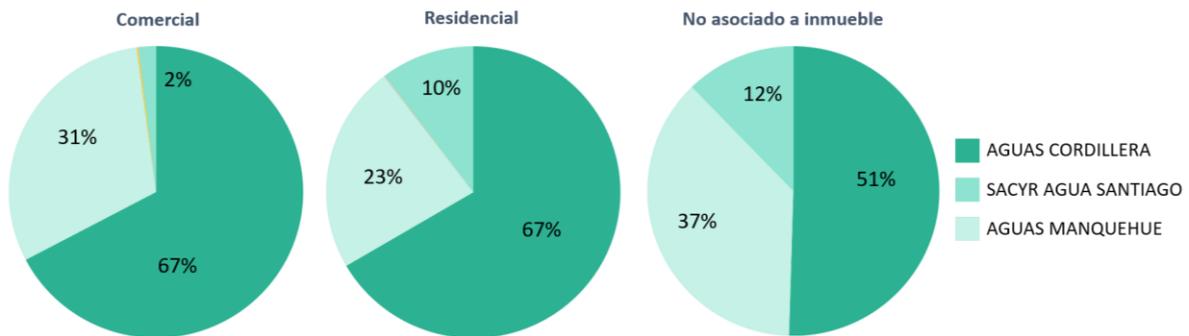


Fuente: Elaboración propia en base a Datos SIFAC 2012-2020.

Respecto a las empresas sanitarias que atienden los clientes anteriormente identificados, la empresa Aguas Cordillera se posiciona como la de mayor tamaño en cuanto a número de clientes.

En la siguiente Figura 60 se puede apreciar la distribución de las empresas para 3 tipos de clientes tomando como referencia el año 2020.

Figura 60. Empresas responsables en 3 tipos de clientes.



Fuente: Elaboración propia en base a Datos SIFAC 2012-2020.

5.2. Empresas particulares

La diversidad en el territorio da cuenta de la complejidad para poder analizar a la población y la cobertura de manera integral, y en el caso particular del área urbana centro cordillera, tal como se mencionó, operan tanto empresas sanitarias como particulares. A continuación, se detallará sobre las empresas particular en el territorio, a partir de la información pública de los *Estudios de factibilidad de Agua Potable y Saneamiento para la propuesta de modificación del Plan Regulador Comunal*. (Municipalidad Lo Barnechea, 2017)

Las empresas sanitarias presentes en la comuna de Lo Barnechea se dividen en 6 “localidades” según la SISS, las cuales se identifican a continuación:

Tabla 12. Localidades y Empresas Sanitarias que reportan a la SISS

Localidad	Empresa	Nº clientes Aprox.
Farellones	Corporación de Adelanto de Farellones (CAF)	Población Flotante 3.000 hab. (Permanente 300)
Valle Nevado	Valle Nevado S.A.	3.450 habitantes (Permanente 200)
El Colorado	Andacor	891 habitantes (Permanente 50)
La Parva	La Leonera	844 habitantes (Permanente 165)

Fuente: Elaboración propia.

1.- Farellones, Corporación de Adelanto de Farellones (CAF)

En la localidad de Farellones el abastecimiento de agua potable es administrado por la Corporación de Adelanto de Farellones (CAF), gracias a un sistema compuesto de captaciones, estanques de regulación y redes de distribución, que abastecen a un total estimado de 5.500 habitantes.

La capacidad de captación total de agua es a través de fuentes superficiales, con 39,65 l/s de los cuales actualmente se utilizan 24 l/s.

El sistema de captación de agua se hace a través de fuentes superficiales, y el sistema de tratamiento consta de procesos de desinfección, fluoración, decantación y coagulación, para posteriormente enviar estas aguas tratadas para consumo humano, cumpliendo con todos los requisitos físico-químicos exigidos por la Norma NCH 409-Of.2005 para Agua Potable. Por otro lado, para el sistema de almacenamiento, la empresa cuenta con dos estanques de regulación, uno de 200 m³ y el otro de 100 m³.

Para el tratamiento de aguas servidas la empresa cuenta con un sistema que se compone de fosas y pozos, en algunos casos drenes. Adicionalmente, poseen una red de alcantarillado que funciona como sistema de seguridad, ya que, si las fosas no son limpiadas a tiempo, el lixiviado que se genera es colectado a la red y descargado sin tratamiento previo. Es importante destacar que el sistema se conforma por soluciones individuales.

Según lo informado en las entrevistas, a partir del año 2019 cuentan con medidores por lo cual se podría obtener el consumo de cada uno de los usuarios, sin embargo, no fue posible obtener dichos datos desde la Corporación. Respecto a la proyección de la demanda, se plantea la construcción de una planta de tratamiento de aguas servidas con capacidad para 2.500 habitantes, con el objetivo de que la planta funcione y aumente su capacidad a medida que la población futura aumente.

En las proyecciones de demanda que hace la empresa, se estima que al año 2029, será necesario un caudal de 58,29 l/s, planteando la necesidad de un estanque de regulación adicional de 445 m³ además de una capacidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas debe ser de 23,31 l/s.

Tabla 13. Corporación de Adelanto de Farellones

Capacidad del sistema actual	Población Abastecida actual	Capacidad de captación actual	Utilización actual	Caudal proyectado 2029	Caudal requerido
5.500 habitantes	Población Flotante 3.000 hab. (Permanente 300)	39,65 l/s	24 l/s	58,29 l/s	18,64 l/s

Fuente: Plan de Desarrollo Farellones.

2.- Valle Nevado, Valle Nevado S.A.

La localidad de Valle Nevado es abastecida por la empresa particular de agua potable Valle Nevado S.A., que cuenta con un sistema compuesto de captaciones, estanques de regulación y redes de distribución.

Para la captación, utilizan sus derechos constituidos, entre fabricación de nieve y agua potable. La captación del agua se ejecuta a través de captaciones superficiales, con una capacidad total de 104 l/s, de las cuales actualmente se utilizan 12 l/s, según capacidad para trata de su planta potabilizadora.

Valle Nevado cuenta con derechos de aprovechamiento de aguas permanentes y eventuales, distribuidos en 3 puntos de captación.

La Empresa de Agua Potable Valle Nevado S.A. abastece actualmente a un total de 3.450 habitantes con 1.721 conexiones, contando con una cobertura de abastecimiento del 100% de su territorio operacional, incluyendo a los habitantes permanentes, los cuales son 200 personas. En la planta potabilizadora, se realiza un proceso de desinfección, cuyo objetivo es retirar el exceso de sedimentos, hierro y manganeso, con el fin de que el agua sea destinada para consumo humano, cumpliendo todos los requisitos fisicoquímicos establecidos en la norma NCH 409-Of.2005. Está compuesta de dos filtros con lecho filtrante mixto, medición de parámetros y adición de cloro de acuerdo a caudal.

Las aguas captadas son dirigidas y almacenadas en el Embalse Las Bayas, cuya capacidad es de 45.000 m³, y estas son canalizadas al Embalse La Puntilla, con capacidad de 15.000 m³; para ser conducida hacia la planta potabilizadora para luego dirigirla a dos estanques de 150 m³ y 1.000 m³ de capacidad, desde donde se distribuye con un sistema de distribución tipo gravitacional al centro invernal.

En cuanto al sistema de aguas servidas, cuenta con un sistema de alcantarillado con una cobertura de un 100% de la población, evacuadas a una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas, en donde son evacuadas finalmente con calidad de riego hacia la quebrada, cumpliendo lo establecido por la norma D.S. 90.

Al año 2017 el consumo total de agua potable corresponde a 776,25 m³ diarios y la evacuación de aguas servidas utiliza un caudal de 621 m³/día, considerando los habitantes permanentes del sector y la población flotante. Sin embargo, no se cuenta con un reporte público y consumo histórico / mensual, dado que no deben reportar a la SISS como las otras empresas anteriormente identificadas.

En el año 2014 la Secretaria Ministerial Metropolitana de Salud autorizó las obras de ampliación de las redes de distribución y mejoramiento del servicio de agua potable particular en el Complejo Habitacional y Turístico Valle Nevado, para abastecer a un total de 6.885 personas.

El 2016 se aprobó la Ampliación del Servicio de alcantarillado particular de aguas servidas del Complejo Valle Nevado contemplado para un total de 6.690 personas. Esta obra será construida en Camino Público Valle Nevado S/N Comuna de Lo Barnechea y de propiedad de la Empresa Aguas Potable Valle Nevado S.A.

La empresa de Agua potable Valle Nevado S.A. contempla la construcción de una Planta de Tratamiento de aguas servidas.

A futuro, se proponen 12.152 habitantes con un consumo máximo de agua potable de 2.734,2 m³ diarios y un caudal máximo de evacuación de aguas servidas de 2187,36 m³ diarios. Considerando esta demanda futura y el volumen de captación que posee la empresa, no se presentan problemas con el abastecimiento actual ni futuro. Sin embargo, se estiman obras e inversiones como la ampliación de la planta de tratamiento de aguas servidas, considerando futuras urbanizaciones y una demanda mayor.

Uno de los principales desafíos que ven desde la gestión hídrica, tiene relación con la disponibilidad del recurso. Según señalan en la entrevista, a la fecha no han tenido problemas para suplir su demanda del recurso, pero sí ha habido fechas en que no han podido ejercer la totalidad de sus derechos por disminución crítica de los caudales.

3.- El Colorado, Empresa Particular de Agua Potable y Alcantarillado ANDACOR S.A.

La Empresa Particular de Agua Potable y Alcantarillado ANDACOR S.A., cuyo nombre de fantasía es "EMPAPA S.A.", abastece al centro de Ski El Colorado, con un sistema compuesto de captaciones, estanques de regulación, redes de distribución y tranques.

La captación del agua se efectúa a través de 7 puntos de captación en fuentes superficiales, contando con una capacidad total de 16,3 l/s y con una proyección a futuro de 40,65 l/s. Abastece en la actualidad a un total de 891 habitantes con 222 conexiones, con una cobertura del 100%, incluidos los habitantes permanentes, que corresponden a 50 personas.

Actualmente, el consumo total de agua es de 200,48 m³ diarios, y la evacuación total de aguas servidas contiene un caudal de 160,38 m³ diarios, considerando los habitantes permanentes del sector y la población flotante.

El sistema de tratamiento de la empresa cuenta con un proceso de desinfección para potabilizar el agua captada, quedando apta para consumo humano. Este proceso cumple con los requisitos fisicoquímicos exigidos por la Norma NCH 409-Of.2005 para agua potable.

En cuanto a infraestructura de almacenamiento, el sistema posee actualmente 3 estanques de regulación, que en su conjunto poseen una capacidad estimada total de 320 m³. Además, el sistema posee al año 2017 dos tranques que suman una capacidad total de 32 m³.

Por otro lado, el proyecto para el sistema de abastecimiento de agua potable contará con 11 tranques para la captación de agua, siendo la capacidad total de los tranques proyectados 463 m³. Además, se contemplan dos estanques de regulación; el primero ubicado en la cota 3.000 m.s.n.m. y el segundo ubicado en la cota 2.670 m.s.n.m.

En cuanto al sistema de alcantarillado, corresponde a un sistema de redes colectoras que van hacia la planta de tratamiento de aguas servidas. El proyecto se encuentra en el año 2017 en fase de construcción, la cual tiene una duración de 5 años. Se proyecta que al quinto año de construcción la P.T.A.S contará con una capacidad total de 323 litros diarios. Estas aguas serán descargadas mediante drenes hacia la quebrada, contando una capacidad de descarga de 1,21 l/s.

El sistema de tratamiento de aguas servidas de la empresa consta con una declaración de impacto ambiental aprobada por el Servicio de Evaluación Ambiental mediante la resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 621 de fecha 28 de noviembre de 2016.

En el mismo estudio de factibilidad correspondiente a El Colorado, se determinaron los consumos de los habitantes futuros, por lo cual se proponen 11.114 habitantes al año 2029 con un consumo máximo de agua

potable de 1.102,73 m³/día y un caudal máximo de evacuación de aguas servidas de 882,18 m³/día. Por ello, es necesario agregar un estanque adicional con capacidad de 71 m³ además de un caudal de 323.200 l/s al año 2029 para el adecuado tratamiento de las aguas servidas.

4.- Localidad de La Parva, Empresa de Agua Potable y Alcantarillado La Leonera S.A.

En el sector de La Parva Baja, el abastecimiento de agua potable y evacuación de aguas servidas está bajo la concesión de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado La Leonera S.A., que poseen un sistema conformado por una captación y una aducción en común con la Asociación de Vecinos de La Parva, que abastece a la Parva Alta.

La captación de agua de parte de la empresa La Leonera S.A. Se ejecuta mediante captaciones en fuentes superficiales, con una capacidad total de 8 l/s, en donde se otorgan 2 l/s de enero a diciembre de forma permanente, y 6 l/s de mayo a octubre.

La empresa abastece a un total de 844 habitantes, pero su capacidad de abastecimiento alcanza para un total de 2.850 habitantes. Cuenta con una cobertura de abastecimiento de agua potable del 100% del territorio operacional, incluidos los habitantes permanentes, los cuales son 165 personas.

En la actualidad el consumo diario de agua potable corresponde a 641,25 m³ y la evacuación total de aguas servidas abarca un caudal diario de 513 m³.

En la cámara de reparto se produce la separación de los caudales por medio de marcos partidores, otorgando los caudales correspondientes por derecho de aprovechamiento a cada empresa. De esta manera se otorgan 8 l/s para La Leonera y 8 l/s para la Asociación de Vecinos de La Parva.

La empresa posee una planta elevadora de tratamiento que transporta el agua mediante una impulsión que mueve el agua hacia los filtros y desde allí a los estanques. Las aguas son tratadas para separar la turbiedad mediante de filtros en presión, cuyo caudal de diseño es de 8,33 l/s. La empresa cuenta con un proceso de desinfección de las aguas con cloro, antes de ser enviadas para el consumo, el cual cumple con todos los requerimientos físicos Químicos exigidos en la Norma NCH 409-Of.2005 para agua potable.

En cuanto a los estanques de regulación, el sistema posee, al año 2017, dos estanques de regulación.

La Empresa posee un sistema de alcantarillado conformado por redes colectoras que dirigen a una única planta de tratamiento de tipos lodos activados con un caudal medio de diseño de 13.1 l/s.

Al año 2017, existe una planta de tratamiento que recolecta las aguas servidas, las cuales posterior a ser tratadas son descargadas al Estero Barros Negros. La planta de tratamiento es concesión de la empresa DLC S.A. y cuenta con una Resolución de Calificación Ambiental (RCA) otorgada por el Sistema de Evaluación Ambiental (SEA).

De acuerdo con los cálculos generados en el Plan regulador Propuesto, se necesita para el año 2029 una captación adicional de 21,65 l/s, además de un estanque de regulación adicional de 136 m³. En cuanto a la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas, se requiere una capacidad de 11,86 l/s para el año 2029.

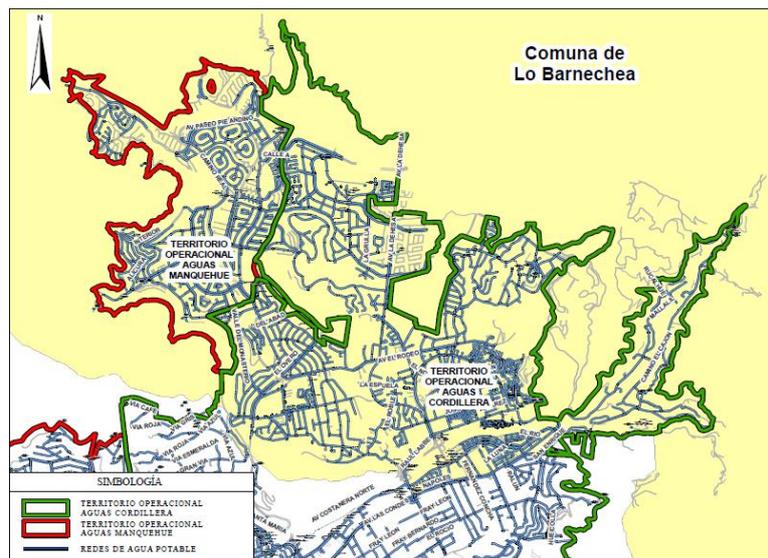
Finalmente, sería importante tener información más recabada respecto al consumo que se da en cada una de las localidades que conforman el área urbana Centro Cordillera. A pesar de tener estimaciones de demanda y de su proyección en cuanto a los habitantes permanentes y flotantes, dado por la actividad turística del lugar, comprender el consumo de los diferentes tipos de clientes, y su comportamiento mensual, otorga datos que son muy relevantes para la toma de decisiones respecto a las acciones en cada caso. De igual manera, importante es comprender los usos que se dan en dichos consumos, por ejemplo, respecto al agua que se utiliza para consumo humano y para fabricación de nieve artificial.

5.3. Zonas sin abastecimiento formal a agua potable

Por otro lado, se identifica un tercer grupo de zonas sin abastecimiento de agua potable de manera formal. Estas áreas son identificadas, pero surge la necesidad de obtener mayor detalle en la información sobre cada una respecto a las soluciones sanitarias existentes, además de la cobertura respecto a las zonas que sí están concesionadas pero que no disponen de sistemas de alcantarillado.

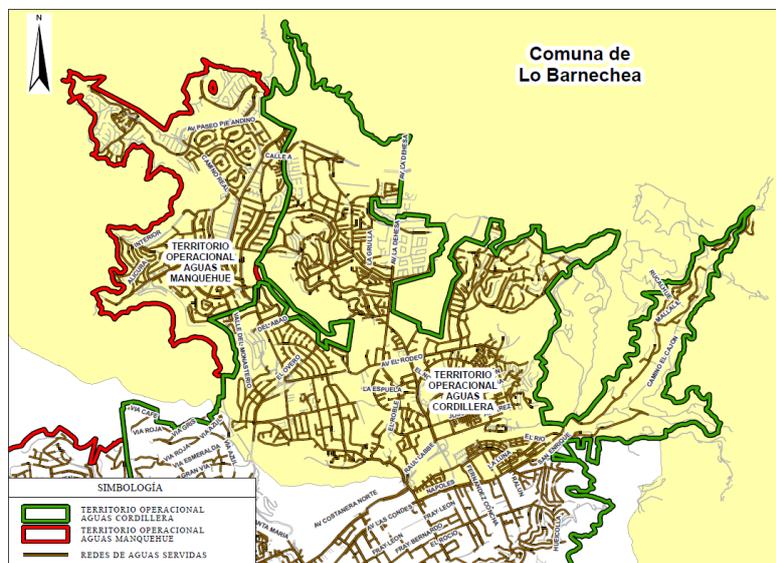
Para esto, el resultado se basa en información levantada desde el municipio y desde datos públicos de diferentes estudios, como lo es el trabajo que ha realizado el CENRE respecto a la gestión hídrica en la cuenca del Maipo (CENRE, 2020) y el Estudio de Anglo American (2018). Además, se hace una revisión con el equipo de Aguas Andinas respecto a las zonas identificadas, al hacer el cruce entre el plano de los T.O. de la empresa, donde se identifican tanto las redes de agua potable, como las de aguas servidas.

Figura 61. Redes de agua potable – T.O. Aguas Andinas en la comuna de Lo Barnechea.



Fuente: Aguas Andinas QuickScan.

Figura 62. Redes de aguas servidas – T.O. Aguas Andinas en la comuna de Lo Barnechea.



Fuente: Aguas Andinas Quick Scan.

Cabe destacar que la obligatoriedad del servicio corresponde a la zona de concesión de la empresa sanitaria. En el caso particular de Aguas Andinas, la comuna de Lo Barnechea es atendida por Aguas Maquehue y principalmente por Aguas Cordillera, como se puede apreciar en las Figuras 61 y 62.

De acuerdo a lo anterior, las empresas sanitarias entregan los servicios de agua potable (Ap) y aguas servidas (As) a los clientes dentro de su zona de concesión, de modo que tengan el servicio conjunto. Sin embargo, según lo aclarado por Aguas Andinas²⁶, existen clientes que tienen servicio que se remontan hace muchos años atrás, antes de la formalización de las concesiones sanitarias (1989) y que inicialmente sólo consistía en el servicio de Ap, tratándose en general de lotes grandes y con solución particular de As.

Por otro lado, en la comuna de Lo Barnechea, dentro de la zona de concesión de Aguas Andinas, actualmente el área con el mayor número de clientes que no tiene alcantarillado corresponde a la zona de El Arrayán y San Enrique. Estas zonas son de baja densidad habitacional, donde la construcción de la red es de responsabilidad del Urbanizador o interesado, según lo establecido en el DFL 382 Ley General de Servicios Sanitarios, del Ministerio de Obras Públicas, donde se especifica que:

Artículo 43° El urbanizador ejecutará a su costa las instalaciones sanitarias con sus obras de alimentación y desagüe, necesarias para urbanizar el terreno. Se entiende por instalaciones sanitarias, las redes y las demás obras de distribución y recolección, que cumplan la condición de ser identificables exclusivamente con el terreno a urbanizar o que no tengan capacidad para servir a otro y no se consideran parte del activo del prestador. La operación y mantenimiento de estas obras, excluidas las redes públicas, es de responsabilidad exclusiva del interesado.

Se entiende por obras de alimentación y desagüe, las redes que no cumplen la condición señalada precedentemente, y que se extienden desde las instalaciones del prestador hasta el punto de conexión con las instalaciones sanitarias del terreno a urbanizar. (MOP, 2011)

En consecuencia, son los interesados quienes tienen la responsabilidad de conectarse a la red existente construyendo las extensiones de red necesarias, las cuales a la fecha no las han ejecutado. Este proceso se inicia con la solicitud de factibilidad dentro de la zona de concesión.

Según el Informe de Anglo, ambas zonas cuentan con soluciones particulares o ninguna infraestructura de agua potable, siendo el saneamiento, el principal problema, donde existen soluciones como fosas sépticas o pozos negros. En la zona de San Enrique se estiman 28 viviendas sin saneamiento.

Para las zonas fuera del territorio operacional concesionadas, se identifican los siguientes sectores:

- Refugios y estero del Arrayán. Sectores con agua por pozo o abastecidos a través de camiones aljibe. No cuentan con saneamiento formal.
- Pastor Fernández. Se identifican 25 viviendas sin abastecimiento formal de agua potable. Algunas usan pozos y se estiman 63 viviendas sin servicio de saneamiento.
- Condominio Los Quillayes y Las Hijuelas del Arrayán.
- Zonas rurales en la ruta G-21: Corral Quemado, Las Varas, comunidad Santa Matilde y Fundo el Roble, Fundo Piedras Blanca y la Hermita.

Para lo anterior no se cuenta con mayor detalle, pero se levanta la necesidad e iniciativa de establecer una APR en la zona de Corral Quemado. Una APR (Agua Potable Rural) es un programa de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, que se encarga del abastecimiento y gestión de agua potable en las comunidades rurales del país. Para el caso en particular de Corral Quemado, según el Censo 2017,

²⁶ Quick Scan Aguas Andinas.

habitan 153 viviendas, para esto se ha estimado el volumen necesario para el abastecimiento de agua potable, donde si se considera una dotación diaria por personas de 150 litros, el abastecimiento requerido sería de 0,27 l/s y, considerando las pérdidas del sistema por distribución (estimadas en un 20%), sería un caudal de aproximadamente 0,33 l/s, dando un volumen total de 10.470 m³ al año.

En el caso de las empresas sanitarias como prestadoras de los servicios de Ap y As a zonas urbanas que se encuentren fuera de su actual área de concesión, se debe realizar previamente un proceso de ampliación de la concesión. Y, por otro lado, en el caso de la prestación del servicio en zonas rurales, pueden ser atendidos mediante un convenio aplicando el artículo 52 Bis del DFL-382.

Artículo 52° bis.- Los prestadores podrán establecer, construir, mantener y explotar sistemas de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en el ámbito rural, bajo la condición de no afectar o comprometer la calidad y continuidad del servicio público sanitario. (MOP, 2011)

Debido a la conexión existente en la etapa de producción entre las localidades de Lo Barnechea y Valle Escondido, para efectos de cálculo de pérdidas se utilizaron los datos de facturación y producción informados a través del SIFAC II del año 2018 de ambas localidades en conjunto. De acuerdo a lo señalado, se obtiene un porcentaje de pérdidas igual a 19,5 %²⁷.

6. Consumo de agua potable

Para comprender en detalle el consumo de agua potable en la comuna, cabe mencionar los tipos de clientes revisados en la sección anterior y su comportamiento en los últimos años.

En las siguientes 6 tablas se puede ver el detalle de los clientes en cada una de las 6 localidades en la comuna de Lo Barnechea según la SISS, con el detalle del n° de clientes y su variación entre los años 2012 y 2020.

Tabla 14. Número de clientes en cada Localidad.

Fuente: Elaboración propia en base a Datos SIFAC 2012-2020.

Localidad: AGUAS CORDILLERA										
Tipo de cliente	Promedio anual de N° de clientes/mes atendidos									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012 - 2020
Comercial	1.265	1.222	1.746	1.753	1.788	1.849	2.023	2.104	2.201	+936
Institucional	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---
Industrial	3	3	3	3	3	3	3	2	2	-1
No Asoc. Inm.	294	304	342	355	374	399	414	431	434	+140
Residencial	17.586	18.525	19.819	20.403	21.394	22.661	23.613	23.908	24.422	+6.836
TOTAL	19.148	20.054	21.910	22.514	23.559	24.912	26.053	26.445	27.059	+7.911

Localidad: LA LEONERA										
Tipo de cliente	Promedio anual de N° de clientes/mes atendidos									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012 - 2020
Comercial	9	9	12	24	23	24	25	25	24	+15
Institucional	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---
Industrial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---
No Asoc. Inm.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---
Residencial	114	121	149	422	453	453	457	482	503	+389
TOTAL	123	130	161	446	476	477	482	507	527	+404

Localidad: LO BARNECHEA										
Tipo de cliente	Promedio anual de N° de clientes/mes atendidos									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012 - 2020
Comercial	21	21	21	21	21	21	21	20	19	-2
Institucional	14	15	17	17	21	25	27	32	32	+18
Industrial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---
No Asoc. Inm.	87	90	100	109	111	111	112	111	111	+24
Residencial	1.969	2.030	2.216	2.320	2.428	2.506	2.549	2.630	2.695	+726
TOTAL	2.091	2.156	2.354	2.467	2.581	2.663	2.709	2.793	2.857	+766

Localidad: LOS TRAPENSES										
Tipo de cliente	Promedio anual de N° de clientes/mes atendidos									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012 - 2020
Comercial	566	544	611	561	555	546	537	522	526	-40
Institucional	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---
Industrial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---
No Asoc. Inm.	174	19	192	201	205	210	216	223	225	+51
Residencial	2.991	3.238	3.436	3.517	3.632	3.738	3.779	3.874	3.910	+919
TOTAL	3.731	3.961	4.239	4.279	4.392	4.494	4.532	4.619	4.661	+930

Localidad: LOTE EL COLORADO										
Tipo de cliente	Promedio anual de N° de clientes/mes atendidos									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012 - 2020
Comercial	0	0	0	0	2	2	2	2	2	+2
Institucional	0	0	0	0	1	1	1	1	1	+1
Industrial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---
No Asoc. Inm.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---
Residencial	0	0	0	0	65	65	66	66	73	+73
TOTAL	0	0	0	0	68	68	69	69	76	+76

Localidad: VALLE ESCONDIDO										
Tipo de cliente	Promedio anual de N° de clientes/mes atendidos									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012 - 2020
Comercial	12	12	12	12	12	12	12	12	12	---
Institucional	5	6	6	6	6	6	6	6	7	+2
Industrial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---
No Asoc. Inm.	19	19	19	19	19	19	19	19	19	---
Residencial	98	103	111	116	121	126	132	135	139	+41
TOTAL	134	140	148	153	158	163	169	172	177	+43

En primer lugar, hay que considerar que hay algunas tipologías de clientes que se presentan solo en algunas localidades. Por ejemplo, los clientes de tipo **Industrial**, son solamente 2 en toda la comuna (llegando a 3 hasta el año 2018), y estos se ubican en la localidad de Aguas Cordillera. Así mismo, se presentan el ejemplo de La Leonera, que cuenta con clientes solo del tipo residencial y comercial.

Respecto a los clientes de tipo **Comercial**, se puede apreciar que, de los 2.784 clientes en promedio en el año 2020, el 79% se ubica en la localidad de Aguas Cordillera, seguido por Los Trapenses, con un 19% del total de la comuna.

Al observar los clientes **Institucional**, estos solo se ubican en Lo Barnechea (32 clientes), El Colorado (1 cliente) y Valle Escondido (7 clientes), por tanto, ausentes en Aguas Cordillera, La Leonera y Los Trapenses. Los clientes de tipo **No asociado a un inmueble** se presentan en todas las localidades, exceptuando La Leonera y El Colorado. Principalmente ubicados en la localidad de Aguas Cordillera, seguido por Los Trapenses, Lo Barnechea y finalmente, Valle Escondido.

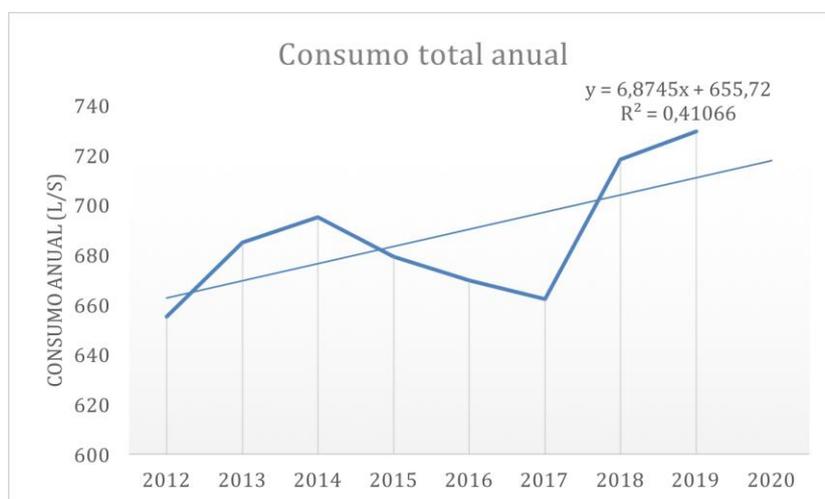
Respecto a los clientes de tipo **Residencial**, se puede apreciar que el valor más significativo en el período observado se presenta en la localidad de Aguas Cordillera, donde hay un aumento de casi 7.000 clientes, lo cual corresponde a un incremento del 38% en 8 años. Por otro lado, en Los Trapenses hay un aumento de 919 clientes residenciales, que, si bien es un número menor que en Aguas Cordillera, representa un aumento de un 30%. Esto se podría explicar debido al aumento demográfico en la comuna demostrado en los últimos Censos, donde las zonas anteriormente señaladas, pueden haber presentado una mayor densificación o expansión en el territorio, frente a las demás. Sin embargo, para esto habría que realizar un análisis en mayor detalle y entender a nivel territorial este aumento, en contraste con los consumos de agua potable en cada localidad.

Por otro lado, se puede observar que el Colorado cuenta con clientes a partir del año 2016.

Finalmente, se debe mencionar que hay otras 3 localidades determinadas en la base de datos entregada por la SISS, que no fueron consideradas dentro del análisis: Pan de Azúcar, al contar con clientes exclusivamente entre los años 2013 y 2015, los cuales no superaban los 15 clientes; La localidad Los Álamos de Colina, la cual tenía un solo cliente el año 2014 y 2015; y la localidad Santa María de Manquehue, con un cliente en el año 2015, el cual fue abastecido por la empresa Sembcorp Aguas Santiago S.A. en los años 2013 al 2015.

Al año 2020, el consumo de agua potable promedio, según la información reportada a la SISS en la comuna de Lo Barnechea, es de 730 l/s, siendo el año de mayor consumo considerando el período de análisis entre 2012-2020. En el siguiente gráfico se puede apreciar el aumento sostenido, con un aumento de un 12% entre los años 2012 y 2019.

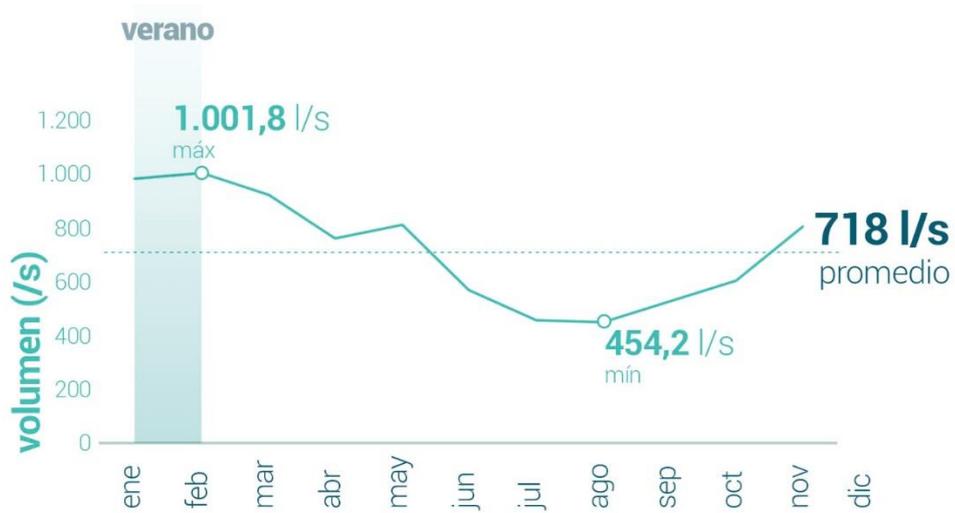
Figura 63. Tendencia del consumo de agua potable histórica en Lo Barnechea



Fuente: Elaboración propia en base a Datos SIFAC 2012-2020.

Si se analiza este consumo de manera mensual, tomando como referencia el último año (2020), de acuerdo a la Figura 64 presenta una clara estacionalidad con aumentos en los meses de enero-febrero y mínimos en los meses de otoño-invierno (máximo de 1001.8 l/s y mínimos en 454.2 l/s).

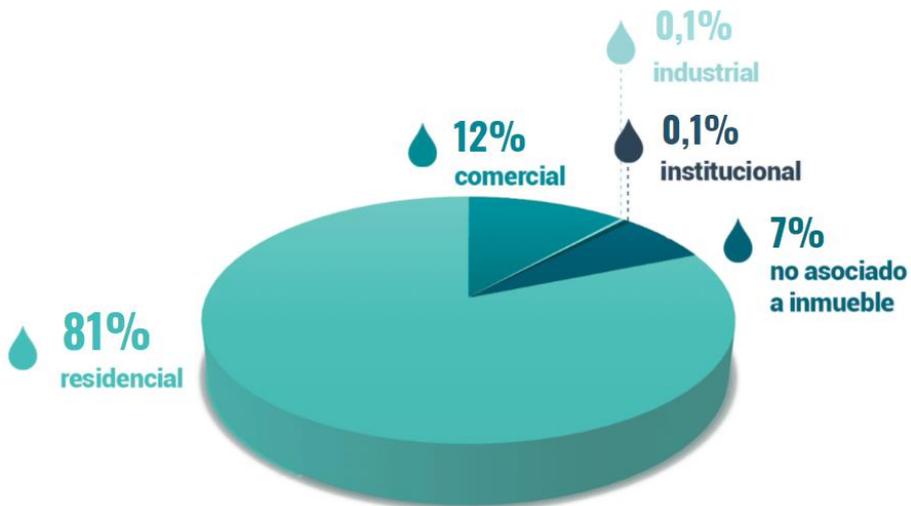
Figura 64. Consumos mensuales de agua potable en sectores urbanos de la SISS durante el año 2020



Fuente: Elaboración propia en base a Datos SIFAC 2012-2020.

Por otro lado, si consideramos la tipología de clientes, tal como se puede apreciar en el siguiente gráfico, el sector residencial concentra un 81% del consumo total, seguido por el sector comercial con un 12%, totalizando un 93% entre ambos.

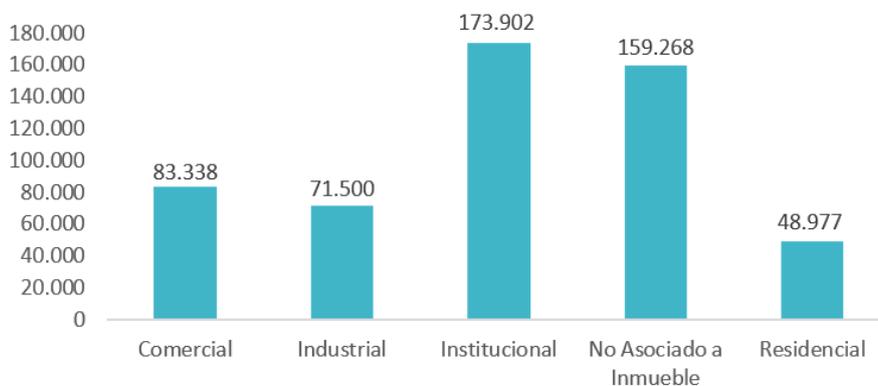
Figura 65. Tipos de clientes según la SISS y su % de consumo (2020).



Fuente: Elaboración propia en base a Datos SIFAC 2012-2020.

Sin embargo, tal como se pudo apreciar en el Figura 65, casi el 90% de los clientes son de tipo de residencial, por tanto, resulta coherente que el 81% del consumo total de la comuna corresponda a este. Según lo anterior, a continuación, se hace una comparación en el consumo medio por cliente, según su tipología, donde se puede apreciar que el cliente de tipo residencial es el que menos consume. En el caso de los clientes de tipo Institucional, son solamente alrededor de 40 clientes del universo de más de 35.000, pero estos son los que más consumen unitariamente.

Figura 66. Consumo individual por tipo de cliente (2020)



Fuente: Elaboración propia en base a Datos SIFAC 2012-2020.

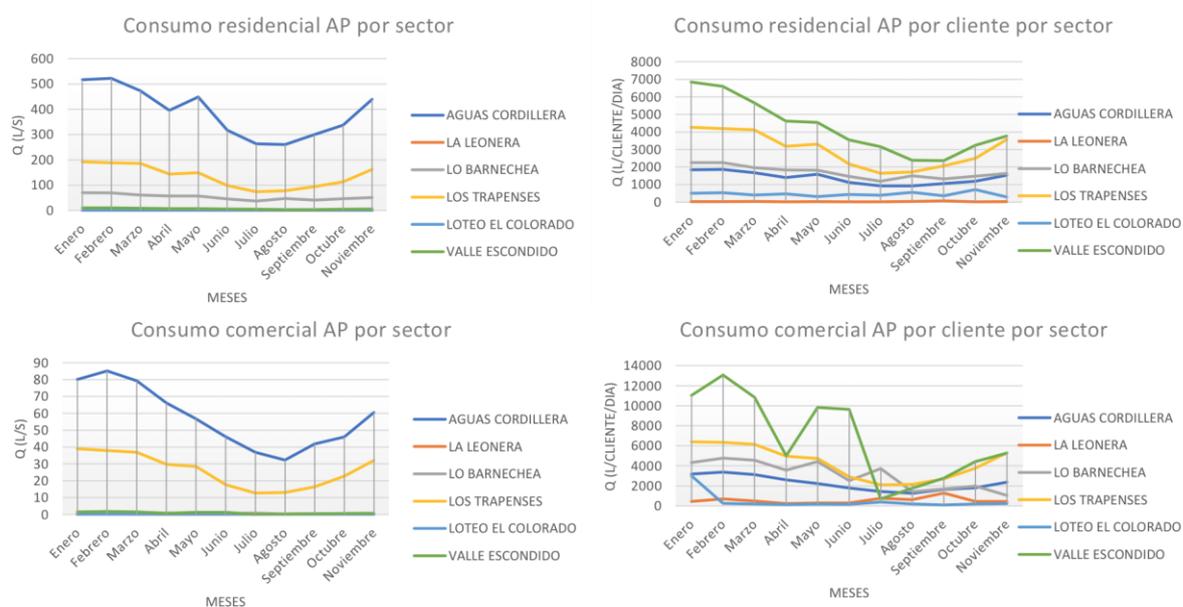
Estas cifras de consumo dan cuenta del escenario actual. Según la proyección de la demanda en las 2 localidades que son abastecidas por Sacyr²⁸, al año 2020 son alrededor de 3.000 clientes y se proyecta que al año 2025 los clientes hayan aumentado a 3.436 y al año 2034 un total de 4.494 (casi el doble en un período de 14 años), lo cual va dando cuenta de este aumento que se debe proyectar en la expansión propia de la ciudad y aumento demográfico.

En la Figura 67, se presentan los consumos de agua potable de clientes residenciales por sector durante el año 2020. Los gráficos de la columna izquierda presentan los consumos mensuales totales por sector, mientras que los gráficos de la columna derecha presentan los consumos mensuales por cliente (L/cliente/día). Al hacer el análisis de consumos de agua potable por cliente, se observa que los sectores de Valle Escondido y de Trapenses, tienen consumos que duplican los de Lo Barnechea.

28

file:///C:/Users/alb/Downloads/Actualizaci%C3%B3n%20Plan%20de%20Desarrollo%20Lo%20Barnechea%20Em presa%20SEMBCORP.pdf

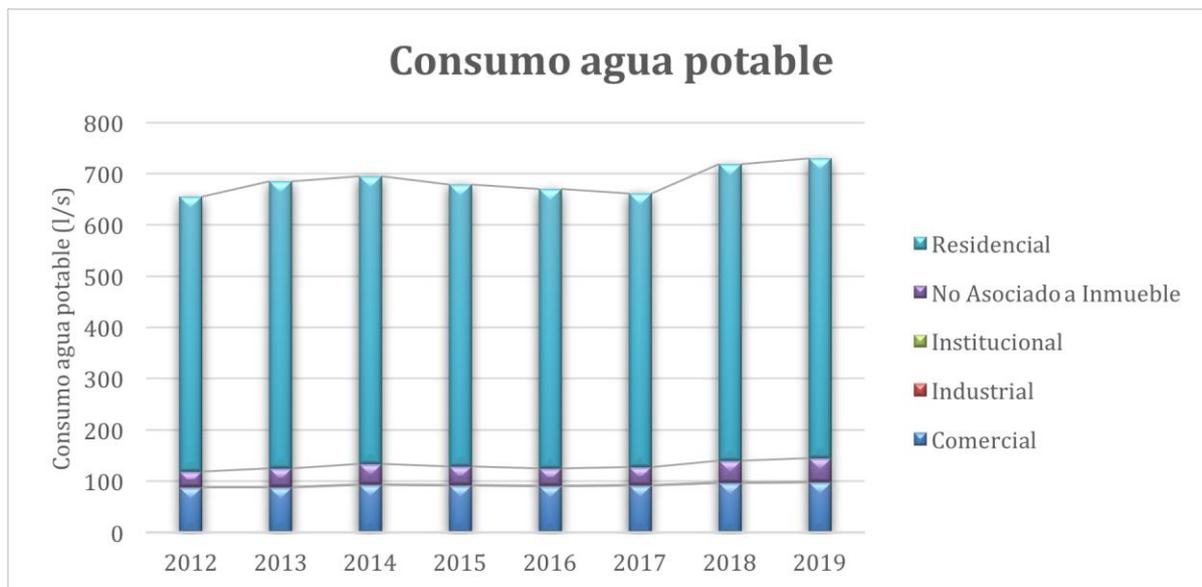
Figura 67. Consumos de agua potable mensual del año 2020 por clientes diferenciados por sector.



Fuente: Elaboración propia en base a Datos SIFAC 2012-2020.

Luego, se utilizó la información histórica de consumos de agua potable entregada por la SISS para el período 2012 al 2019, para analizar posibles cambios o tendencias. Se puede apreciar que en los últimos años, el consumo total se ha visto incrementado en un 12%, especialmente en el sector residencial. Esto en parte se puede explicar por la variación demográfica de la comuna, la cual presenta un incremento de un 40,8% entre los años 2002 y 2017 (INE, 2002 y 2017).

Figura 67. Consumos de agua potable mensual del año 2020 por clientes diferenciados por sector.



Fuente: Elaboración propia en base a Datos SIFAC 2012-2020.

6.1. Consumo sector residencial

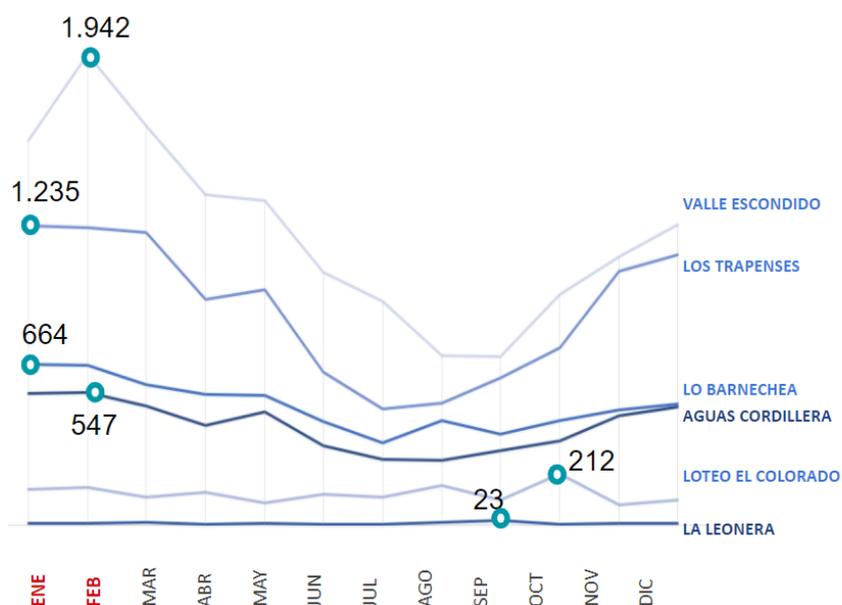
La información del SIFAC también entrega información sobre las empresas que proveen el servicio para cada uno de los tipos de clientes. En el caso de los clientes residenciales, la mayor parte es abastecida por Aguas Cordillera, seguido por Aguas Manquehue y Sacyr. En una proporción muy pequeña aparece las empresas de El Colorado y La Leonera, por lo que no se representan en el gráfico.

En la localidad de Lo Barnechea, al año 2020 la empresa Sacyr cuenta con 2.943 clientes, abasteciendo a 11.195 habitantes. En cuanto a la demanda proyectada en esta localidad, en el año 2020 el consumo aproximado promedio por cliente es de 56,3 m³ mensuales, y la dotación por habitante abastecido es de **486,2** litros por día. Y, por otro lado, en la localidad de Valle Escondido la empresa cuenta con 181 clientes, abasteciendo a un total de 543 habitantes.

Para el cálculo de la dotación diaria en litros/hab/día, se toma en consideración el dato entregado por la SISS en volumen (m³) y se considera un promedio de 3,1 habitantes por hogar.

En el siguiente gráfico se puede apreciar la dotación diaria en cada una de las 6 localidades (SISS), con grandes diferencias, donde la localidad de Valle Escondido presenta un consumo de casi 2.000 litros al día por habitante, en el mes de febrero y en la localidad de Aguas Cordillera se presenta un consumo de 547 litros por habitante en el mismo mes.

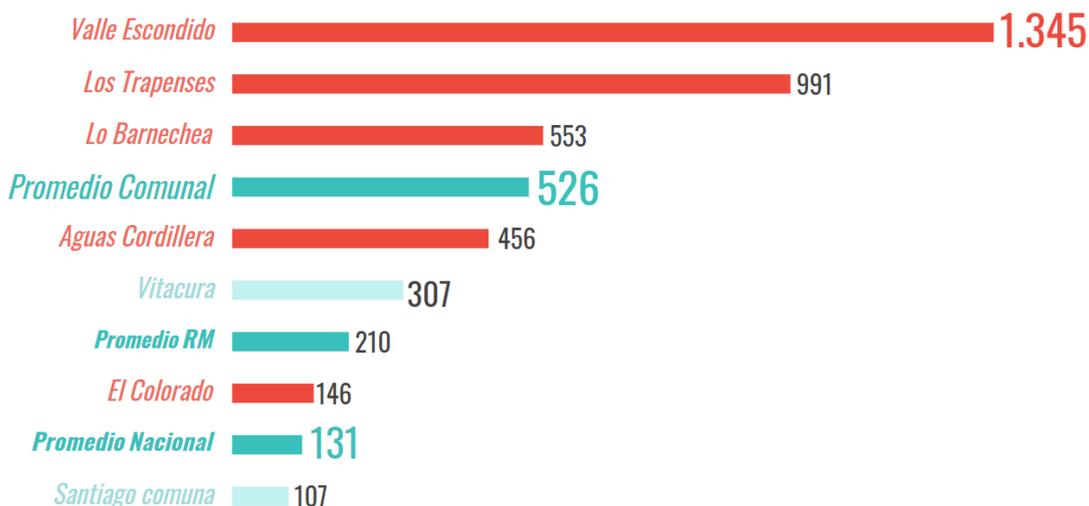
Figura 68. Dotación diaria sector residencial por localidad (2020) (litros/hab/día)



Fuente: Elaboración propia en base a Datos SIFAC 2012-2020.

Tomando en consideración los datos de diferentes comunas en el período analizado, se hace una comparación de la dotación diaria, con respecto a la comuna de Lo Barnechea, para poder comprender las diferencias y órdenes de magnitud en la realidad del país. En el siguiente gráfico se puede apreciar el detalle, donde las localidades de Lo Barnechea tienen un valor considerablemente superior que, por ejemplo, el promedio a nivel regional, el cual es de aproximadamente 210 litros/hab/día o incluso a nivel nacional, el cual se estima alrededor de 131 litros al día. Así mismo, se aprecia que las localidades de Valle Escondido, Los Trapenses y Lo Barnechea, superar el promedio a nivel comunal.

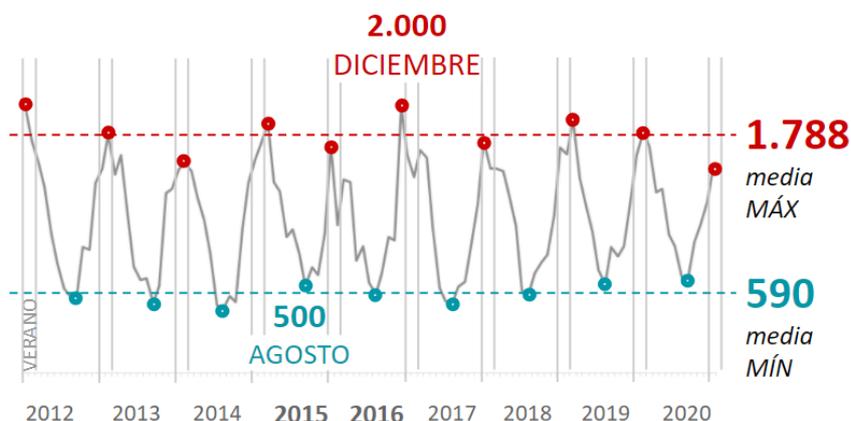
Figura 69. Comparación dotación diaria promedio, cliente residencial (2020) (litros/hab/día)



Fuente: Elaboración propia en base a Datos SIFAC 2012-2020.

Para el entendimiento de esta diferencia tan significativa se debería analizar en detalle cada uno de los usos y consumos en cada caso. Sin embargo, se pueden hacer ciertas aproximaciones debido a la estacionalidad que se presenta, lo cual demuestra que hay un consumo significativamente mayor en los meses de verano (diciembre-febrero), donde probablemente el aumento del consumo de agua se debe al aumento en el riego de áreas verdes. Para poder comprender esa diferenciación, se toma como caso de análisis la localidad de Valle Escondido y sus diferentes consumos desde el año 2012 a la fecha. El valor más alto que se presenta corresponde al mes de diciembre del año 2016 con alrededor de 2.000 litros al día por habitantes, y por otro lado, el mes con menor consumo corresponde a agosto (invierno) del año 2015 con 500 litros diarios. Finalmente, cabe recordar que dicha comparación corresponde exclusivamente a los consumos de clientes de tipo residenciales, por lo que los Campos de Golf/Deportivos u otros equipamientos, corresponderán a clientes de tipo “no asociado a inmueble”, “institucionales”, entre otros, según corresponda cada caso.

Figura 70. Histórico dotación diaria clientes residenciales de la localidad de Valle Escondido (2012 - 2020) (litros/hab/día)



Fuente: Elaboración propia en base a Datos SIFAC 2012-2020.

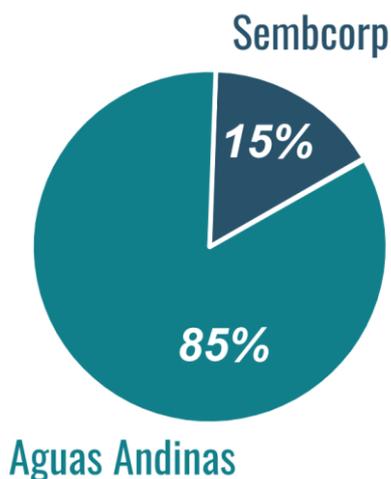
Lo anterior puede entregar una idea de las diferencias de consumo que se presentan en la comuna de Lo Barnechea y cómo el sector residencial se posiciona como un sector de un alto consumo de agua potable, especialmente en los meses de verano. La estacionalidad en el consumo de agua es una preocupación que se relevó en muchas de las entrevistas realizadas en el marco del diagnóstico técnico-social a los diferentes actores en el territorio. Por un lado, desde la ciudadanía, donde se le atribuye principalmente a la extensa superficie de áreas verdes de carácter privado en la comuna y su demanda de agua asociada, lo cual se acrecienta fuertemente en verano, y, por otro lado, desde la misma empresa sanitaria Aguas Andinas, que lo plantean como un tema *absolutamente relevante, ya que se incrementa el consumo residencial en aproximadamente un 67%*. (QuickScan, AA)

6.2. Consumo Municipal

Además del consumo a nivel residencial, a continuación, se hace un análisis del consumo a nivel municipal. A modo de contexto, primero es importante señalar que desde el municipio no existe una figura central que gestione en su totalidad el consumo de agua municipal. Por un lado, se encuentra la Dirección de Administración y Finanzas, que realiza el pago y control del consumo agua de los recintos municipales (salud y educación) y grifos de la comuna, y, por otro lado, la Dirección de Medio Ambiente (DIMAO), la cual se encarga del consumo de las Áreas verdes, la cual se encuentra externalizada por una empresa de mantención de áreas verdes.

El abastecimiento para el consumo a nivel municipal se distribuye a partir de un 15% de pozos subterráneos y un 85% a través de empresas sanitarias. Dentro de este último, 85% corresponde a Aguas Andinas y el restante 15% a la empresa Sembcorp.

Figura 71. Fuente de abastecimiento de agua potable consumo municipal.



Fuente: Elaboración propia en base a "QuickScan Municipal-DIMAO".

El consumo promedio anual a nivel municipal entre los años 2019 y 2020 es de 1.002.999 m³, equivalente a 83.583 m³ en promedio por mes, lo cual entrega una idea de dimensión, pero sin dejar de considerar que existen meses de mayor consumo, como se da en verano.

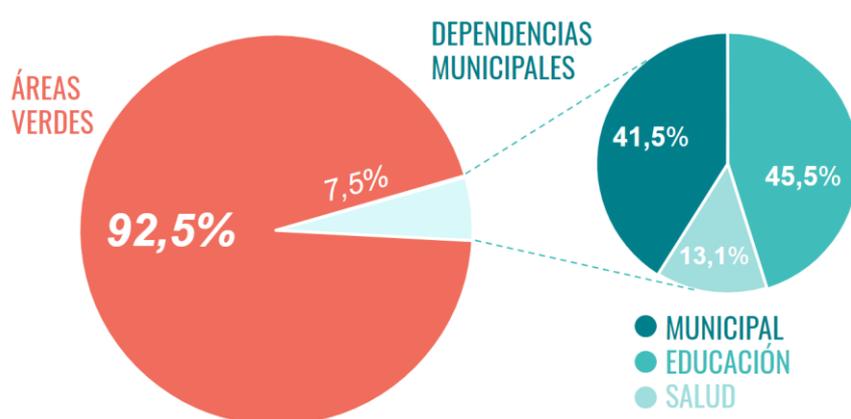
El consumo a nivel municipal considera, por una parte, el riego y mantención de áreas verdes, correspondiente a la mayor parte del consumo, y, por otro lado, las dependencias municipales, categorizadas en municipales, salud y educación.

Tal como se puede apreciar en la Tabla 15, dentro del total del volumen, 927.665 m³ corresponden al consumo por áreas verdes municipales representando alrededor de un 92% y el restante 7,5% m³ a dependencias municipales.

Dentro de la comuna existen 27 dependencias municipales, las cuales se dividen en tres tipos: Municipal con un total de 14 recintos, Salud con 5 recintos y el sector Educación con 8 recintos.

Por otro lado, para el sector de “Áreas Verdes”, se consideran 2 tipologías dentro del municipio: los bandejones, los cuales suman un total de 183.300 m² y las áreas verdes, las cuales consideran un total de 1.068.900 m². Con lo anterior, se puede entregar una estimación de la superficie de área verde con mantención municipal por cada habitante de la comuna de Lo Barnechea, estimado en 9,8 m²/hab.

Figura 72. Distribución consumo municipal promedio 2019 y 2020



Fuente: Elaboración propia en base a “QuickScan Municipal”.

El costo asociado al consumo de agua a nivel municipal es de un promedio anual de \$852.548.300, (alrededor de \$71.000.000 mensuales), donde gran parte de este consumo corresponde a áreas verdes, en el cual el costo está externalizado en el pago del servicio de mantención de áreas verdes.

Tabla 15. Consumo municipal anual promedio año 2019 y 2020

ÁREA	2019-2020	
	CONSUMO ANUAL PROMEDIO (m3/año)	TOTAL ANUAL (CLP \$/año)
DEPENDENCIAS MUNICIPALES	75.334	55.318.752
ÁREAS VERDES	927.665	797.229.548
TOTAL MUNICIPAL	1.002.999	852.548.300

Fuente: Elaboración propia en base a “QuickScan Municipal”.

Tabla 16. Consumo dependencias municipales año 2019 y 2020

ÁREA	2019		2020	
	CONSUMO MENSUAL PROMEDIO (m3/mes)	TOTAL ANUAL (CLP \$/año)	CONSUMO MENSUAL PROMEDIO (m3/mes)	TOTAL ANUAL (CLP \$/año)
MUNICIPAL	3.180	28.651.068	1.784,9	18.267.087
SALUD	739	8.415.828	688,1	7.957.222
EDUCACIÓN	2.754	28.777.600	1.775,6	18.568.699
TOTAL	6.673	65.844.496	4.249	44.793.008

Fuente: Elaboración propia en base a "QuickScan Municipal".

Finalmente, cabe mencionar respecto a la mantención de áreas verdes, que este es un servicio que se externaliza mediante licitaciones públicas, donde las empresas que adjudican son las responsables de cumplir con lo establecido en las bases técnicas. Concretamente en relación al riego, se establece que las empresas deben ejecutar los programas de riego, la mantención de los sistemas de riego y el pago de las cuentas de consumo de agua potable. A su vez, la Municipalidad mediante la Unidad Técnica de la Dirección de Medio Ambiente Aseo y Ornato, son los responsables de fiscalizar y administrar dicho contrato.

6.3. Otros consumos

Dentro de la comuna de Lo Barnechea se presentan dos grandes actividades económicas: la actividad inmobiliaria y la comercial, contando con presencia de grandes retails y centros comerciales en el área urbana principal de la comuna.

Por otro lado, en el sector cordillerano de la comuna, se sitúa un importante polo de atracción turística como se ha revisado con anterioridad, en torno a los centros de esquí de Farellones, El Colorado, La Parva y Valle Nevado, que recibe más de medio millón de visitas cada temporada invernal, además de miles de visitas a sus áreas naturales y senderos durante el resto del año.

Para el análisis del consumo a nivel comercial, se hace una caracterización general de algunos clientes que componen la comuna, sin embargo, no es posible obtener un detalle de estos, ya que por un lado, no es información que se pueda obtener de manera pública por confidencialidad de los clientes, tanto de parte de las empresas sanitarias correspondientes, como de la SISS, y, por otro lado, no fue posible obtener para todos los casos el detalle de sus consumos, lo cual fue solicitado personalmente a los actores participantes.

A continuación, se agrupan e identifican los siguientes actores de diferentes sectores:

- **Sector comercial:** 4 supermercados y 3 Centros comerciales.
- **Educacional:** 27 colegios privados y 8 centros de educación municipal.
- **Salud:** 7 Centros de Salud Municipal y 3 Clínicas privadas.
- **Áreas verdes complementarias**²⁹: 10

No obstante, lo anterior, toma especial relevancia hacer una estimación del consumo por parte de los campos de golf y recintos deportivos, ya que tal como se revisó en el capítulo anterior, es un sector relevante dentro del consumo en el territorio. Para esto, se hace un levantamiento de los 7 de golf y deportivos

²⁹ Según lo definido en la actualización del Plan Regulador Comunal en proceso.

identificados en la comuna. Luego, se hace una estimación de la superficie que requieren de riego en cada uno de los casos, lo cual se puede apreciar en detalle en la Figura 73.

Cabe mencionar, que, en la actualización del Plan Regulador Comunal, se identifican 10 áreas verdes complementarias, sin embargo, se complementarán con 4 áreas identificadas en el presente diagnóstico, las cuales se identifican a continuación en negrita:

- 1.- Club Ecuestre La Dehesa
- 2.- Balneario El Arrayán
- 3.- Club de Golf Lomas de La Dehesa
- 4.- Club Caleuche
- 5.- Club Las Condes
- 6.- Club Old Georgian
- 7.- Club Old Boys
- 8.- Club de Golf La Dehesa
- 9.- Estadio Banco Sudamericano
- 10.- Estadio Colegio Médico**
- 11.- Club de Golf La Dehesa**
- 12.- Valle Escondido**
- 13.- Club Deportivo Alumni-Rugby**
- 14.- Hacienda Santa Martina - Nature Club & Golf**

Figura 73. Algunos clubes de Golf y deportivos en la comuna.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Según información entregada en las entrevistas, en uno de los campos de golf se estima un consumo de 1 l/ha, para lo cual se puede hacer una aproximación. Si bien son áreas de pasto que requieren un riego que puede ser estimado, no se tiene el detalle de los usos y frecuencias, por lo que, para poder tener un análisis

más acabado, es necesario poder contar con la información en cada uno de los casos, lo cual entregaría cifras que podría ser muy importantes para poder analizar y proyectos disminuciones importantes en el consumo de agua que se dan hoy en la comuna desde diferentes actores en el territorio.

Por otro lado, y tal como se revisó anteriormente, la cuenca del río Molina sector alto concentra como principales usos de agua, las extracciones para la producción de agua potable del centro de Ski Valle Nevado y extracciones de la planta de tratamiento del Centro de Ski El Colorado. Sin embargo, no se tiene el detalle sobre los consumos en cada uno de los centros operacionales y sus respectivos usos. A pesar de que esta información fue solicitada, no fue posible obtener el detalle.

A continuación, se detalla una tabla con cada una de las localidades, sus captaciones y proyecciones futuras, como aproximación a lo anterior, según la información disponible en los Estudios de prefactibilidad de cada uno (Municipalidad de Lo Barnechea, 2017).

Tabla 17. Demanda y población existente y proyectada en localidades del Centro Cordillera.

Localidad	Población permanente	Población abastecida	Población flotante	Demanda 2029	Captación necesaria	Captación proyectada
Farellones (CAF)	300	5.500	3.000	11.192	28,65 l/s	58,29 l/s
La Parva (Asoc. Vecinos)	150	1.900	3.500 + 7.000 (fds)	3.082	9,90 l/s	16,05 l/s
La Parva (La Leonera)	65	844	-	5.696	14,84 l/s	29,67 l/s
Valle Nevado	200	3.450	-	12.152	17,97 l/s	63,29 l/s
El Colorado (Andacor)	50	891	5.500 +1.000 día	4.901	4,64 l/s	25,53 l/s
El Colorado	150	1.980	-	11.114	10,31 l/s	57,89 l/s

Fuente: Elaboración propia en base a (MLB, 2017)

Como se puede apreciar, se plantea una captación necesaria de 86,31 l/s y para el año 2029, se proyecta una demanda de 250,72 l/s, es decir, un incremento de más de un 190%.

7. Reflexiones del diagnóstico técnico

El levantamiento de información y análisis realizado en el marco del presente Acuerdo releva la gran complejidad que comprende el territorio comunal de Lo Barnechea desde el punto de vista de la gestión hídrica. Por un lado, la comuna alberga un importante patrimonio natural, con la presencia de santuarios de la naturaleza, infraestructura verde de diversas tipologías, reserva de glaciares, presencia de ríos, quebradas, esteros y humedales en la extensión del territorio, entre otros, los cuales requieren de un uso eficiente y coordinado del agua para reducir su vulnerabilidad frente a la escasez hídrica. Lo anterior se contrasta con otros hitos relevantes de un territorio más antropizados, donde se presentan dos áreas urbanas, centros de esquí en la zona cordillerana, extensas superficies de clubes deportivos y canchas de golf, un sector industrial representado por la minera Anglo American con un importante centro de operación en la comuna, diversos equipamientos de tipo comercial como lo son los malls y supermercados, colegios de gran envergadura,

entre otros más, los cuales requieren un uso de agua intensivo. Finalmente, esta gran diversidad en el territorio se ve también reflejada en los diferentes grupos socioeconómicos que componen la comuna.

Todo lo anterior tiene una importante repercusión en el consumo de agua y la demanda hídrica en la comuna, para lo cual se hace necesario hacer una revisión exhaustiva, a través de un levantamiento caso a caso con cada uno de los actores, para poder tener una muestra en cada uno de los sectores.

Dicho esto, el diagnóstico realizado en esta etapa busca hacer una aproximación sobre el consumo de agua y demanda hídrica en los diferentes sectores, lo cual se refleja a modo de resumen en la Tabla 18.

Para esto es necesario precisar algunos puntos. En primer lugar, se determinan 9 sectores, identificados como perfiles de consumos importantes, a comparar, los cuales corresponden a: sector comercial, sector institucional, sector residencial, sector industrial, sector no asociado a inmueble, áreas verdes municipales, sector minería (AngloAmerican), Centros de ski y Campos de Golf. Los primeros 5 tipos corresponden a clientes determinados por la SISS para el sector urbano, los cuales presentan un consumo total de 730 l/s (2020), cifra que sin embargo no considera las pérdidas de agua en la distribución (pérdidas entre la captación del agua en la fuente hasta la entrega de ésta en su disposición final). Luego, para incorporar en los montos de demanda hídrica las pérdidas de agua en la distribución de las zonas urbanas, se aplicará un factor de un 30%, ascendiendo ésta a 949 l/s.

Así mismo, a partir de la información obtenida sobre los DAA (sector minería, AngloAmerican), estimaciones a partir de información obtenida por comunicación directa en el marco del presente Acuerdo (Centros de ski), e información Municipal (Centros de ski y áreas verdes Municipales), se completan las estimaciones de las demandas hídricas de sectores relevantes en la comuna, los que se presentan en detalle en la Tabla 18.

Tabla 18. Demanda hídrica por tipos de consumidor

Sector	Fuente de información	Consumo + pérdidas (l/s)	Demanda hídrica (l/s)
Comercial	SISS	113,9	86
Institucional	SISS	0,9	-
Residencial	SISS	768,7	582
Industrial	SISS	0,9	-
No asociado a inmueble	SISS	66,4	-
Áreas verdes municipales	Información municipal	-	30
Anglo American	DAA+Aguas del minero	-	319
Centros de esquí	Proyecciones (MLB, 2017)	-	86,3
Clubes de Golf	Estimación a partir de superficie	-	210

Fuente: Elaboración propia, 2021.

A partir de lo anterior, se visualiza que el consumo correspondiente a áreas verdes en la comuna proviene desde diferentes sectores, pues incluye al sector de clientes de la SISS “No asociado a inmuebles”, a las áreas verdes municipales, pero también a parte del consumo hídrico del sector residencial. De acuerdo al análisis de consumos presentado en el capítulo N° 6, el sector residencial tiene un importante impacto en el consumo total de agua en la comuna (4 veces mayor al promedio nacional per cápita), lo cual se asumirá como supuesto, se debe a la mayor presencia de áreas verdes en las viviendas de la comuna, las cuales

requieren riego. Dicho supuesto se basa, por un lado, en la alta estacionalidad que presenta el consumo, el cual aumenta en hasta un 70% en verano en relación al invierno (siendo el verano el período de mayor requerimiento de riego) y, por otro lado, debido a la comparación del consumo de agua potable residencial de las localidades de la comuna, frente a las otras comunas de la región. Así pues, como metodología de análisis se estima que el consumo de áreas verdes del sector residencial es de 483,8 l/s, dado por:

$$[[(\text{consumo medio sector residencial LB}) - (\text{consumo medio RM})] \times (\text{hab. comuna})]$$

Además, se deben considerar las áreas correspondientes a los clubes de golf, que se estiman en 210 l/s a partir de la superficie estimada en la comuna (210 ha) y su demanda hídrica (1 l/s/ha); las áreas verdes con mantención municipal, a partir de la información entregada desde la Dirección de Administración y Finanzas de la Municipalidad; y desde el sector comercial, se estima una demanda de 113,9 l/s, correspondiente al 50% del consumo del sector, tomando lo anterior como supuesto a partir de las entrevistas e información entregada por los diferentes actores del sector³⁰.

Finalmente, se deben considerar los clientes “no asociados a inmuebles”, con un total de 66,4 l/s. En este caso, si bien se tiene el dato concreto sobre el consumo, se debe tener en consideración que algunos de los anteriormente mencionados, podrían coincidir con los mismos clientes, por lo que habría datos duplicados. Sería importante poder profundizar un poco más sobre lo anterior, para lo cual sería necesario tener más detalles sobre la información entregada por transparencia en la SISS.

A continuación, se muestra en resumen la estimación de demanda hídrica para áreas verdes en la comuna:

Tabla 19. Demanda hídrica estimada para Áreas Verdes de la comuna de Lo Barnechea

Sector Áreas Verdes	Demanda hídrica (l/s)
Sector residencial	484
Campos deportivos / Golf	210
Áreas con mantención municipal	30
Sector comercial	113,9
No asociado a inmueble	51,1
Total	889

Fuente: Elaboración propia, 2021.

7.1. Brechas y vacíos de información

A continuación, se hace una revisión de las brechas y vacíos de información levantados a lo largo de la fase de diagnóstico. Se recomienda para etapas posteriores, y como medidas a acordar por parte de los actores participantes del Acuerdo, abordar estas brechas a través de otros estudios, levantamientos, mediciones y/o modelaciones.

- 1) Red hidrométrica: se requiere densificar el monitoreo de nieve y meteorología en la zona alta, para mejorar el conocimiento sobre precipitación orográfica, formación de nieve y aporte glaciar a la escorrentía y recargas de las zonas bajas de la comuna, información relevante para estimar balances.
- 2) Fuentes de información sobre los DAA: para el presente análisis se consultó hasta cuatro fuentes oficiales de información de DAA (CPA, Reporte al Director solicitado por Transparencia, Observatorio Georreferenciado de la DGA, e informes emanados desde la DGA), los cuales ofrecen

³⁰ Se realizan entrevistas y se sostienen reuniones con 3 principales actores del sector comercial: Walmart, Mall Portal La Dehesa y Mall Vivo Los Trapenses.

información disgregada y con discrepancias. Se recomienda abordar este aspecto como posible medida en el marco del Acuerdo.

- 3) Catastro zonas sin acceso a agua potable y saneamiento: no existe información clara sobre las zonas sin abastecimiento de agua potable y/o saneamiento en la comuna, lo cual es muy relevante para tomar acciones frente a este eje. Esto toma especial relevancia, ya que, por un lado, atiende al acceso adecuado de un servicio básico para el sustento y bienestar de la ciudadanía, pero por otro lado, es importante considerar que el uso inadecuado de sistemas particulares, puede repercutir en la calidad de las aguas e incluso, en un mayor consumo.
- 4) Gestión del agua subterránea: en virtud de la declaración de Prohibición de extracción de nuevas explotaciones de aguas subterráneas, se da origen a la formación de una Comunidad de Aguas Subterráneas (CASUB), sin embargo, esta no se ha constituido en la comuna. Su relevancia radica en el rol que estas tienen, para la gestión de las aguas subterráneas.
- 5) Monitoreo de extracciones de DAA: si bien desde el año 2020 opera en los sectores acuíferos de la comuna una resolución que exige el monitoreo de extracciones efectivas de titulares de DAA, en lo Barnechea menos del 50% hoy reportan, incumpliendo la resolución frente a períodos de escasez reiterados. Así mismo, para los DAA superficiales, aun no existe dicha obligación. Lo anterior dificulta poder tener información clara y transparente sobre las extracciones en el territorio, lo cual se hace relevante para poder proyectar y hacer una estimación certera, más allá de la demanda comprometida por los DAA otorgados.
- 6) Uso de agua: la caracterización en el uso del agua es una de las grandes brechas identificadas como limitantes del desempeño del sistema de mercado de aguas que impera en Chile, y que dificultan una gestión sustentable del agua.
- 7) Juntas de vigilancia: en la comuna operan dos Juntas de Vigilancia que regulan y administran las aguas superficiales del Estero Arrayán y de la primera sección del Río Mapocho, las cuales son actores relevantes para la gestión del recurso hídrico. Sin embargo, éstas JVs no poseen actualmente un sitio o portal que permita conocer los DAA de sus accionistas, sus cambios en el tiempo y sus entregas. Información que actualmente debe ser obtenida mediante contacto directo. Se recomienda invitar nuevamente e intentar incorporar a estos actores al Acuerdo, lo cuál podría complementarse con medidas o propuestas orientadas a la entrega de la información sobre DAA y extracciones, para fortalecer la toma de decisiones informada.
- 8) Empresas sanitarias y particulares: existen diez empresas encargadas de abastecer de agua potable a la ciudadanía en la comuna de Lo Barnechea, pero solo seis de ellas reportan a la SISS. Lo anterior dificulta el análisis y data comparativa entre todas las localidades.
- 9) Información pública Sanitarias: no fue posible obtener información detallada de cada una de las empresas operativas en la comuna, a excepción de Aguas Andinas, quien a través de la herramienta QuickScan entregó mucha información detallada sobre su funcionamiento y datos cuantitativos, lo cual se debe tomar como referencia y muestra representativa del territorio comunal.
- 10) Tipos de clientes SISS: Si viene la SISS contempla 5 tipos de clientes, no se puede hacer un análisis detallado sobre sus usos y consumos. Diferenciar clientes como colegios, malls dentro del sector comercial, etc. Sería muy relevante para tomar acciones concretas en cada uno de los sectores y actores.
- 11) Clientes georreferenciados: sería importante obtener información sobre la localización de diferentes tipos de clientes, para comprender cómo se comporta el consumo en el territorio, a través de mapas de calor.
- 12) Humedales: Cabe señalar que el inventario de humedales del MMA es información a nivel país cuya fuente se hace a través de la teledetección, lo cual, si bien entrega una primera aproximación sobre

los humedales existentes, se debe hacer una revisión y catastro en terreno para que este sea preciso.

- 13) *Para conocer la proporción de agua distribuida por la infraestructura de canales fuera y en la comuna, se requiere analizar las acciones y directorios de las asociaciones de canalistas, mediante un catastro. Para efectos del balance es relevante conocer primero las extracciones de los canales (las cuales se presentan en las figuras y en la sección 4.2), y cuánta agua de las plantas de tratamiento de agua potable se utiliza en la comuna, las que concentran un 87% de los derechos superficiales.*

Finalmente, cabe destacar que, dado que el uso de agua en la comuna ocurre desde fuentes superficiales como subterráneas, y a la conexión que existe entre estas dos componentes del territorio, sería muy importante tener un análisis sobre el balance hídrico, con sistemas y modelos integrados, que otorguen datos concretos sobre la demanda hídrica y la disponibilidad efectivamente existente para lograr un equilibrio y volumen sustentable. Si bien la gestión a nivel municipal de los recursos hídrico cobra cada vez más relevancia y fuerza, es necesario abordarlo a su vez a nivel de cuenca, con una gestión y coordinación de cada uno de los actores y gobiernos locales que componen el territorio.

8. Difusión y diagnóstico social

8.1. Sistema de difusión

La iniciativa “Acuerdo Territorial de Eficiencia Hídrica”, busca generar compromisos voluntarios entre múltiples actores, con el fin de mejorar la gestión hídrica en la comuna de Lo Barnechea. Se busca en particular, involucrar a diversos actores en un proceso de co-construcción de medidas voluntarias para fomentar el ahorro, el consumo responsable y la eficiencia hídrica.

En esta primera etapa llevada a cabo, correspondiente a la Fase 1 de difusión y diagnóstico, se diseña una estrategia de difusión del Acuerdo Territorial, a través de 4 actividades complementarias: (1) mapeo de actores, acercamiento y difusión del Acuerdo, (2) entrevistas a actores, (3) “QuickScan” como herramienta de diagnóstico, y finalmente (4) un taller de difusión.

(1) Mapeo de actores, acercamiento y difusión del acuerdo

En primer lugar, se realiza un mapeo de actores con el objetivo de identificar los diferentes sectores relevantes a considerar en esta materia. Para comenzar, se busca responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los grupos de interés relevantes a los problemas de la Cuenca y la gestión de sus recursos hídricos?
- ¿Cuáles son las principales características de cada uno de los actores identificados?
- ¿Cuáles son los actores que es necesario convocar para involucrarse efectivamente en el proceso de participación?
- ¿Qué actores prioritarios no pueden faltar en el proceso?
- ¿Qué actores deben mantenerse informados, aunque elijan no participar?
- ¿Qué actores pueden entregar información relevante?
- ¿Qué actores pueden tener mayor poder e influencia sobre los recursos de la Cuenca?
- ¿En qué categorías pueden agruparse los actores?
- ¿Quiénes se ven más afectados por los desafíos de la escasez hídrica?
- ¿Qué dinámicas relacionales -de colaboración o conflicto- se dan entre los distintos grupos de interés?

Las acciones de mapeo se plantean no como un momento puntual, sino como una herramienta dinámica que debe estar permanentemente actualizada, a partir de nuevos actores que puedan ir sumándose en las distintas etapas del proceso. El mapa de actores nutre componentes del proyecto como el sistema de Difusión, además de anticipar información de potenciales tensiones o controversias que pudieran darse en el marco del proceso.

Para llevar a cabo lo anterior, se elabora una tabla con los actores identificados, los datos de contacto y se preparan entrevistas semiestructuradas.

El primer acercamiento a estos actores consistió en una aproximación vía correo electrónico, para la coordinación de una reunión telemática. Por esta vía se presentó brevemente el proyecto, sus objetivos y la invitación a participar en el desarrollo del acuerdo, ya sea recibiendo información, entregando información a través de una entrevista o participando en las actividades venideras.

(2) Entrevistas a actores clave

Entre los meses de enero y marzo del 2021, se realizaron 26 entrevistas con actores de la comuna, desde el sector público, el sector privado, la sociedad civil y la academia. Las entrevistas tuvieron como objetivo conocer sus percepciones sobre el agua y la gestión hídrica actual en la comuna, además de la identificación sobre posibles recomendaciones para la iniciativa. Junto a esto, algunos actores brindaron datos que aportaron al diagnóstico técnico que acompaña este documento.

Se seleccionó una muestra diversa de actores para realizar las entrevistas, con el fin de obtener un rango amplio de percepciones sobre el tema hídrico. Durante las entrevistas, se comprometió mantener las conversaciones confidenciales, y solo presentar los resultados de manera consolidada.

A continuación, se presenta tabla con resumen sobre las entrevistas realizadas, según ámbito y organización:

Tabla 20. Entrevistas realizadas en la primera ronda de reuniones bilaterales.

N°	Ámbito	Organización	
1	Sector público	Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)	
2		Codelco	
3	Sector Privado	Andacor	
4		Anglo American	
5		Clínica Alemana	
6		Club de Golf Lomas de la Dehesa	
7		Portal La Dehesa	
8		Sembcorp	
9		Ski La Parva, La Leonera	
10		Valle Nevado	
11		Walmart	
12		Corporación de Adelanto Farellones (CAF)	
13		Outlife	
14		Junta de Vigilancia Primera Sección del Mapocho	
15		Comunidades Sociedad civil	Asociación de Vecinos de La Parva
16			JVV Cajón del Arrayán
17	JVV Cuatro Esquinas		
18	JVV Farellones de Cerro Colorado		
19	JVV Los Trapenses		
20	JVV Santuario del Valle		
21	Salvemos Humedal Los Trapenses		
22	SEDUC – red de colegios		

23		Unión Comunal de JJVV de Lo Barnechea
24		JJVV – reunión grupal con la participación de diversas JJVV
25	Academia	CENRE
26		CIT, Centro de Inteligencia Territorial UAI.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

El detalle de los participantes en cada organización, las fechas y horarios, están disponibles en el Anexo 1.

Anexo 1: Organizaciones entrevistadas

Anexo 2: PPT para reuniones bilaterales con actores

Anexo 3: Pauta entrevistas semiestructuradas reuniones bilaterales

(3) Quick Scan

Junto a esto, se utiliza la herramienta “Quick Scan” para levantamiento de información y diagnóstico a través de encuestas y entrevistas a diferentes actores, la cual tiene como objetivo obtener la mayor cantidad de información posible y disponible para su sistematización y análisis, y, por otro lado proporcionar una visión general y radiografía inicial sobre la gestión hídrica a nivel comunal, que permite identificar las principales problemáticas a partir de la percepción y data concreta desde la mirada de diferentes actores para trazar la hoja de ruta. El QuickScan fue realizado a 3 actores clave: Municipio de Lo Barnechea, Aguas Andinas y a líderes territoriales como representantes de la sociedad civil, así se tiene una mirada multisectorial desde el sector privado, público y civil. A continuación se señala de manera global la metodología utilizado en cada uno de los casos:

- **QuickScan Aguas Andinas:** se envía vía correo electrónico un documento en formato MS Excel con alrededor de 80 preguntas, las cuales deberán ser completadas por el equipo y enviadas. Se incluyen preguntas técnicas y data concreta, como también información cualitativa y de percepción para la identificación de los principales desafíos y la visión de la organización frente a esta temática en la comuna de Lo Barnechea.
- **QuickScan Municipalidad:** se envía vía correo electrónico un documento en formato MS Excel con alrededor de 80 preguntas, las cuales deberán ser completadas por el equipo y enviadas. Se incluyen preguntas técnicas y data concreta, como también información cualitativa y de percepción para la identificación de los principales desafíos y la visión desde el municipio frente a esta temática en la comuna de Lo Barnechea.
- **QuickScan ciudadanía:** en primer lugar, se realiza una reunión grupal en donde se invitan a representantes de la sociedad civil, en este caso, a presidentes/as de JJVV. Se explica el proyecto, los objetivos y alcances, y se invita a participar de esta encuesta. En el caso de los representantes que no asistieron al taller, se les contacta telefónicamente para invitarlos a partir. Son contactados alrededor de 50 líderes, a los cuales se les envía una Encuesta en formato *Google Forms*, de la cual se obtienen respuesta de 28 personas.

Anexo 4: PPT reunión con líderes territoriales

Anexo 5: Invitación JJVV a participar de reunión ampliada con líderes territoriales

Anexo 6: QuickScan Municipalidad, listado de preguntas

Anexo 7: QuickScan Aguas Andinas, listado de preguntas

Anexo 8: QuickScan Líderes territoriales, listado de preguntas

Anexo 9: Muestra de resultados QuickScan Líderes territoriales

(4) Taller de difusión

El taller inicial de difusión y diagnóstico participativo es el primero de los 2 talleres participativos planificados en el marco de Acuerdo, el cual se llevó a cabo el 14 de abril de 2021. La metodología de los talleres es diseñada y llevada a cabo por el Equipo Facilitador, CBI.

El taller contó con la participación de unas 60 personas de diferentes sectores y organizaciones de la comuna. Durante el taller, el equipo Co-ejecutor presentó un diagnóstico sobre percepciones del agua y su gestión, así como el resultado del diagnóstico técnico. Luego, los participantes se dividieron en 6 grupos pequeños para conversar sobre posibles medidas y soluciones que vislumbran desde ya, para mejorar la eficiencia hídrica en la comuna. A partir de esto, se sistematizó la información obtenida, lo cual complementó lo anteriormente recogido en esta etapa, para así realizar los ajustes necesarios para la propuesta de las medidas y acciones que formarán parte del acuerdo.

Anexo 10: Invitación al Taller n° 1

Anexo 11: Presentaciones utilizadas en el Taller n° 1 con muestra de resultados técnicos y sociales.

Anexo 12: Minuta Taller n° 1 y sistematización de la información.

8.2. Análisis de las entrevistas y resultados

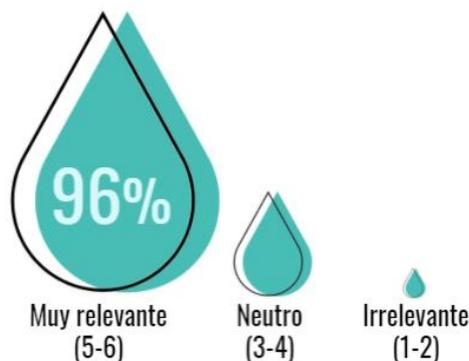
A continuación, se presenta una síntesis de los temas clave que surgieron en las entrevistas, estructurado en los siguientes apartados:

- Visiones sobre el agua: desafíos prioritarios.
- Conflictos socio-ambientales, problemáticas y desafíos en el territorio
- Medidas que gestión actuales y planificadas.
- Percepciones sobre esta iniciativa.
- Sugerencias para posibles medidas.

Visiones sobre el agua: desafíos prioritarios

A partir del QuickScan ciudadano, se busca comprender la visión que se tiene frente al recurso hídrico y los desafíos más relevantes en el territorio. Así pues, en primer lugar, se puede levantar que el 96% de los encuestados lo consideran como muy relevante.

**¿Cuán relevante usted considera que es el tema hídrico para / en su comunidad?
(Marque del 1 al 6, donde 1 es irrelevante y 6 muy relevante)**



Fuente: Elaboración propia, Quick Scan, 2021.

Todos los entrevistados señalaron que el agua es un recurso clave para todos y todas. Identificaron varios desafíos y prioridades para el recurso en la comuna, las cuales se resumen a continuación.

- **Hay cada vez menos agua.** Casi todos los entrevistados señalaron tener una preocupación generalizada porque hay cada vez menos agua en la zona. Varios explicaron que comparado con años atrás, hay menos agua en el río, los esteros y los canales. La mayoría de los entrevistados indicaron que no enfrentan problemas de escasez, sin embargo, algunos notaron que se observan impactos fuertes sobre la naturaleza (p.ej., reducciones en la masa vegetal en algunos lugares). Todos estos actores señalaron que el hecho de tener menos agua implica que a futuro, se enfrentará una situación fuerte de escasez. Cabe notar que algunos señalaron tener dudas sobre por qué ha bajado tanto el agua, preguntando si es por cambio climático, o si tiene más que ver más bien con desvíos y fugas (ver punto sobre información abajo).
 - **La repartición de agua es cada vez más compleja.** Un par de actores explicaron que repartir el agua es cada vez más difícil, pues a menudo simplemente no hay agua suficiente para todos los derechos que hay. Para un actor, el río es “sobrevendido”, pues se han asignado muchos derechos eventuales que van más allá de lo que trae el río en la realidad.
- **Es urgente reducir el consumo de agua en la comuna.** Varios entrevistados señalaron que el consumo de agua en la comuna es muy alto - más alto que la mayoría de las comunas del país. Algunos de estos actores señalaron que hay ciertos tipos de empresas que tienen un consumo muy alto (p.ej., clubes de golf, mineras). Otros indicaron que hay sectores residenciales con un consumo muy alto, debido a la existencia de terrenos y jardines grandes, piscinas, áreas verdes con mucho pasto, etc. Para varios, es prioritario mejorar las prácticas de riego (p.ej., regar solo de madrugada o noche), tecnificar los sistemas de riego (municipales y particulares) para que éstos sean más eficientes, e invertir en paisajismo sustentable (p.ej., recambiar pasto por especies más sustentables). Para un par de actores, es importante contar con incentivos para que la gente utilice menos agua, por ejemplo, una tarifa muy alto de sobreconsumo o un descuento por la reducción de consumo. Un par de personas indicaron que hoy existen tuberías antiguas que pierden mucha agua.
 - **La regulación no es clara sobre algunas posibles medidas.** Varios actores resaltaron que un desafío para reducir el consumo del agua es la poca claridad normativa sobre medidas como el uso de aguas grises, el uso de agua para fabricar nieve, etc. Estos entrevistados agregaron que frente la incertidumbre sobre tener aprobación o no, no se avanza.
- **En algunos sectores, hay problemas de acceso al agua y su tratamiento.** No obstante, el punto anterior, algunos entrevistados recalcaron que existen zonas donde la gente tiene dificultad para acceder al recurso hídrico, por ejemplo, El Arrayán y Farellones. En estas zonas, explicaron, la gente tiene que ver por su propia cuenta cómo conseguir agua y, en Farellones en particular, cómo tratar el agua servida. Un actor enfatizó que esta situación genera una sensación de injusticia, y además puede generar problemas prácticos (p.ej., sin un sistema de tratamiento de agua regularizado, no se puede conseguir la recepción final de obras para construcciones). También se mencionó la existencia de asentamientos informales que no tienen acceso regular al agua. Algunos actores enfatizaron que, para estas zonas, es prioritario invertir en infraestructura para almacenar agua, mientras otro entrevistado sugirió extender el área concesionado para poder distribuir el agua de forma más pareja en la comuna.

- **Falta información creíble y completa sobre el agua.** Varios entrevistados enfatizaron que falta información sobre el estado actual del agua en la comuna (tanto sobre el consumo como la disponibilidad). Algunos señalaron que falta información, por ejemplo, sobre el estado del agua subterránea, y sobre los impactos de los distintos desvíos de agua en la comuna. Varios preguntaron, ¿adónde fue toda el agua? Otros entrevistados enfatizaron que la falta de información que sea entendible y creíble para todos implica que hay muchos mitos y desinformación sobre el agua y quienes lo están consumiendo.
- **Falta educación y consciencia.** Algunos entrevistados subrayaron que en general los habitantes de la comuna tienen poca consciencia y empatía sobre “el problema de agua”. Para estos actores, es urgente que la Municipalidad tome medidas más proactivas y constantes - en coordinación con las organizaciones territoriales - para informar a la ciudadanía sobre el problema y posibles soluciones.
- **La planificación territorial no incorpora la seguridad hídrica.** Para algunos entrevistados, hay una brecha importante en la planificación territorial, pues no contempla de manera adecuada la seguridad hídrica. En particular, estos actores resaltaron que el plan regulador actual (el cual está en proceso de actualización) permite comprar terrenos y construir viviendas en zonas que no tienen acceso al agua, o que solo tienen vertientes que no han sido adecuadamente estudiados, lo cual genera problemas. Para algunos de estos actores, el plan regulador permite un desarrollo inmobiliario que está “descontrolado” y pone cada vez más presión sobre el recurso hídrico. Para ellos, falta una mejor fiscalización con respecto al desarrollo urbano y el uso de recursos hídricos.
- **La presión de agua es baja en horarios de alta demanda.** Algunos entrevistados señalaron que hay problemas de presión de agua, especialmente en la tarde-noche cuando “todos riegan.”
- **La calidad del agua potable no es buena.** Algunos entrevistados señalaron que la calidad de su agua no es buena, ya sea por la presencia de sedimentos que afectan el color y sabor, o por la presencia de contaminación con arsénico. Un par de estos actores señalaron haber escuchado rumores sobre la contaminación del agua, pero explicaron que no tenían acceso a información que pudiera confirmar o desmentirlo. Otros, sin embargo, señalaron que la calidad de agua es buena.
- **Se roba agua.** Un par de actores señalaron que un problema importante es que hay gente que saca agua del río sin derechos, o utiliza más agua de lo que le corresponde. Se agregó que es difícil instalar un juicio en estos casos, sin embargo, porque es difícil comprobar y hay poca fiscalización.

Complementario a lo anterior, a partir del QuickScan se identifican los desafíos más relevantes, según la opinión de cada uno de los representantes, a través de la pregunta: *Según su percepción ¿En qué medida los siguientes puntos son desafíos significativos para su comuna? (Escala del 1 al 4, donde 1 no es un desafío, 2 es un desafío menor, 3 es un desafío, 4 es un desafío significativo y 5 no sabe).*

El resultado arroja un importante resultado, y es que todos los desafíos mencionados son considerados como relevantes (se pondera obteniendo un 3,1 de los 4 puntos en promedio). A continuación, se muestran los 10 primeros desafíos priorizados.



Fuente: Elaboración propia, Quick Scan, 2021.

El detalle de todos los desafíos y su evaluación está disponible en el Anexo 9.

Conflictos socioambientales, problemáticas y desafíos en el territorio

Varios entrevistados describieron problemas en la gestión de agua que generan tensión o conflictos entre actores en la comuna. A continuación, se resumen estos conflictos existentes y latentes.

- Uso de agua por parte de la minería.** Muchos entrevistados señalaron que el uso de agua para la actividad minera en la comuna genera conflictos importantes. Varios señalaron tener la percepción de que la minería “saca toda el agua”, dejando poco para otros usuarios. Algunos también mencionaron otros impactos de la minería, por ejemplo, afectación a glaciares por tronaduras y vibraciones. Varios actores coincidieron en que es necesario transparentar la información sobre el uso de agua en la minería y comunicar esa información de manera que es entendible para todos, agregando que hoy en día, muchos miembros de la comunidad no creen la información que proporciona la industria. Cabe notar que algunos entrevistados mencionaron que la minería apoya proyectos relacionados con el recurso hídrico en algunas comunidades de la zona; algunos de ellos señalaron que la minería a menudo está más dispuesta a ayudar que el municipio.
- Organismos de gestión que “operan a su manera.”** Algunos entrevistados señalaron que en zonas que no forman parte del área concesionado, los sistemas de gestión “operan a su manera,” ejerciendo mucho control sobre los territorios a través del agua y actuando con poca transparencia y claridad en cuánto a cómo funcionan. Algunos entrevistados plantearon que perciben la existencia un tratamiento preferencial para algunos usuarios por sobre otros; un entrevistado caracterizó lo anterior como “corrupción.” Un entrevistado agregó que se cobran montos muy elevados. Otro enfatizó que estos organismos lucran con la venta de derechos eventuales, situación que ha llevado a que el río hoy día está “sobrevendido” y, además, genera oposición a decretar una sequía en la zona. Otro entrevistado enfatizó que la informalidad de estos sistemas genera problemas de equidad, y además complica aspectos prácticos de la vida cotidiana (p.ej., si no emiten boletas, los comerciantes no pueden descontar el agua de sus impuestos). Un par de entrevistados, por otro lado, señalaron que hay muchos juicios y opiniones falsas sobre el comportamiento de estos organismos.

- **El desarrollo inmobiliario “descontrolado.”** Como se ha mencionado, varios entrevistados señalaron que la actividad inmobiliaria en la comuna está “descontrolada,” poniendo cada vez más presión sobre el recurso hídrico y generando nuevas viviendas en zonas sin acceso al agua. Un actor agregó que el sector inmobiliario no realiza estudios oportunos de impacto vial, por lo tanto, se ha generado un “caos vial” en la comuna. Estos actores hablaron de la importancia de limitar el desarrollo inmobiliario en el nuevo plan regulador, tanto en cuanto a la altura de las edificaciones permitidos como las zonas en que se puede construir.
- **Canalización y desviación del agua.** Algunos entrevistados señalaron que, en los últimos años, se han realizado proyectos de canalización del agua, los cuales han resultado en niveles mucho más bajo de agua en el río y/o los esteros. Una organización enfatizó, por ejemplo, que un proyecto de canalización resultó en la vulneración del Estero Los Trapenses, sitio de importancia ambiental y cultural. Este actor enfatizó que no hay información suficiente sobre el destino del agua desviado, ni fiscalización adecuada, y sugirió que hay “intereses inmobiliarios detrás” del proyecto de canalización.
- **Tensión entre residentes “reales” y residentes temporales en zonas de esquí.** Un par de entrevistas mencionaron que, en zonas como Farellones, un 80% de los residentes son personas con refugios que no viven ahí todo el año. Esto puede generar tensiones, por ejemplo, en invierno cuando la población crece exponencialmente y hay un alza importante en la demanda de agua. Un entrevistado enfatizó que los residentes “reales” tienden tener menos recursos que los dueños de refugios, y por lo tanto, tienen menos capacidad de hacer inversiones en infraestructura relacionada con el agua; sin embargo, la gente “con plata” que no vive ahí todo el año no se interesa por invertir en infraestructura de la zona.
- **Contaminación de agua.** Un par de entrevistados señalaron que hay empresas en la zona que han contaminado el agua por sus operaciones. Asimismo, un par de entrevistados mencionaron haber sido acusados injustamente de haber contaminado el agua.
- **Falta de información y/o atención desde empresas sanitarias.** Un par de entrevistados que están dentro de la zona concesionada señalaron que a veces enfrentan problemas relacionados con el agua, por ejemplo, roturas de matrices, bajas de presión o la entrada de barro en sus estanques de agua, sin embargo, no han podido conseguir respuesta o información clara sobre estos episodios desde la empresa sanitaria. Para ellos, es frustrante que no se advierte con anticipación cuando hay mantención programada, y que no se responde adecuadamente cuando surgen problemas.

Complementario a lo anterior, a partir del QuickScan se identifican posibles conflictos a través de la pregunta: *¿Cuáles considera usted que son los riesgos más importantes en relación al recurso hídrico para/en su comuna?*

En la siguiente representación gráfica de los resultados a la pregunta anterior, se muestran en los círculos más grandes en color rojo, los temas que más se repitieron en las respuestas, por tanto, los más relevantes, en donde se destaca la escasez de agua, la minería y su excesivo consumo; contaminación y/o afectación a glaciares; la falta de agua para consumo humano; y el despilfarro y mal uso del agua, donde se enfatiza principalmente la alta presencia de piscinas, acciones como el riego de calles y lavado de autos, la presencia de áreas verdes con alto requerimiento de agua, especialmente en verano, entre otros. En segundo lugar, aparecen riesgos como las construcciones en la zona precordillerada, la pérdida de áreas verdes y la degradación de ecosistema.

Se puede entender que a partir de estas respuestas no necesariamente se refiere a riesgos, si no que también, se identifican conflictos entre actores.



Fuente: Elaboración propia, Quick Scan, 2021.

Medidas e iniciativas de eficiencia hídrica existentes y planificadas

Se preguntó a los entrevistados sobre medidas e iniciativas de eficiencia hídrica que ya están tomando o que planifican tomar a futuro. A continuación, se resume los tipos de iniciativas que se identificaron.

- **Cuidado más sustentable de áreas verdes.** Varios entrevistados señalaron que están trabajando para reducir el uso de pasto en sus áreas verdes, reemplazándolo con pasto sintético u otras especies que requieren menos agua. De igual manera, varios dijeron que solo riegan en la noche o la madrugada, y/o que tienen sistemas de riego diferenciado para regar menos en épocas de lluvia. Un par de entrevistados señalaron que están empezando a utilizar sistemas de riego más eficientes (p.ej., riego por goteo). Algunos entrevistados de la sociedad civil agregaron que apoyan los esfuerzos de la municipalidad para tomar este tipo de medida en las plazas y otras áreas verdes en sus barrios.
- **Estanques para capturar agua.** Algunos entrevistados señalaron estar capturando y reutilizando agua. En particular, una organización privada señaló que captura agua de riego para reutilizar, mientras un par de otros entrevistados indicaron estar capturando agua lluvia para riego.
- **Interés en reutilización de aguas grises.** Algunos entrevistados señalaron que han considerado implementar sistemas de reutilización de aguas grises, sin embargo, no está claro cuáles permisos se requieren para poder hacerlo.
- **Instalaciones sanitarias más eficientes.** Un par de entrevistados del sector privado señalaron que han tomado medidas para mejorar la eficiencia de sus baños, por ejemplo: controlar diferencias de presión entre pisos; reparar filtraciones diariamente; instalar llaves de corte, para asegurar que agua no corre de noche; independizar urinarios, para que no se vacíen todos a la vez; instalar fluxómetros para regular tiempos de descarga; e instalar griferías con aireadores en los lavamanos.
- **Fuentes de agua ornamentales.** Un par de entrevistados con fuentes de agua ornamentales (p.ej., piletas y lagunas) señalaron que han realizado cambios en sus procesos para tener que cambiar el agua en esas fuentes con menos frecuencia.

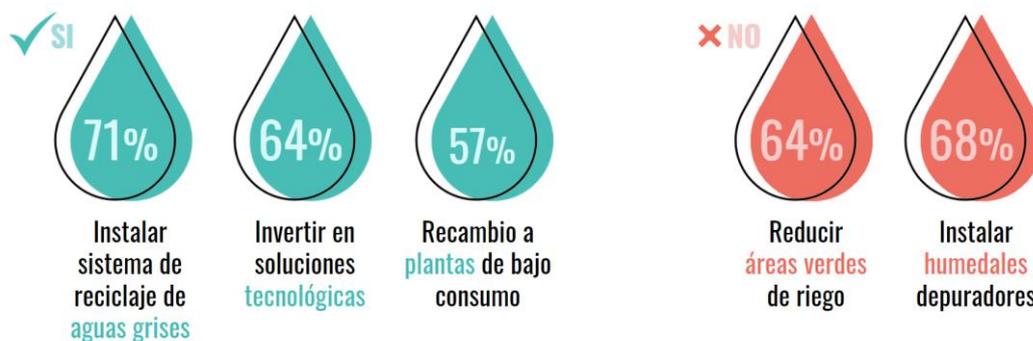
- **Instalación de sistemas de medición remoto.** Un par de entrevistados señalaron que están instalando sistemas de medición de telemetría, para medir a distancia los flujos de agua, o que están apoyando esfuerzos para hacer lo anterior.
- **Planes de sustentabilidad hídrica.** Un par de entrevistados del sector privado señalaron que sus empresas tienen planes de sustentabilidad hídrica, que contemplan metas de reducción de consumo y la priorización del agua para consumo humano, entre otras medidas.
- **Apoyo a organizaciones comunitarias.** Un par de entrevistados señalaron que apoyan a comunidades en mejorar su infraestructura de agua, para optimizar sistemas y mejorar su acceso al recurso.
- **Estudios.** Un par de organizaciones señalaron que apoyan o participan en estudios sobre agua, por ejemplo, para caracterizar las vertientes o medir impactos sobre glaciares.
- **Recirculación de agua.** Un entrevistado señaló que su empresa está recirculando el agua que utiliza en sus operaciones, con la meta de llegar a un 70% de recirculación.
- **Optimización de sistemas de control térmico.** Un entrevistado señaló que está trabajando para reducir la evaporación en sus sistemas de frío y el rechazo de agua en las torres de enfriamiento.
- **Reducciones en sistemas de gestión de residuos.** Un entrevistado señaló que utiliza una hidrolavadora (en vez de una manguera) para limpiar contenedores de basura.

Cabe destacar que casi todos los entrevistados de la sociedad civil señalaron que, si bien no pueden implementar medidas de eficiencia directamente, ni obligar a sus socios a hacerlo, les interesaría aprender sobre posibles medidas, y **participar en esfuerzos para educar y generar consciencia** entre sus representados sobre el problema de agua y posibles soluciones.

Complementario a lo anterior, a partir del QuickScan se identifican posibles medidas e iniciativas de eficiencia hídrica a implementar, a través de la pregunta: *¿Crees que tu comunidad estaría dispuesta a tomar las siguientes medidas para cambiar sus hábitos de consumo y/o bajar su consumo de agua?*

Iniciativas como inversión en soluciones tecnológicas, recambio a plantas de bajo consumo e instalación de sistemas para el reciclaje de aguas grises, fueron las con mayor aceptación, siendo la última, la mayor. Respectos a la iniciativa de “reducir áreas verdes de riego”, se puede apreciar el 64% de los encuestados creen que su comunidad no estaría dispuesta a tomar dicha medida.

A continuación, se representa de manera gráfica los resultados obtenidos:



Fuente: Elaboración propia, Quick Scan, 2021.

Finalmente, respecto a la participación en campañas, talleres o instancias participativas impulsadas desde el municipio, el 52% dice no haber participado en alguna, pero que en muchas (dependiendo la temática), si creen que su comunidad estaría dispuesta a participar. Cabe señalar que un par de encuestados comentan que no han participado no por falta de interés, si no porque no conocen iniciativas de este tipo desde el municipio o “no se les ha invitado a participar.

Los temas que más se destacaron para una mayor participación en capacitaciones y/o talleres son: sobre consumo de agua y educación ambiental (con un 75% de aprobación), seguido por temas sobre “gestión hídrica, escasez hídrica y/o cambio climático” y “riego eficiente de áreas verdes y jardines de bajo consumo”, ambas con un 57% de aprobación.

Percepciones sobre esta iniciativa

Se preguntó a los entrevistados qué les pareció esta iniciativa, y cuáles recomendaciones ofrecían para su implementación. A continuación, se resume esa retroalimentación.

- **Es una buena oportunidad para reunir diversos actores.** Varios entrevistados valoraron la iniciativa, señalando que es una buena oportunidad para reunir diferentes actores y transparentar la situación actual del agua. Para algunos, es muy positivo que haya una empresa sanitaria participando en el esfuerzo, para poder explorar posibles soluciones con ellos. Para otros, será útil contar con la participación de servicios públicos, para aclarar temas regulatorios relevantes para ciertas medidas. Algunos enfatizaron que debería participar el sector minero, para transparentar información sobre su uso de agua. Un par de actores enfatizaron que es importante que participen los vecinos de la comuna, pues tienen mucha capacidad de generar cambios. Para un actor, es bueno que haya un organismo público impulsando la iniciativa, como garante del proceso y los acuerdos que se generen.
- **Se espera llegar a resultados concretos.** Varios entrevistados señalaron que la iniciativa tendrá valor en la medida que permita llegar a soluciones concretas e innovadoras para solucionar problemas reales. Algunos mencionaron haber participado en otros procesos sobre el agua que no llegaron a resultados concretos y/o enfrentaron problemas de implementación. Para estos actores, es clave que este proceso sea acotado y bien enfocado.
- **...Pero llegar a acuerdos será complejo.** Varios actores señalaron estar escépticos sobre la posibilidad de llegar a acuerdos a través de esta iniciativa. Estos entrevistados señalaron que el tema de agua en la comuna es muy complejo y/o conflictivo, y reiteraron que en otros procesos similares no se llegaron a resultados concretos.
- **Es necesario trabajar con información de buena calidad y contar con experticia técnica.** Algunos entrevistados recalcaron que una clave para este proceso es poder trabajar con buena información que permita entender cómo “atacar” el problema del agua. Para ello, se necesitará ayuda de expertos técnicos, se agregó.
- **La equidad y diversidad del territorio es un factor importante.** Un par de entrevistados enfatizaron que la iniciativa debe tener un enfoque en la equidad, considerando que hoy día hay gente que no tiene acceso a soluciones de agua que respondan a sus necesidades. En este sentido, un actor enfatizó que es importante diferenciar entre proveedores y consumidores, y considerar objetivos que corresponden a la división territorial dentro de la comuna.

- **Este esfuerzo debería conversar con otras iniciativas.** Un actor recalcó que esta iniciativa debería ser coordinada con otras iniciativas relacionadas con el agua en la zona, así como las instancias de planificación territorial. Otro señaló que se podría incorporar acuerdos o medidas en el Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO), para que los proyectos que pasen por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental tengan que considerarlos (para ser aprobados, los EIA y DIA deben contar con una declaración de concordancia por parte del municipio, confirmando que lo que se propone está acorde con los lineamientos estratégicos de la comuna).
- **Es importante aclarar el estado actual de las napas y cauces.** Un actor señaló que no sirve planificar el uso más eficiente del agua si no se entiende la situación de las napas y cauces de agua. Este entrevistado instó a considerar la conexión entre consumo y disponibilidad durante este proceso.
- **Hay interés variado en participar.** Algunos actores expresaron un fuerte interés en participar en este esfuerzo, para llegar a acuerdos concretos, estar informados, aportar información y/o poder participar en medidas de gestión y/o educación. Otros actores, sin embargo, señalaron no tener tiempo o interés en participar, o tener dificultad para enfocarse en este tema, dado la contingencia sanitaria y sus efectos perjudicantes para sus organizaciones.

Sugerencias de posibles medidas para el Acuerdo

Varios entrevistados ofrecieron ideas para medidas o iniciativas a incluir en un eventual acuerdo. A continuación, se resumen esas sugerencias.

- **Inversiones e incentivos para acumular agua.** Varios entrevistados señalaron que es relevante impulsar la recolección de agua. Algunos señalaron que sería positivo que particulares y comunidades contaran con apoyo o subvenciones para invertir en la recolección y almacenamiento de agua. Un entrevistado sugirió que sería interesante pilotear almacenar agua en forma de nieve.
- **Campañas educacionales y capacitaciones.** Varios entrevistados recalcaron que es importante realizar campañas educacionales y capacitaciones orientadas a educar a los habitantes sobre el problema de agua en la zona, e impulsar cambios en sus hábitos de consumo (p.ej., informando sobre horarios adecuados de riego, sistemas de riego eficientes, existencia de instalaciones eficientes, etc.).
- **Áreas verdes sustentables.** Varios actores señalaron que sería importante que el Municipio (y otros) aceleren el cambio de áreas verdes a jardines más sustentables. Esto, agregaron, ayudaría a dar el ejemplo y aumentar consciencia entre vecinos de la importancia y posibilidad de hacer lo mismo en sus casas. Un actor señaló que se podrían implementar cuotas de agua potable por usuario y/o por tipo de planta, para incentivar el cambio a plantas de bajo consumo de agua.
- **Incentivos para reducir consumo.** Un par de entrevistados señalaron que debieran existir incentivos para quienes reducen su consumo de agua, por ejemplo, bonos o descuentos. De igual manera, el costo de sobreconsumo debería ser mucho más alto, agregaron estos actores. Otro actor sugirió la posibilidad de contar con alertas de sobreconsumo.
- **Financiamiento de estudios.** Un par de entrevistados señalaron que sería útil acordar el financiamiento de estudios, por ejemplo, sobre el estado actual de las napas subterráneas o por qué los canales, humedales y vertientes están secos.

- **Pilotos que ayuden a destrabar normativas.** Un entrevistado sugirió intentar generar pilotos que queden a la disposición de los Ministerios para poder crear normativas (p.ej., en conexión con sistemas de reutilización de aguas grises o la fabricación de nieve).
- **Metas de eficiencia.** Un entrevistado sugirió considerar metas de eficiencia, ponderando la intensidad de consumo de los distintos participantes.
- **Agua para regar el bosque.** Un actor señaló que valoraría la posibilidad de contar con más agua para poder regar el bosque nativo, agregando que, para su organización, comprar agua por camiones aljibes es demasiado costoso para ser factible.
- **Instalación de medidores para jardines.** Un entrevistado señaló que sería bueno que las casas tuvieran un medidor separado para el uso exterior, para riego y piscinas. Esto, para no tener que pagar los costos de tratamiento para esta agua. (Aunque, reconoció que esta medida podría significar que el agua de jardín sea más barata, y por lo tanto, se usaría más.)

Complementario a lo anterior, desde el Quick Scan se releva la importancia de contar con un amplio sector multisectorial de los actores, a través de la pregunta: *¿Qué actores aparte del municipio podría contribuir a la protección y cuidado del agua en la comuna?*, donde se mencionan: Minerías, Empresas privadas, Club de Golf, Aguas Andinas, MOP, MMA, Bienes Nacionales, MINVU, DOH, CONAF, Gobiernos Central, además de todos los vecinos y dirigentes sociales de la comuna.

Para terminar, a través del QuickScan a la ciudadanía, se señalan las siguientes posibles medidas a implementar en el marco del acuerdo:

- Mostrar ahorros económicos para motivar a la gente a tomar acciones conciencia
- Educación Hídrica y concientizar del problema en colegios y comunidades
- Proteger los glaciares
- Formar una comisión con la participación de distintos estratos de la comuna para mejorar y optimizar el uso del recurso.
- Actuar en mesas comunes, desde sociedad civil hasta Gobierno central, donde todos los vecinos deben ser partícipes
- Reutilizar aguas grises de manera conjunta
- Eliminar la Minería (Codelco y Anglo)
- Regular uso del recurso a grandes consumidores
- Trabajo conjunto entre Aguas Andinas y MOP para ayudar a las comunidades sin agua
- Apoyo para formar una APR en sector de Corral Quemado
- Menos pasto, paisajismo y uso de especies de bajo consumo
- Integración de tecnologías para mayor eficiencia

8.3. Propuesta de preparación, alcance y mapa de actores

Luego de la primera etapa de difusión y diagnóstico, se lleva a cabo la segunda fase de preparación, en la cual se seleccionaron e invitaron a las entidades pertinentes, para la participación e identificación de problemas, brechas y desafíos de la cuenca, como primer insumo de definición colectiva sobre los objetivos, metas y el alcance territorial del Acuerdo. Este grupo, denominado Grupo de Preparación (GP), conformando una mesa multisectorial con representantes de diversos estamentos.

Cabe señalar que luego del primer taller de difusión, se invita a todos los actores participantes a continuar en las actividades planificadas en el proyecto, para lo cual se les solicita manifestar su interés por medio de correo electrónico u otro, a través del equipo Co-ejecutor o directamente a la Municipalidad. A partir de lo anterior se proponen 6 grupos asociados al sector de dónde provienen. A partir de lo anterior, se lleva a cabo la segunda ronda de reuniones con el objetivo de revisar la primera aproximación sobre las medidas levantadas en cada uno de los sectores, a través de seis reuniones grupales, más otras cinco individuales con los siguientes actores: Clínica Alemana, Aguas Andinas, Anglo American, Municipalidad de Lo Barnechea, y Fundación Chile.

Adicionalmente, se llevan a cabo otras reuniones bilaterales con actores que forman parte de los grupos mencionados, y/o como continuidad con otros actores. A continuación, se detallan las reuniones realizadas:

Tabla 21. Reuniones grupales realizadas y actores participantes en la segunda ronda.

	Sector	Actores
1	Sector público	MMA SISS DGA DOH Seremi MMA
2	Juntas de Vecinos	JJV Los Trapenses JJV Santuario del Valle
3	Colegios	Red de colegios SEDUC Otros 8 colegios
4	Clubes deportivos/golf	7 Clubes
5	Centros de esquí	Valle Nevado Andacor La Parva
6	Malls y supermercados	Líder Walmart Portal La Dehesa Mall Vivo Los Trapenses

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Tabla 22. Reuniones bilaterales realizadas en la segunda ronda para muestra de posibles medidas.

	Sector	Número de reuniones
1	Aguas Andinas	3
2	Anglo American	3
3	Clínica Alemana	1
4	Municipalidad de Lo Barnechea	1
5	FCh	2
6	MMA	2
7	SISS	1
8	DGA	1
9	Seremi de Salud	1

Fuente: Elaboración propia, 2021.

A partir de lo anterior se busca comprender en profundidad los intereses, posibles colaboraciones y coordinación general, hasta antes de entrar a la etapa de Negociación.

En esta etapa se busca avanzar en la definición de las posibles medidas individuales y colectivas, y una validación del alcance territorial del Acuerdo a través de los actores y mesas de trabajo, para la definición clara sobre los objetivos y acuerdos del proyecto.

Cabe destacar que la sistematización de las medidas, su retroalimentación y ajuste luego de este proceso y del taller 2 para la propuesta final del acuerdo, será detallado en el informe final.

9. Reflexiones del análisis social

A continuación, se ofrecen algunas conclusiones y reflexiones del equipo co-ejecutor, a partir de las entrevistas realizadas.

- **Es necesario definir si el acuerdo se limitará a la eficiencia hídrica.** Las entrevistas demuestran que, si bien el alto consumo de agua es un problema clave para el recurso hídrico en Lo Barnechea, hay otros problemas urgentes y conflictos que van más allá de la eficiencia. En particular, se destacan los problemas de acceso al agua y su tratamiento en ciertos sectores, así como los conflictos relacionados con la minería y el sector inmobiliario. Es importante, entonces, definir el alcance del esfuerzo para poder generar expectativas adecuadas y un enfoque adecuado.
- **Las acciones de este acuerdo deberían abordar diversos ámbitos.** Las entrevistas sugieren que, para tener un impacto significativo en la eficiencia hídrica, el acuerdo debería ser capaz de abordar distintos ámbitos como: inversiones en infraestructura, compromisos y metas de eficiencia, incentivos y desincentivos, capacitaciones, campañas de sensibilización y mejoras al acceso y calidad de información.
- **Construir confianza en la información disponible sobre el agua ayudará a construir acuerdos.** Las entrevistas resaltan que existen muchos mitos sobre el agua que dificultan la conversación sobre la gestión del recurso. Es recomendable, entonces, que el proceso de construir el acuerdo tenga un enfoque fuerte en la transparencia, acceso y calidad de información. El acuerdo mismo puede contemplar medidas para generar nueva información y/o robustecer la información disponible, por ejemplo, a través de nuevos estudios realizados por expertos que todos consideren creíbles, monitoreo participativo y otros mecanismos de *joint fact finding*.
- **Es ideal involucrar a actores que hoy tienen un consumo alto.** Estos actores incluyen, según las entrevistas, empresas e industrias de la zona (p.ej., minería, clubes de golf), así como representantes de zonas residenciales con terrenos y áreas verdes extensas. Algunos entrevistados de estos sectores señalaron estar dispuestos a participar, mientras otros expresaron reticencia o no fueron entrevistados directamente. Sería útil, entonces, realizar esfuerzos adicionales para impulsar la participación de quienes se mostraron reticentes, y para tomar contacto con actores nuevos de estos sectores.
- **A la vez, se puede incluir otros actores que tienen menos consumo o capacidad de actuar.** Algunos actores expresaron interés en participar en esta iniciativa, aun cuando no tienen un consumo alto de agua o mucha capacidad de implementar medidas de eficiencia hídrica. No obstante, es importante considerar cómo incorporarlos al acuerdo, generando sinergias con los demás participantes y considerando, por ejemplo, su participación en esfuerzos educacionales, capacitaciones y pilotos.

10. Referencias

- Banco Mundial (2011), Chile: Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Available at https://dga.mop.gob.cl/eventos/Diagnostico%20gestion%20de%20recursos%20hidricos%20en%20Chile_Banco%20Mundial.pdf. Accessed 2020 Jul 21.
- Barría, P., Rojas, M., Moraga, P., Muñoz, A., Bozkurt, D., Alvarez-Garreton, C., & Chadwick, O. (2019). Anthropocene and streamflow: Long-term perspective of streamflow variability and water rights. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 7.
- Barría et al. (2021) Water allocation under climate change: a diagnosis of the Chilean system. *Elementa: Science of the Anthropocene*. Reporte al Director (DGA). Publicado en repositorio CAMELS-CL (<https://camels.cr2.cl/>).
- Biblioteca del Congreso Nacional (2017). Reportes estadístico-comunales.
- Boisier, J. P., Alvarez-Garreton, C., Cordero, R. R., Damiani, A., Gallardo, L., Garreaud, R. D., ... & Chadwick, O. (2018). Anthropogenic drying in central-southern Chile evidenced by long-term observations and climate model simulations. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 6.
- Cade-Idepe (2004), Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Maipo.
- CENRE (2020). Informe Final, primera etapa: Conformación de un mecanismo de gestión participativa de los recursos hídricos en la cuenca alta del río Mapocho. Facultad de Economía y Negocios, Universidad de Chile.
- CONAMA (2014). Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad RMS 2015-2024. Gobierno Regional de Santiago.
- DGA (2002). SDT N°133 de la Dirección General de Aguas.
- DGA (2015a). SDT N° 369. Actualización de la evaluación de los recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Maipo. Departamento de Administración de Recursos hídricos.
- DGA (2015b). Diagnóstico Plan Maestro de Recursos Hídricos, región Metropolitana de Santiago.
- DGA (2018). Actualización del Balance Hídrico Nacional, Parte II: Aplicación de la metodología de actualización del balance hídrico nacional en las cuencas de las macrozonas norte y centro.
- DGA (2019). Informe Condiciones Hidrometeorológicas, comunas de Lo Barnechea, Las Condes y Vitacura, Informe No 25. División de Hidrología de la Dirección General de Aguas.
- DGA (2020). Catastro Público de Aguas (CPA).
- Donoso, G. (Ed.). (2018). *Water policy in Chile* (Vol. 21). New York: Springer.
- Fundación Chile (FCH) (2018). Fundación Chile. 2018. *Radiografía Del Agua: Brecha y Riesgo Hídrico En Chile*. Available at <https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/05/radiografia-del-agua.pdf>. Accessed 2020 Jul 21.
- Garreaud, R. D., Alvarez-Garreton, C., Barichivich, J., Boisier, J. P., Christie, D., Galleguillos, M., ... & Zambrano-Bigiarini, M. (2017). The 2010–2015 megadrought in central Chile: impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrology and earth system sciences*, 21(12), 6307-6327.
- Garreaud, R. D., Boisier, J. P., Rondanelli, R., Montecinos, A., Sepúlveda, H. H., & Veloso-Aguila, D. (2020). The Central Chile mega drought (2010–2018): A climate dynamics perspective. *International Journal of Climatology*, 40(1), 421-439.

INE (2017). Censo de Población y Vivienda.

Jouravlev, Andrei (2003). Los municipios y la gestión de los recursos hídricos. División de Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL.

Liang, X., D. P. Lettenmaier, E. F. Wood, and S. J. Burges (1994), A simple hydrologically based model of land surface water and energy fluxes for general circulation models, J. Geophys. Res., 99(D7), 14415–14428, [doi:10.1029/94JD00483](https://doi.org/10.1029/94JD00483).

Mapoteca DGA, 2021. <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx>

MMA (2019). Actualización Plan Regulador comuna de Lo Barnechea.

MMA (2020). Ley N° 21.202, Ley de Humedales Urbanos.

MOP (2011). Proyecto de Ley que regula los Servicios Sanitarios Rurales (APR).

MOP (2016). Atlas Gestión del Agua. Parte 4. <https://snia.mop.gob.cl/sad/Atlas2016parte4.pdf>

Municipalidad Lo Barnechea (MLB) (2017). Estudio de factibilidad de agua potable y evacuación de las aguas servidas de la Propuesta de Modificación del Plan Regulador comunal de Lo Barnechea “MPRC-LB-09 Centro Cordillera: Farellones, La Parva, El Colorado y Valle Nevado”.

PADEM (2020). Plan Anual de Desarrollo Educativo Municipal, Lo Barnechea. https://www.lobarnechea.cl/transparencia/PADEM_2020%20.pdf

PLADECO (2017-2020). Plan de Desarrollo Comunal, Lo Barnechea.

SISS (2021). SIFAC II: Consumo y clientes mensuales, RM, 2012-2020.

Reyes (2016). Mejora en las simulaciones de un modelo hidrogeológico de base física mediante corrección complementaria de sus errores. Tesis para optar al grado de Magíster en ciencias de la ingeniería, mención Recursos y medio ambiente hídrico. Universidad de Chile.

U. de Chile (2017). Natalia Paz Urzúa Araneda. Racionalización de plantas de tratamiento de agua potable de la cuenca del río Mapocho. Memoria para optar al título de ingeniera civil.

Páginas web y plataformas consultadas.

CENRE, Universidad de Chile

<https://www.gestionhidricamapochoalto.cl/documentos/>

Observatorio Georreferenciado de la DGA

<https://snia.mop.gob.cl/observatorio/>

Repositorio CAMELS-CL

<https://camels.cr2.cl/>

Visor Superintendencia de Servicios Sanitarios

<http://sit.siss.cl>

Visor Ambiental comunal, Lo Barnechea

<https://sitmlb.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=9de0343774ca4cbba1e57c6ebdd4769b>

11. Anexos

Anexo 1: Organizaciones entrevistadas

Anexo 2: PPT para reuniones bilaterales con actores

Anexo 3: Pauta entrevistas semiestructuradas reuniones bilaterales

Anexo 4: PPT reunión con líderes territoriales

Anexo 5: Invitación JJVV a participar de reunión ampliada con líderes territoriales

Anexo 6: QuickScan Municipalidad, listado de preguntas

Anexo 7: QuickScan Aguas Andinas, listado de preguntas

Anexo 8: QuickScan Líderes territoriales, listado de preguntas

Anexo 9: Muestra de resultados QuickScan líderes territoriales

Anexo 10: Invitación al Taller n° 1

Anexo 11: Presentaciones utilizada en el Taller n° 1 con muestra de resultados técnicos y sociales.

Anexo 12: Minuta Taller n° 1 y sistematización de la información.