

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

“Actualización Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea”

Julio 2025



818

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Tobar', is positioned above a solid horizontal line.

MARTA EUGENIA TOBAR FERNÁNDEZ
Profesional responsable Estudio de Factibilidad Sanitaria

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	11
1.1	Marco de referencia	11
1.2	Escenarios de escasez hídrica	14
1.3	Gestión del agua	16
2	PROYECCION DE POBLACION Y VIVIENDA	18
3	SERVICIOS SANITARIOS – Aguas Cordillera S.A.	20
3.1	Territorio Operacional	20
3.2	USO DE SUELO AREAS SIN SERVICIOS SANIATRIOS	21
3.3	Infraestructura de Agua Potable	23
3.3.1	Proceso de producción	23
3.3.2	Proceso de distribución	28
3.4	Estimacion de Demanda de Agua Potable	30
3.4.1	Criterios de diseño	30
3.4.2	Proyección de demanda de agua potable	32
3.5	Infraestructura de Aguas servidas	34
3.5.1	Proceso de recolección	34
3.5.2	Proceso de disposición	36
3.6	Proyección de Demanda de Aguas Servidas	37
3.6.1	Estimación de demandas de aguas servidas	37
4	SERVICIOS SANITARIOS – Sacyr Aguas Santiago S.A.	38
4.1	Territorio Operacional	38
4.2	Infraestructura de Agua Potable	38
4.2.1	Proceso de producción	39
4.2.2	Proceso de distribución	42
4.3	Estimacion de Demanda de Agua Potable	44
4.3.1	Criterios de diseño	44
4.3.2	Proyección de demanda de agua potable	47
4.4	Infraestructura de Aguas servidas	48
4.4.1	Proceso de recolección	48
4.4.2	Proceso de disposición	50
4.5	Estimación de Demanda de Aguas Servidas	51
5	SERVICIOS SANITARIOS – Aguas Manquehue S.A.	51
5.1	Territorio Operacional	51
5.2	Infraestructura de Agua Potable	52
5.2.1	Proceso de producción	52
5.2.2	Proceso de distribución	55
5.3	Estimacion de Demanda de Agua Potable	58
5.3.1	Criterios de diseño	58
5.3.2	Proyección de demanda de agua potable	59
5.4	Infraestructura de Aguas servidas	61
5.4.1	Proceso de recolección	61
5.4.2	Proceso de disposición	62
5.5	Estimación de Demanda de Aguas Servidas	62
6	BALANCE OFERTA-DEMANDA – Aguas Cordillera S.A.	63
6.1	Balance Obras de Producción	63
6.1.1	Derechos de aprovechamiento de aguas	63
6.1.2	Fuentes y captaciones	63
6.1.3	Centros de cloración y fluoración	64
6.1.4	Capacidad de elevación en producción – plantas elevadoras e impulsiones	65
6.1.5	Conducciones de producción	66

6.2	Balance Obras de Distribución	67
6.2.1	Volumen de regulación	67
6.2.2	Conducciones de distribución	68
6.2.3	Red de distribución	68
6.2.4	Capacidad de elevación en distribución – plantas elevadoras e impulsiones	69
6.3	Balance Obras de Recolección	71
6.3.1	Capacidad de elevación en recolección – plantas elevadoras e impulsiones	71
6.3.2	Conducciones de recolección	71
6.3.3	Red de colectores	72
7	BALANCE OFERTA-DEMANDA – Sacyr Aguas Santiago S.A.	73
7.1	Balance Oferta – Demanda: Obras de Producción	73
7.1.1	Derechos de aprovechamiento de aguas	73
7.1.2	Fuentes y captaciones	73
7.1.3	Planta de tratamiento de Agua Potable	73
7.1.4	Centros de cloración y fluoración	74
7.1.5	Capacidad de elevación en producción – plantas elevadoras e impulsiones	74
7.1.6	Volumen de regulación	74
7.1.7	Conducciones de distribución	75
7.2	Balance Oferta – Demanda: Obras de Recolección	75
7.2.1	Capacidad de elevación en recolección – plantas elevadoras e impulsiones	75
7.2.2	Conducciones de recolección	76
8	BALANCE OFERTA-DEMANDA – Aguas Manquehue S.A.	77
8.1	Balance Oferta – Demanda: Obras de Producción	77
8.1.1	Derechos de aprovechamiento de aguas	77
8.1.2	Fuentes y captaciones	77
8.1.3	Centros de cloración y fluoración	77
8.1.4	Capacidad de elevación en producción – plantas elevadoras e impulsiones	78
8.1.5	Conducciones de producción	78
8.2	Balance Oferta – Demanda: Obras de Distribución	79
8.2.1	Volumen de regulación	79
8.2.2	Conducciones de distribución	80
8.2.3	Red de distribución	80
8.2.4	Capacidad de elevación en distribución – plantas elevadoras e impulsiones	81
8.3	Balance Oferta – Demanda: Obras de Recolección	82
8.3.1	Capacidad de elevación en recolección – plantas elevadoras e impulsiones	82
8.3.2	Conducciones de recolección	82
8.3.3	Red de recolección	83
9	BALANCE OFERTA-DEMANDA – Aguas Andinas S.A.	84
9.1	Balance Oferta – Demanda: Obras de Disposición	84
10	INVERSIÓN TOTAL ESTIMADA – Sistema de Agua Potable y Aguas Servidas	85
11	EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN	87
11.1	Inundaciones	88
11.2	Flujos de barro y/o detritos	88
11.3	Procesos de ladera	89
12	INFRAESTRUCTURA DE AGUAS LLUVIAS	98
12.1	Criterios generales	98
12.2	Definición de la red primaria	102
12.3	SOLUCIONES ESTRUCTURALES AREA DE ESTUDIO	103
12.4	Definición de fajas de protección a sistema de canales y obras de evacuación y drenaje de aguas lluvias	105
12.5	Justificación de los anchos requeridos para mantención	106
13	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1 "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea"	12
Ilustración 1-2 Subcuenca hidrográfica del área de Lo Barnechea	12
Ilustración 1-3 Cuencas medias del Río Maipo y zona de Lo Barnechea	13
Ilustración 3-1 Ubicación territorio operacional Aguas Cordillera S.A.	20
Ilustración 3-2 Limite urbano PRC Lo Barnechea y territorios operacionales de las empresas sanitarias	22
Ilustración 4-1 Áreas de Concesión Sacyr Aguas Santiago S.A.	38
Ilustración 5-1 Ubicación territorio operacional Aguas Manquehue	52
Ilustración 11-1: Cuencas bajo regulación PRMS.....	90
Ilustración 11-2: Cuencas menores "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea"	92
Ilustración 11-3: Resultados del modelo de inundación para un periodo de retorno de 100 años.	95
Ilustración 12-1 División del área de estudio del Plan Maestro de Aguas Lluvia del Gran Santiago	102

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1-1: Informe Pluviométrico Nacional. Totales al 31 de octubre.	14
Cuadro 1-2: Informe Pluviométrico Nacional. Totales al 31 de octubre.	15
Cuadro 1-3: Informe Pluviométrico Nacional. Totales al 31 de octubre.	15
Cuadro 1-4: Acumulación nival máxima Cuenca del Maipo, Ruta de nieve Laguna Negra	15
Cuadro 2-1: Distribución de población por empresa sanitaria	18
Cuadro 2-2: Población proyectada por empresas sanitarias, comuna de Lo Barnechea	19
Cuadro 2-3: Dotaciones por empresa sanitaria, comuna de Lo Barnechea	19
Cuadro 3-1: Dotaciones por empresa sanitaria, comuna de Lo Barnechea	23
Cuadro 3-1: Fuentes subterráneas y derechos de agua.....	24
Cuadro 3-2: Fuentes superficiales y derechos de agua (enero)	25
Cuadro 3-3: Oferta de agua actual y futura – Mes de Enero	26
Cuadro 3-4: Oferta de agua actual y futura – Mes de Mayo	26
Cuadro 3-5: Plantas Elevadoras de Producción	26
Cuadro 3-6: Impulsiones de producción	27
Cuadro 3-7: Centros de cloración	27
Cuadro 3-8: Centros de fluoración.....	27
Cuadro 3-9: Caudales de producción	28
Cuadro 3-10: Dotación por área geográfica. Año 1	29
Cuadro 3-11: Dotación por área geográfica. Año 5	29
Cuadro 3-12: Volumen de regulación por sector abastecido.....	29
Cuadro 3-13: Coeficientes de Máximo Consumo	31
Cuadro 3-14: Factores de Máximo Consumo	32
Cuadro 3-15: Volumen de incendio mínimo.....	32
Cuadro 3-16: Proyección de demanda de agua potable en el territorio operacional de la empresa Aguas Cordillera, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos	32
Cuadro 3-17: Proyección de demanda volumen de regulación en el territorio operacional de la empresa Aguas Cordillera, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos	33
Cuadro 3-18: Aporte de población Interconexiones de Aguas Servidas.....	34
Cuadro 3-19: Descargas actuales y futuras Etapa de Disposición	34
Cuadro 3-20: Plantas elevadoras de recolección	34
Cuadro 3-21: Conducciones de recolección	35
Cuadro 3-22: Caudal a recolectar por área geográfica (año 1)	36
Cuadro 3-23: Caudal a recolectar por área geográfica (año 5)	36
Cuadro 3-24: Calidad del efluente.	36
Cuadro 3-25: Proyección de demanda de aguas servidas en el territorio operacional de la empresa Aguas Cordillera, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos	37

Cuadro 4-1: Captaciones subterráneas y derechos de agua año 2019.....	39
Cuadro 4-2: Oferta de agua actual y futura de las fuentes	39
Cuadro 4-3: Fuentes y derechos de agua futuras.....	39
Cuadro 4-4: Plantas Elevadoras de Producción	40
Cuadro 4-5: Conducciones de producción sectores Lo Barnechea y Valle Escondido	41
Cuadro 4-6: Centros de cloración	41
Cuadro 4-7: Caudales de producción – Lo Barnechea	42
Cuadro 4-8: Caudales de producción – Valle Escondido.....	42
Cuadro 4-9: Dotación por área geográfica. Año 1, 2020	42
Cuadro 4-10: Dotación por área geográfica. Año 5, 2024	42
Cuadro 4-11: Volumen de regulación	43
Cuadro 4-12: Conducciones de distribución	43
Cuadro 4-13: Coeficientes de Máximo Consumo	45
Cuadro 4-14: Factores de Máximo Consumo	45
Cuadro 4-15: Volumen de incendio mínimo.....	46
Cuadro 4-16: Proyección de demanda de agua potable en el territorio operacional de la empresa Sacyr Aguas Santiago, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos.....	47
Cuadro 4-17: Proyección de demanda volumen de regulación por sector, en el territorio operacional de la empresa Sacyr Aguas Santiago, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos.	47
Cuadro 4-18: Requerimientos de volumen de regulación en el territorio operacional de la empresa Sacyr Aguas Santiago, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos.....	48
Cuadro 4-19: Plantas Elevadoras de Aguas servidas.....	49
Cuadro 4-20: Conducciones de recolección	49
Cuadro 4-21: Caudal a recolectar por área geográfica (año 1)	49
Cuadro 4-22: Caudal a recolectar por área geográfica (año 5)	49
Cuadro 4-23: Calidad del efluente.	50
Cuadro 4-24: Proyección de demanda de aguas servidas en el territorio operacional de la empresa Sacyr Aguas Santiago, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos.....	51
Cuadro 5-1: Fuentes y derechos de agua superficiales (Sistema Los Trapenses).....	53
Cuadro 5-2: Fuentes y derechos de agua subterráneos (Sistema Los Trapenses).....	53
Cuadro 5-3: Oferta de agua actual y futura (Sistema Los Trapenses).....	53
Cuadro 5-4: Plantas Elevadoras de Producción (Sistema Los Trapenses)	54
Cuadro 5-5: Impulsiones de producción (Sistema Los Trapenses)	54
Cuadro 5-6: Caudales de producción – Sistema Los Trapenses.....	55
Cuadro 5-7: Dotación por área geográfica. Año 1, 2020 (Sistema Los Trapenses)	55
Cuadro 5-8: Dotación por área geográfica. Año 5, 2024 (Sistema Los Trapenses)	56
Cuadro 5-9: Volumen de regulación por sector (Sistema Los Trapenses)	56
Cuadro 5-10: Plantas elevadoras de distribución (Sistema Los Trapenses)	56
Cuadro 5-11: Conducciones de distribución	57
Cuadro 5-12: Impulsiones de distribución (Sistema Los Trapenses).....	57
Cuadro 5-13: Coeficientes de Máximo Consumo	58
Cuadro 5-14: Factores de Máximo Consumo	59
Cuadro 5-15: Volumen de incendio mínimo.....	59
Cuadro 5-16: Proyección de demanda de agua potable en el territorio operacional de la empresa Aguas Manquehue. Comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos.	60
Cuadro 5-17: Proyección de demanda de agua potable en el territorio operacional de la empresa Aguas Manquehue, por sector de distribución, comuna de Lo Barnechea.	60
Cuadro 5-18: Proyección de demanda volumen de regulación por sector, en el territorio operacional de la empresa Aguas Manquehue. Comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos.	60
Cuadro 5-19: Puntos de descarga de recolección de Aguas Servidas (Sistema Los Trapenses).....	61
Cuadro 5-20: Conducciones de recolección	61
Cuadro 5-21: Caudal a recolectar por área geográfica - Año 1 (Sistema Los Trapenses)	62

Cuadro 5-22: Caudal a recolectar por área geográfica - Año 5 (Sistema Los Trapenses)	62
Cuadro 5-23: Conducciones de disposición (Sistema Los Trapenses).....	62
Cuadro 5-24: Proyección de demanda de aguas servidas en el territorio operacional de la empresa Aguas Manquehue, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos.....	63
Cuadro 6-1: Balance de derechos de aprovechamiento.....	63
Cuadro 6-2: Balance de fuentes y captaciones	64
Cuadro 6-3: Balance de centros de cloración.....	64
Cuadro 6-4: Balance de centros de fluoración.....	65
Cuadro 6-5: Balance de plantas elevadoras de producción	65
Cuadro 6-6: Balance de impulsiones de producción.....	66
Cuadro 6-7: Balance de conducciones de producción.....	66
Cuadro 6-8: Balance de volumen de regulación escenario proyecto con incentivos	67
Cuadro 6-9: Balance de conducciones de distribución	68
Cuadro 6-10: Balance redes de distribución.....	68
Cuadro 6-11: Balance de plantas elevadoras de distribución	69
Cuadro 6-12: Balance de impulsiones de distribución	70
Cuadro 6-13: Balance de plantas elevadoras de recolección	71
Cuadro 6-14: Balance de impulsiones de recolección	71
Cuadro 6-15: Balance de conducciones de recolección	72
Cuadro 6-16: Balance de conducciones de recolección	72
Cuadro 7-1: Balance de derechos de aprovechamiento.....	73
Cuadro 7-2: Balance de fuentes y captaciones	73
Cuadro 7-3: Balance de Plantas de Tratamiento.....	74
Cuadro 7-4: Balance Centro de cloración y fluoración.....	74
Cuadro 7-5: Balance volumen de regulación en el territorio operacional de la empresa Sacyr Aguas Santiago, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos.....	75
Cuadro 7-6: Balance de plantas elevadoras de recolección.....	75
Cuadro 7-7: Balance de impulsiones de recolección	76
Cuadro 7-8: Balance de conducciones de recolección	76
Cuadro 8-1: Balance de fuentes y captaciones – mes de marzo sistema Los Trapenses.....	77
Cuadro 8-2: Balance de centros de cloración – Sistema Los Trapenses	77
Cuadro 8-3: Balance de centros de fluoración – Sistema Los Trapenses	78
Cuadro 8-4: Balance de plantas elevadoras de producción – Sistema Los Trapenses.....	78
Cuadro 8-5: Balance de impulsiones – Sistema Los Trapenses	78
Cuadro 8-6: Balance de conducciones de producción – Sistema Los Trapenses.....	79
Cuadro 8-7: Proyección de demanda volumen de regulación por sector, en el territorio operacional de la empresa Aguas Manquehue. Comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos.	79
Cuadro 8-8: Balance de conducciones de distribución – Sistema Los Trapenses	80
Cuadro 8-9: Balance de conducciones de distribución – Sistema Los Trapenses	81
Cuadro 8-10: Balance de plantas elevadoras de distribución – Sistema Los Trapenses	81
Cuadro 8-11: Balance de impulsiones – Sistema Los Trapenses	82
Cuadro 8-12: Balance de conducciones de recolección – Sistema Los Trapenses	82
Cuadro 8-13: Balance de conducciones de recolección – Sistema Los Trapenses	83
Cuadro 10-1: Inversión estimada empresa Aguas Cordillera. Comuna de Lo Barnechea.....	85
Cuadro 10-2: Inversión estimada empresa Sacyr Aguas Santiago S.A. Comuna de Lo Barnechea Escenario de crecimiento de población con incentivos.....	85
Cuadro 10-3: Inversión estimada empresa Aguas Manquehue. Comuna de Lo Barnechea	85
Cuadro 10-4: Inversión estimada empresa Aguas Andinas. Comuna de Lo Barnechea.	85
Cuadro 10-5: Inversión total estimada. Comuna de Lo Barnechea	85
Cuadro 11-2: Caudales de crecida estimados para distintos periodos de retorno (menores a 25.000 m ²)	90
Cuadro 11-3: Caudales de crecida (m ³ /s) seleccionados	91
Cuadro 11-4: Caudales de crecida estimados para distintos periodos de retorno.....	93

Cuadro 11-5: Caudal instantáneo de 100 años de periodo de retorno estimadas por el Método Racional.	94
Cuadro 11-6: Caudales de crecidas río Mapocho.....	96
Cuadro 11-7: Capacidad hidráulica de los puentes del río Mapocho.....	96
Cuadro 11-8: Caudales de crecida (m ³ /s).....	96
Cuadro 11-9: Capacidad de los cauces del Grupo II	97
Cuadro 11-10: Caudales de crecida (m ³ /s).....	97
Cuadro 11-11: Capacidad de los cauces del Grupo II	98
Cuadro 12-1: Áreas tributarias de aguas lluvias. Área urbana, comuna de Lo Barnechea	103
Cuadro 12-2: Red primaria de aguas lluvias propuesta, comuna de Lo Barnechea.....	104
Cuadro 11-1: Franjas de restricción para las quebradas de la comuna de lo Barnechea (PRMS).....	106
Cuadro 13-1 Distribución de población por empresa sanitaria, año 2019. Comuna de Lo Barnechea.....	107
Cuadro 13-2 Población proyectada escenario de crecimiento proyectado con incentivo, comuna de Lo Barnechea.....	108
Cuadro 13-3 Cobertura, niveles de pérdida y dotaciones de consumo por empresa sanitaria.....	108
Cuadro 13-4: Inversión total estimada. Comuna de Lo Barnechea	109

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe se realiza conforme al artículo 2.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (en adelante OGUC) que establece la necesidad de incluir el Estudio de Factibilidad Sanitaria como parte de los documentos que conforman la actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea.

El objetivo específico de este estudio es **“determinar los requerimientos en infraestructura relativos a la ampliación de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas Públicos, considerando el crecimiento de población, suponiendo el escenario de proyección de población con incentivos del estudio “Actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea”, en adelante “escenario de crecimiento proyectado con incentivo”.**

En el desarrollo del estudio se describen los servicios sanitarios existentes y se formulan las bases de diseño para definir posteriormente las necesidades de infraestructura y las características técnicas de las obras principales requeridas.

Respecto de la proyección de población se considera la alternativa de escenario de crecimiento proyectado con incentivo, según lo propuesto en el estudio “Actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea” actualmente en desarrollo.

Así también, se presenta un análisis en relación con la disponibilidad de recursos hídricos para cubrir la demanda de agua, requerida para consumo humano por la población asociada a la proyección de población, comparándola siempre con la demanda de la población en el año de previsión de los Planes de Desarrollo de las empresas sanitarias, concesionarias del servicio.

Por otra parte, en este estudio se considera el creciente escenario de escasez hídrica y cambio o variabilidad climática que enfrenta la zona centro norte del país.

Finalmente, se estiman los costos a nivel preliminar al implementar la solución para cubrir la demanda requerida para la población, tanto de los Planes de Desarrollo como los costos adicionales para cubrir la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo propuesto en el estudio Actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea.

1.1 MARCO DE REFERENCIA

Lo Barnechea forma parte de las 32 comunas de la provincia de Santiago en la Región Metropolitana. La comuna se constituye como un sistema urbano de servicios sanitarios, cuya población es abastecida de agua para consumo humano, mayoritariamente por la empresa Aguas Cordillera S.A. (en adelante Aguas Cordillera). El resto de la población es abastecida por las empresas Aguas Manquehue S.A. (en adelante Aguas Manquehue) y Sacyr Aguas Santiago S.A. (en adelante Sacyr Aguas Santiago).

Se sitúa aproximadamente a 22 Km al noreste de la comuna de Santiago. Tiene una superficie de 102.400 hectáreas (Fuente: PLADECO 2022 – 2030 Lo Barnechea, 2022). La altitud media de la comuna es la cota 1.929 msnm. La población según el Censo de 2017 es de 105.833 hab.

De acuerdo a lo indicado en el numeral 2.1 de las Bases Técnicas de Licitación, el área de estudio será acotada a las 4185,05 ha correspondientes al “Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea”, en consideración a que mediante Decreto Alcaldicio N° 537 promulgado el 9 de julio de 2018, fue aprobada modificación N° 9 del Plan Regulador Comunal “Área Urbana Sector Centro Cordillera”, (Farellones, La Parva, El Colorado y Valle Nevado), que en su artículo primero señala “Modificase el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, aprobado por Decreto Alcaldicio N° 1295, de fecha 03.09.2002, publicado en el Diario Oficial con fecha 05.09.2002, y sus

modificaciones posteriores, cuyo ordenamiento se entiende incorporado íntegramente a la presente actualización del PRC”.

Ilustración 1-1 “Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea”

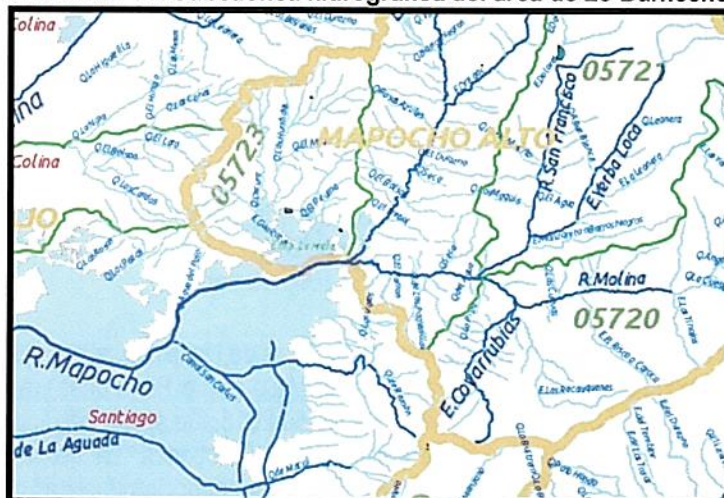


Fuente: Elaboración propia (2021)

En la parte alta de la comuna se encuentra el río San Francisco, ubicado a 3.200 msnm, que bordea la Sierra de San Francisco donde están la minera de Los Bronces y el embalse de relave. Este río recibe al Estero Yerba Loca y al río Molina para formar al río Mapocho. El estero Yerba Loca, se encuentra a unos 3.280 msnm descargando en el río San Francisco. El río Molina que se forma, al igual que el río San Francisco, de los deshielos de los Andes, ubicado a una altura de 3.070 msnm; a su paso bordea al Valle Nevado para terminar descargando en el río San Francisco y formando al río Mapocho.

Estero Arrayán es un curso natural de agua que nace en las Lagunas del Viento en el Cordón de los Españoles, en la zona El Arrayán, fluyendo en sentido norte a sur y cruzando el Santuario de la Naturaleza El Arrayán, donde desemboca en el río Mapocho. El estero posee una estación fluviométrica cuyos promedios indican que al estero está asociado a un régimen claramente nival, registrando caudales máximos en los meses de diciembre para años húmedos y en noviembre para años secos. Otro aumento de su caudal ocurre en el mes de julio, pero de menor magnitud.

Ilustración 1-2 Subcuenca hidrográfica del área de Lo Barnechea



Fuente: Cuenca Alta del río Maipo, 0570 del inventario nacional de cuencas de Chile. Juan Villalobos 2019

de Desarrollo Aguas Manquehue, de octubre 2020, para el periodo 2019 – 2034, aprobados mediante ORD. SISS N° 3792/20 y carta N° 1065/20 de A. Manquehue S.A.; Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A., de Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020, para el periodo 2019 – 2034, aprobados mediante ORD. SISS N° 2140/20 y carta N° 106 de Sacyr Aguas Santiago S.A.; Actualización Planes de Desarrollo Aguas Andinas, de septiembre 2020, para el periodo 2019 – 2034, aprobados mediante ORD. SISS N° 3673/20 y carta N° 36345/20 de A. Andinas S.A.; el DFL N° 70 MOP; Circulares del Banco Interamericano de Desarrollo; y antecedentes entregados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

1.2 ESCENARIOS DE ESCASEZ HÍDRICA

La Región Metropolitana, y particularmente las comunas que forman parte de la cuenca del río Mapocho, vienen enfrentando una situación de intensa y prolongada sequía producto del déficit de precipitaciones de aguas lluvias, lo que impacta fuertemente en la disponibilidad del recurso agua, tanto para las aguas que escurren superficialmente como para los recursos subterráneos, indispensables para satisfacer principalmente el consumo humano, de esta zona. Si bien las últimas lluvias (precipitadas principalmente en los meses de junio y julio del año 2022) han disminuido el déficit que se ha mantenido por varias temporadas, la disponibilidad de las aguas superficiales y principalmente las subterráneas constituyen aún un recurso insuficiente para la demanda de consumo humano de las distintas cuencas hidrológicas.

La mencionada sequía ha afectado principalmente la cuenca hidrológica del río Mapocho, lo que impacta en forma directa a los recursos hídricos de los cuales disponen las empresas sanitarias que abastecen a la comuna en estudio.

Por otra parte, las primeras semanas de octubre de cada año, la Dirección General de Aguas (en adelante DGA) emite el pronóstico de caudales para la temporada entre septiembre y marzo del año siguiente, lo que permite anticiparse en las gestiones y acciones que se requieren para realizar un uso sustentable del recurso con el cual se contará. El pronóstico indicado hace una estimación del volumen de caudales para la presente temporada de deshielo y un análisis comparativo respecto de los promedios históricos.

A continuación, se muestran los cuadros 1.1, 1.2 y 1.3 con la pluviometría de la Región Metropolitana en las estaciones de interés, desde el año 2016 a la fecha:

**Cuadro 1-1: Informe Pluviométrico Nacional. Totales al 31 de octubre.
Estación Embalse El Yeso. Comuna de San José de Maipo**

Año	Octubre	Pluviometría (mm)	Promedio 1981-2010 (mm)	Exceso o Déficit %
2016	27.2	393.6	657.2	-40
2017	23.0	323.9	657.2	-51
2018	6,0	234,2	657.2	-64
2019	7.4	111.9	657.2	-83
2020	2,0	267,7	583,8	-54
2021	0,0	264,4	555,1	-52

Fuente: Extracto Informe Pronostico Caudales, Dirección General de Aguas, MOP.
Valores expresados en milímetros (1 mm = 1 l x m2)

**Cuadro 1-2: Informe Pluviométrico Nacional. Totales al 31 de octubre.
Estación Cerro Calán. Comuna de Las Condes**

Año	Octubre	Pluviometría (mm)	Promedio 1981-2010 (mm)	Exceso o Déficit %
2016	25.8	314.0	427.9	-27
2017	31.9	340.6	427.9	-20
2018	1,7	164,6	427,9	-62
2019	1.5	85.5	427.9	-80
2020	20,5	202,1	363.2	-44
2021	1,3	181,1	358.6	-49

Fuente: Extracto Informe Pronostico Caudales, Dirección General de Aguas, MOP.
Valores expresados en milímetros (1 mm = 1 l x m²)

**Cuadro 1-3: Informe Pluviométrico Nacional. Totales al 31 de octubre.
Estación Santiago (MOP). Comuna de Santiago**

Año	Octubre	Pluviometría (mm)	Promedio 1981-2010 (mm)	Exceso o Déficit %
2016	12.9	240.4	339.5	-29
2017	40.0	339.4	339.5	0
2018	0,5	137,2	339,5	-60
2019	0.0	74.1	339.5	-78
2020	6,2	142,9	297.8	-52
2021	1,4	83,0	285.8	-71

Fuente: Extracto Informe Pronostico Caudales, Dirección General de Aguas, MOP.
Valores expresados en milímetros (1 mm = 1 l x m²)

De los cuadros anteriores, se observa cómo el comportamiento ha sido sostenido en el tiempo, pero aún no se cuenta con un patrón que permita proyectar escenarios, pudiendo inferir que esta situación se mantendrá en los próximos años fundamentado en el cambio o variabilidad climática imperante.

En el cuadro 1.4 se muestra la acumulación de nieve máxima promedio de la temporada 2021 y el déficit respecto de la acumulación máxima promedio y el pronóstico de caudales para la temporada 2020-2021 en la Región Metropolitana.

**Cuadro 1-4: Acumulación nival máxima Cuenca del Maipo, Ruta de nieve Laguna Negra
(Milímetros equivalentes en agua)**

Año	Acumulación [mm]	Acum. Máxima Promedio [mm]	Déficit o Superávit
			%
2016	240	533	-55
2017	220	533	-59
2018	179	533	-66
2019	180	533	-66
2020	300	533	-44

Año	Acumulación [mm]	Acum. Máxima Promedio [mm]	Déficit o Superávit
			%
2021	172	477	-64

Fuente: Extracto Informe Pronósticos de Caudales de deshielo Temporada de Riego 2021-2022, de la Dirección General de Aguas

De lo señalado, las lluvias y nieves registradas permiten indicar que los volúmenes de deshielo y los caudales medios mensuales, desde el año 2016 a la fecha, presentan una condición deficitaria respecto de los promedios.

Atendida la gravedad del déficit de precipitaciones de aguas lluvia y nieve, impone condiciones de extrema sequía en varias de las comunas del Gran Santiago, incluida la comuna de Lo Barnechea. Es por ello que el Ministerio de Obras Públicas a través de la Dirección General de Aguas, ha dictado decretos de emergencias por escasez hídrica, a solicitud de la autoridad correspondiente de la Región Metropolitana. Dichos instrumentos dictan medidas de excepción tendientes a garantizar el uso del agua para consumo humano, saneamiento o el uso doméstico de subsistencia, en conformidad a lo dispuesto en el inciso 2° del artículo 5 bis del Código de Agua.

Los decretos de emergencia, no habiendo acuerdo entre los usuarios para redistribuir las aguas, facultan a la DGA para distribuir las aguas disponibles en las fuentes naturales, con el objeto de reducir al mínimo los daños generales derivados de la sequía. Los decretos dictados a la fecha, que declaran zona de escasez hídrica a las comunas de Lo Barnechea, Vitacura y Las Condes de la Región Metropolitana, son los siguientes:

- Decreto MOP N° 124 de 17-10-2019
- Decreto MOP N° 58 de 20-04-2020
- Decreto MOP N° 125 de 21-10-2020
- Decreto MOP N° 126 de 05-07-2021
- Decreto MOP N° 5 de 05-01-2022
- Decreto MOP N° 108 de 06-07-2022

Por otro lado, desde el 2016 a la fecha, las proyecciones de las variables climáticas asociadas, a disponer con el recurso agua en la zona centro norte del país y en lo particular en la Región Metropolitana, han estado condicionadas por un alza en la temperatura y una disminución en las precipitaciones. Estos cambios tienen repercusión directa sobre la mayor disponibilidad de agua tanto superficial como subterránea.

En base a lo anterior, se reconoce la necesidad de adoptar e implementar medidas para abordar la escasez de forma planificada. En este escenario resulta fundamental que las empresas sanitarias que abastecen a la comuna propongan hacer frente a este fenómeno, desde los ámbitos de la adaptación y mitigación, para disminuir las consecuencias negativas del cambio climático.

1.3 GESTIÓN DEL AGUA

Tanto las empresas de Servicios Sanitarios que proveen actualmente los servicios de agua potable y alcantarillado de aguas servidas, como los nuevos concesionarios, en el caso que estos se incorporen, deberían implementar algunas acciones en forma permanente, que permitan realizar un uso eficiente del recurso hídrico, así como adaptarse y mitigar los efectos que los consumos sostenidos y crecientes provocan en su disponibilidad, entre otros:

- ✓ Estudios sobre medición y control de pérdidas.
- ✓ Detección de sectores de mayor probabilidad de fuga de agua desde la red de distribución.

- ✓ Estudio de eficiencia de la micromedición
- ✓ Estudio de la modulación de los consumos
- ✓ Análisis de roturas en la red
- ✓ Gestión a nivel de cuenca con los distintos usuarios del agua
- ✓ Estudios respecto de un uso eficiente del agua
- ✓ Campañas de ahorro de consumo de parte de los usuarios
- ✓ Proponer consumos básicos mínimos en situación de crisis hídrica
- ✓ Proponer ahorro de consumo en situación de mayores disponibilidades del recurso hídrico
- ✓ Estimar el escenario de crecimiento proyectado con incentivo de su territorio operacional respecto de la disponibilidad hídrica, tanto superficial como subterránea, considerando distintos escenarios de consumo.

2 PROYECCION DE POBLACION Y VIVIENDA

La factibilidad de servicios para las áreas delimitadas por los instrumentos de planificación debe considerar los requerimientos para satisfacer las necesidades del crecimiento esperado de la población, así como su distribución espacial. En este sentido interesa determinar cuál es la población esperada en el área propuesta, y a partir de las bases de diseño definidas en los Planes de Desarrollo de las empresas sanitarias involucradas, determinar las demandas de agua e infraestructura para dotarla de servicios sanitarios.

De acuerdo con las estimaciones realizadas en los capítulos precedentes del estudio de Actualización Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, se establece una población base de 111.966 habitantes distribuidos en 29.095 viviendas al año 2019.

En el caso de la propuesta de proyecto se estima una población adicional equivalente a 33.068 habitantes en el escenario sin incentivos y de 86.606 hab en el escenario con incentivos, lo que implica una población total de 145.034 habitantes distribuidos en 37.688 viviendas en el primer escenario y de 198.572 hab y 51.600 viviendas en el segundo escenario.

Importa señalar que, tanto para el escenario base como para los escenarios proyectados con y sin incentivos, se consideró una densidad de 3,8 hab/viv. Dicha relación habitante por vivienda, no tiene aplicación normativa a efectos de lo establecido en el art. 2.2.5 de la OGUC.

Actualmente, la comuna cuenta con tres empresas sanitarias que prestan el servicio de agua potable y cuatro empresas concesionarias que prestan el servicio de alcantarillado de aguas servidas, que sirven a la totalidad de la población de la comuna.

Para las estimaciones de la infraestructura y las inversiones se requiere conocer la distribución de población por empresa y el crecimiento esperado.

El modelo utilizado para determinar la población de la comuna de Lo Barnechea que sirve la empresa Aguas Cordillera, se realizó restándole a la población base propuesta en el estudio de Actualización del Plan Regulador, la población del año base 2019, de los Planes de Desarrollo de las empresas Sacyr Aguas Santiago y Aguas Manquehue, toda vez que la Actualización Plan de Desarrollo de la empresa Aguas Cordillera considera la población de las tres comunas, denominado Sistema Las Condes-Vitacura-Lo Barnechea,

El estudio de Actualización Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, establece una población base de 111.966 habitantes en el año 2019. El cuadro siguiente muestra la distribución de población del año base, año 2019, para cada empresa sanitaria.

Cuadro 2-1: Distribución de población por empresa sanitaria

Fuente	Distribución de población por empresa sanitaria (hab)			Población total (hab)
	Aguas Cordillera ¹	Sacyr Aguas Santiago	Aguas Manquehue	
Planes de Desarrollo (2019)	82.711	11.349 ²	17.906 ³	111.966

¹ Corresponde solo a la población del área concesionada en la comuna de Lo Barnechea

² Considera la población del sector Lo Barnechea 10.822 hab y de Valle Escondido equivalente a 527 hab, ambas en el año base 2019.

³ Considera la población del T.O., ampliación Los Litres, Los Litres Lote B y clientes 52 Bis

En el caso del sistema de recolección, tratamiento y disposición, las empresas sanitarias señaladas solo consideran las etapas de recolección, correspondiendo a la empresa Aguas Andinas el tratamiento y disposición final de casi la totalidad de las aguas servidas de la comuna. Constituyen la excepción, la empresa Aguas Manquehue que trata las aguas servidas del sector Los Trapenses; y el sector Mapocho donde se descarga el resto de las aguas servidas de la comuna

Por lo anterior, es importante señalar que la población total que sirve la empresa Agua Andinas en el proceso de tratamiento y disposición, del sector denominado Mapocho, al año 2019 es de 1.185.540 hab, y recibe un total de 94.060 hab de la comuna de Lo Barnechea. La incidencia de la población de la comuna de Lo Barnechea respecto de la población que sirve la empresa Aguas Andinas es de un 8%.

Para estimar la proyección de población para cada empresa sanitaria, se utiliza la proyección de población utilizada en la Actualización Plan de Desarrollo respectivo, hasta el año de modelación (año 2034). Finalmente, se amplifica el valor agregado para obtener el valor de crecimiento poblacional de la alternativa seleccionada, manteniendo la proporción de población de cada empresa sobre el total. En el cuadro siguiente se muestra la proyección de población de cada empresa sanitaria de acuerdo con la propuesta, la cual servirá para fundamentar el estudio de factibilidad.

Cuadro 2-2: Población proyectada por empresas sanitarias, comuna de Lo Barnechea

Escenario	Población por empresa sanitaria (hab.)			Población total (hab.)
	Aguas Cordillera (1)	Sacyr Aguas Santiago	Aguas Manquehue	
Planes de Desarrollo (2034)	94.219	17.890	22.462	134.571
Proyectado (con incentivos)	139.855	25.547	33.170	198.572

(1) Estimado en función de la población base y estimaciones de crecimiento de las empresas sanitarias.

Fuente: Elaboración propia a partir de Actualización Planes de Desarrollo

Las dotaciones adoptadas para el análisis corresponden a las dotaciones establecidas por cada empresa sanitaria al año 15 de modelación. El siguiente cuadro presenta las dotaciones de consumo y producción de agua potable, y saneada de aguas servidas para cada empresa sanitaria. El cálculo y estimación de dotaciones para la propuesta seleccionada se detalla en los capítulos siguientes.

Cuadro 2-3: Dotaciones por empresa sanitaria, comuna de Lo Barnechea

Escenario	Dotaciones Aguas Cordillera			Dotaciones Aguas Manquehue			Dotaciones Sacyr (1) Aguas Santiago S.A.		
	(l/hab/día)			(l/hab/día)			(l/hab/día)		
	Consumo AP	Producción AP	Saneada AS	Consumo AP	Producción AP	Saneada AS	Consumo AP	Producción AP	Saneada AS
Plan de Desarrollo año 1	440,5	530,1	440,4	883,4	1.018,7	877,0	526,1	653,5	448,0
Plan de Desarrollo año 15	409,5	492,9	409,0	821,4	947,2	816,0	501,2	622,6	453,4
Proyectado (con incentivos) (2)	389,0	468,3	388,6	821,4	947,2	816,0	501,2	622,6	453,4

Fuente: Elaboración propia a partir de Actualización Planes de Desarrollo.

- (1) Se calcula la dotación de consumo, producción y saneada, ponderada, respecto de la población de los sectores Lo Barnechea y Valle Escondido.
- (2) Para la estimación de caudales de la comuna de lo Barnechea en el sistema Las Condes – Vitacura – Lo Barnechea, en la situación propuesta, se considera como representativa una dotación equivalente a un 95% de la dotación promedio del sistema.

3 SERVICIOS SANITARIOS – Aguas Cordillera S.A.

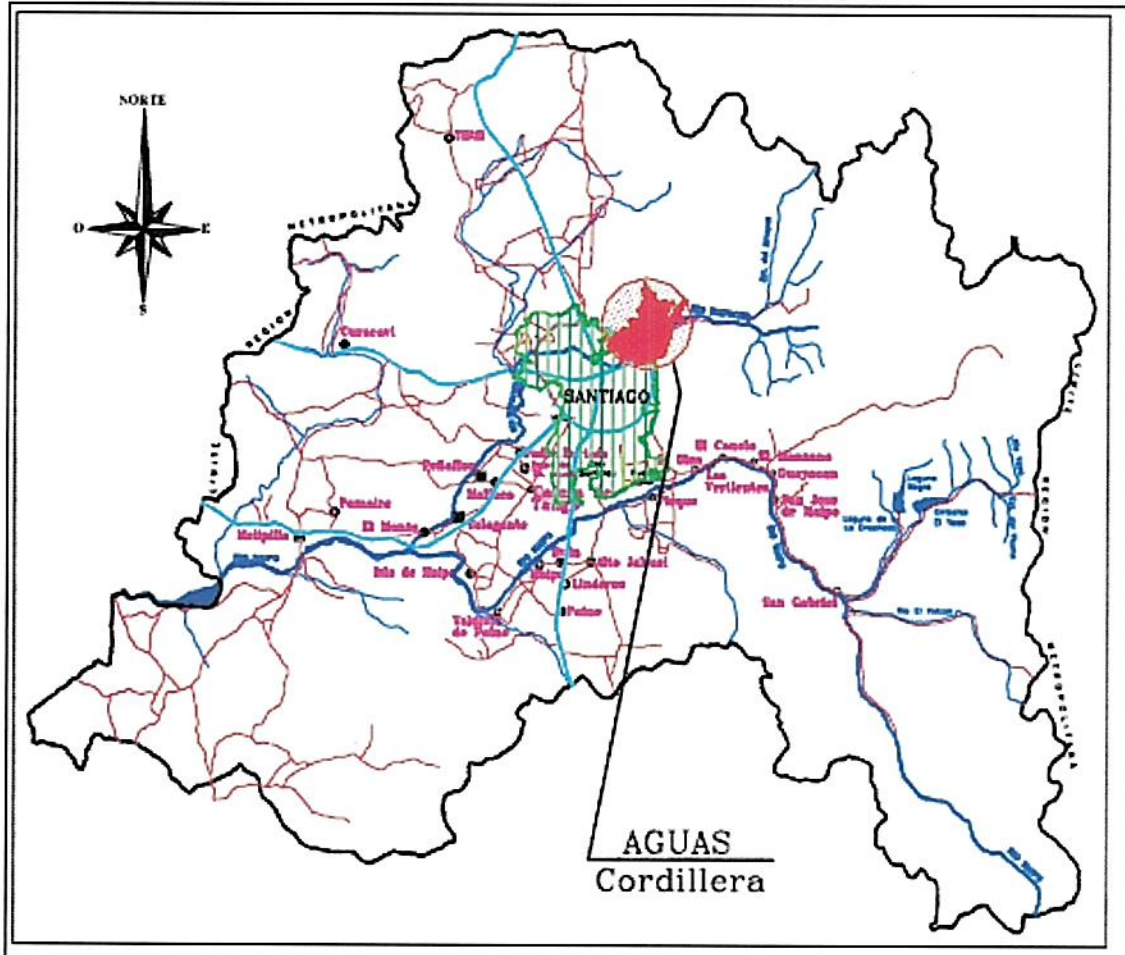
Aguas Cordillera S.A. es concesionaria de los servicios públicos de producción y distribución de agua potable, y de recolección de aguas servidas de las comunas ubicadas al nor-oriente del Gran Santiago, Región Metropolitana. Más específicamente, el territorio operacional de Aguas Cordillera abarca gran parte de las comunas de Vitacura, Lo Barnechea y Las Condes.

El sistema de recolección incorpora interconexiones con las empresas Aguas Manquehue S.A. y Sacyr Aguas Santiago S.A. Las aguas servidas de Aguas Cordillera son traspasadas a la red de recolección de Aguas Andinas S.A., la cual se encarga del proceso de tratamiento y disposición.

3.1 TERRITORIO OPERACIONAL

La Actualización del Plan de Desarrollo de la empresa sanitaria considera una superficie operacional de 7.747 hectáreas con una población base de 423.798 habitantes al año 2019 para el Sistema Las Condes-Vitacura-Lo Barnechea. Se estima que, del total del Sistema, **82.711 habitantes corresponden a la población atendida por la empresa en la comuna de Lo Barnechea**, equivalentes al 19,5%. La siguiente ilustración indica de manera esquemática la ubicación del territorio operacional de Aguas Cordillera.

Ilustración 3-1 Ubicación territorio operacional Aguas Cordillera S.A.

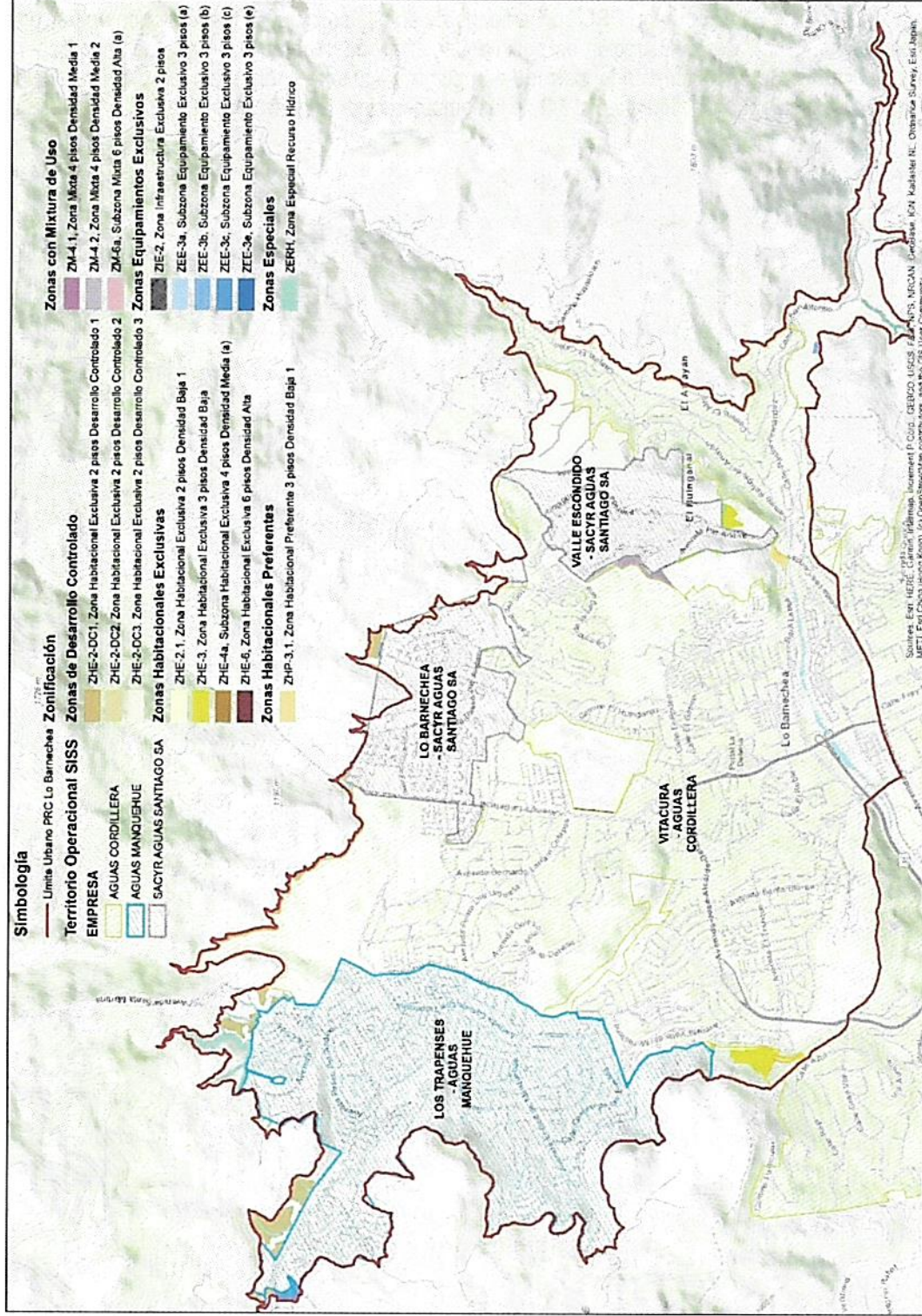


Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

3.2 USO DE SUELO AREAS SIN SERVICIOS SANIATRIOS

La comuna cuenta con tres empresas concesionarias que prestan los servicios sanitarios en diferentes etapas sin embargo sus territorios operacionales no cubren la totalidad del límite urbano vigente. Al respecto se presenta la ilustración "Limite urbano PRC Lo Bamechea y en ella se incluyen los territorios operacionales de las empresas sanitaria". De la ilustración es posible identificar las zonas que no cuentan con cobertura de servicios sanitarios. Se complementa lo indicado con cuadro siguiente que señala los usos de suelo de las zonas que no se encuentran incluidos en el TO de las empresas indicando la superficie en (Ha) que la define.

Ilustración 3-2 Limite urbano PRC Lo Barnechea y territorios operacionales de las empresas sanitarias



Fuente: Elaboración propia. Habitterra Ltda

Cuadro 3-1: Dotaciones por empresa sanitaria, comuna de Lo Barnechea

USOS DE SUELO AREAS SIN COBERTURA DE EMPRESAS SANITARIAS	AREA (Ha)
Áreas Verdes Complementarias	65
Avenidas Parques: Parque Estero El Arrayán	0
AVEP, Área Verde Existente Pública	3
AVN1, Área Verde Nueva 1	103
AVN2, Área Verde Nueva 2	2
Cerros Islas	59
Parques Metropolitanos: Parque del Río Mapocho	26
Parques Quebradas	11
ZEE-3a, Subzona Equipamiento Exclusivo 3 pisos (a)	0
ZEE-3b, Subzona Equipamiento Exclusivo 3 pisos (b)	1
ZEE-3c, Subzona Equipamiento Exclusivo 3 pisos (c)	4
ZEE-3e, Subzona Equipamiento Exclusivo 3 pisos (e)	0
ZERH, Zona Especial Recurso Hídrico	29
ZHE-2.1, Zona Habitacional Exclusiva 2 pisos Densidad Baja 1	17
ZHE-2-DC1, Zona Habitacional Exclusiva 2 pisos Desarrollo Controlado 1	36
ZHE-2-DC2, Zona Habitacional Exclusiva 2 pisos Desarrollo Controlado 2	2
ZHE-2-DC3, Zona Habitacional Exclusiva 2 pisos Desarrollo Controlado 3	130
ZHE-3, Zona Habitacional Exclusiva 3 pisos Densidad Baja	14
ZHE-4a, Subzona Habitacional Exclusiva 4 pisos Densidad Media (a)	0
ZHE-6, Zona Habitacional Exclusiva 6 pisos Densidad Alta	1
ZHP-3.1, Zona Habitacional Preferente 3 pisos Densidad Baja 1	3
ZIE-2, Zona Infraestructura Exclusiva 2 pisos	0
ZM-4.1, Zona Mixta 4 pisos Densidad Media 1	5
ZM-4.2, Zona Mixta 4 pisos Densidad Media 2	1
ZM-6a, Subzona Mixta 6 pisos Densidad Alta (a)	0
Total general (Ha)	512

Fuente: Elaboración propia Habiterra Ltda. A partir de los antecedentes del PRC Lo Barnechea

3.3 INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE

A continuación, se describen y caracterizan los procesos principales que componen el sistema de agua potable.

3.3.1 Proceso de producción

a) Fuentes y derechos de agua

El agua potable de la empresa sanitaria Aguas Cordillera se obtiene a partir de fuentes superficiales y subterráneas.

Cuenta con 4 puntos de captación a partir del río Mapocho, dos a partir del estero Arrayán y un punto de captación del río Maipo, con capacidad de explotación en enero con un 90% de probabilidad de excedencia, de 3.196 l/s asociado a 3.999 l/s en derechos constituidos y/o en uso. Adicionalmente, cuenta con un total de 55 fuentes subterráneas con capacidad de producción de 2.162 l/s con un caudal total de explotación de 1.434 l/s.

Cuadro 3-2: Fuentes subterráneas y derechos de agua

Nombre	Fuente	Caudal explotación (l/s)	Caudal Derechos de agua [l/s]
BARNECHEA-4	Acuífero Lo Barnechea	80	80
72121003 BARNECHEA-5	Acuífero Lo Barnechea	80	80
DREN LO CURRO	Acuífero Lo Barnechea	0	8
2002 LLAVERIA-1	Acuífero Vitacura	0	0
72121008 LO GALLO-3	Acuífero Vitacura	0	0
72121009 LO GALLO-4	Acuífero Vitacura	0	0
72121010 LO MATTA-7	Acuífero Vitacura	30	30
72121011 LO MATTA-8	Acuífero Vitacura	50	50
72121014 PREDECANTADORES-11	Acuífero Lo Barnechea	50	63
72121015 PUENTE NUEVO-3	Acuífero Lo Barnechea	60	60
72121016 RAUL LABBE-3	Acuífero (Limite Lo Barnechea Las Gualtatas)	73	80
72121017 RAUL LABBE-4	Acuífero (Limite Lo Barnechea Las Gualtatas)	59	59
72121018 ROSA ELENA KENNEDY-11	Acuífero Vitacura	35	35
72121019 ROSA ELENA KENNEDY-12	Acuífero Vitacura	0	40
72121020 SAN ANTONIO-13	Acuífero Lo Barnechea	0	18
72121021 SAN ANTONIO-14	Acuífero Lo Barnechea	30	30
72121022 SAN ANTONIO-16	Acuífero Lo Barnechea	60	60
72121023 SAN FRANCISCO-10	Acuífero Lo Barnechea	0	68,5
72121024 SAN FRANCISCO-9	Acuífero Lo Barnechea	0	7,1
TABANCURA-2	Acuífero (Limite Lo Barnechea Vitacura)	20	45
72121028 VESPUCIO ESPOZ	Acuífero Vitacura	0	0
72121029 VESPUCIO HUALTATAS	Acuífero Vitacura	0	0
72121031 VILLA LOS ESTANQUES	Acuífero Vitacura	60	94
72121032 VITACURA-1	Acuífero Vitacura	30	60
72121035 PREDECANTADORES-12	Acuífero Lo Barnechea	58,5	58,5
72121036 PUENTE SAN ANTONIO	Acuífero Lo Barnechea	54	54
72121038 VITACURA-2	Acuífero Vitacura	30	42
72121039 CAMPANARIO	Acuífero (Limite Lo Barnechea Vitacura)	60	70
72121027 VESPUCIO AGUIRRE	Acuífero Vitacura	0	0
72121037 VALLE CORDILLERA	Acuífero Las Gualtatas	0	29
2097 KENNEDY VESPUCIO	Acuífero Vitacura	0	0
72121030 VESPUCIO RIESCO	Acuífero Vitacura	0	0
72121013 PREDECANTADORES-10	Acuífero (Limite Lo Barnechea Vitacura)	50	70
72121025 TABANCURA-1	Acuífero Lo Barnechea	0	30
2055 SAN FRANCISCO-8	Acuífero Lo Barnechea	0	0
2052 SAN FRANCISCO-5	Acuífero Lo Barnechea	0	20
72121033 LA DEHESA	Acuífero Las Gualtatas	0	3
72121012 LOS NOGALES-2	Acuífero Las Gualtatas	15	20
2096 KENNEDY MANQUEHUE	Acuífero Vitacura	0	0

Nombre	Fuente	Caudal explotación (l/s)	Caudal Derechos de agua (l/s)
BARNECHEA-2	Acuífero Lo Barnechea	0	1,7
57121046 BARNECHEA-3	Acuífero Lo Barnechea	0	10
2102 LUIS CARRERA	Acuífero Vitacura	0	11,7
2042 LAS HUALTATAS-5	Acuífero Las Gualtatas	0	40
72121006 LAS HUALTATAS-7	Acuífero Las Gualtatas	20	20
72121040 LOS NOGALES-3	Acuífero Las Gualtatas	12	12
72121043 SAN ANTONIO-19	Acuífero Lo Barnechea	45	49
72121034 LO GALLO-5	Acuífero Vitacura	30	84
72121044 LO GALLO-6	Acuífero Vitacura	50	90
72121045 LO GALLO-7	Acuífero Vitacura	40	55
PUEBLO NUEVO-4	Acuífero Lo Barnechea	49,7	49,7
2027 ABADIA	Acuífero Vitacura	0	0
2169 PREDECANTADORES-13	Acuífero Lo Barnechea	35	35
2164 VESPUCIO/AGUIRRE 2	Acuífero Vitacura	100	100
2165 VESPUCIO/BROWN	Acuífero Vitacura	68	120
2166 VESPUCIO/CANDELARIA	Acuífero Vitacura	0	120
Total		1.434,2	2.162,2

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

Cuadro 3-3: Fuentes superficiales y derechos de agua (enero)

Nombre	Punto Captación	Caudal explotación (l/s)	Caudal Derechos de agua (l/s)
Rio Mapocho	Bocatoma San Enrique	1.536	1.586
	Bocatoma Lo Gallo		
	Bocatoma Canal El Bollo		
	Bocatoma Canal El Bollo		100
Estero Arrayan	Bocatoma Arrayán – Canal La Poza	190	219
	Embalse La Dehesa	170	170
Rio Maipo	Captación desde Canal las Perdices a PTAP Padre Hurtado	1.300	2.024
Total		3.196	3.999

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

b) Oferta actual y futura de las fuentes

A continuación, se indican los caudales de oferta actual y futura para los meses de enero y mayo, indicados por la empresa sanitaria como los periodos más críticos a nivel de producción de agua potable. Los caudales (Q) de explotación y de derechos de agua corresponden a la oferta total de agua para consumo humano de la empresa sanitaria:

Cuadro 3-4: Oferta de agua actual y futura – Mes de Enero

Año		Q explotación (l/s)	Q derechos de agua (l/s)
1	2020	4.630	6.161
5	2024	4.950	6.161
15	2034	4.950	6.161

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

Cuadro 3-5: Oferta de agua actual y futura – Mes de Mayo

Año		Q explotación (l/s)	Q derechos de agua (l/s)
1	2020	2.835	4.309
5	2024	3.155	4.309
15	2034	3.155	4.309

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

De acuerdo a lo indicado en el Plan de Desarrollo de la empresa Aguas Manquehue SA., a partir del año 2027 se suplirá el déficit de demanda, que dicha empresa tendrá en el sector Los Trapenses, desde la interconexión con el territorio operacional de la empresa Aguas Cordillera. Los costos asociados al aumento de la capacidad de las fuentes se consideran en la inversión de Aguas Cordillera.

c) Estanques de producción

La empresa sanitaria cuenta con 5 estanques de regulación en la etapa de producción los que permiten mantener una reserva de agua para abastecer el sistema.

d) Plantas elevadoras de producción

La empresa sanitaria cuenta con diez plantas elevadoras de producción, con una capacidad total de 4.105 l/s.

Cuadro 3-6: Plantas Elevadoras de Producción

Planta Elevadora	Capacidad [l/s]
Sendero I	371
Sendero II	110
Padre Hurtado - Lo Gallo	1.200
Las Flores	300
Padre Hurtado - Dominicos	400
Lomas de la Villa	184
San Enrique	560
San Antonio	650
Montecasino	75
Punta del Este	255
Sendero II	371

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

e) Plantas de tratamiento de agua potable

El sistema de agua potable de aguas cordillera cuenta con 9 plantas de tratamiento.

f) Conducciones de producción

La etapa de producción cuenta con 70,9 km de tuberías de conducción. El siguiente cuadro presenta las impulsiones de producción del sistema de agua potable.

Cuadro 3-7: Impulsiones de producción

Impulsión	Capacidad [l/s]
Sendero I	384
Sendero II	177
Padre Hurtado - Lo Gallo	2.262
Las Flores	565
Padre Hurtado - Dominicos	565
Lomas de la Villa	251
San Enrique	565
San Antonio	1.571
Montecasino	251
Punta del Este	264

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

g) Centros de Cloración

La empresa sanitaria Aguas Cordillera cuenta con 16 centros de cloración de agua potable.

Cuadro 3-8: Centros de cloración

Centro de cloración	Capacidad de cloración [l/s]
San Enrique	500
Arrayan	250
La Dehesa	350
Lo Gallo	800
Vitacura	200
Barnechea	170
Lo Gallo IV	100
Pre-decantadores	1.200
Vespucio/Aguirre 2	100
Vespucio/Brown	120
Vespucio/Candelaria	120
Rosa Elena Kennedy	220
Padre Hurtado	1.300
San Antonio	800
El Sendero	250
Montecasino	180
Total	6.660

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

h) Centros de fluoración

La empresa sanitaria Aguas Cordillera cuenta con 18 centros de fluoración de agua potable.

Cuadro 3-9: Centros de fluoración

Centro de fluoración	Capacidad de cloración [l/s]
San Enrique	500
Arrayan	250
La Dehesa	350
Lo Gallo	800
Barnechea	170
Lo Gallo IV	100
Predecantadores	238

Raúl Labbé	139
Vespucio/Aguirre 2	100
Vespucio/Brown	120
Vespucio/Candelaria	120
Rosa Elena Kennedy	220
Padre Hurtado	1.300
Los Nogales	55
Vitacura	220
San Antonio	800
El Sendero	250
Montecasino	180
Total	5.912

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

i) Macromedidores y grupos electrógenos

La empresa cuenta con 88 macromedidores y 8 grupos electrógenos.

j) Reductoros de presión

La empresa no cuenta con estaciones reductoras de presión para la etapa de producción.

k) Calidad de las aguas

De acuerdo con Actualización Planes de Desarrollo de la empresa sanitaria, los principales contaminantes en las fuentes que abastecen el sistema son la turbiedad de las fuentes superficiales y el arsénico presente en gran parte de los sondajes y en algunas fuentes superficiales.

Todas las plantas de tratamiento de aguas superficiales tienen una capacidad de abatimiento de la turbiedad menor a 3.000 UNT del 100%, a excepción de la planta San Enrique y la Planta Arrayan que cuentan con esta capacidad solo para turbiedad inferior a 500 UNT.

El arsénico es removido en parte por procesos de coagulación en aguas superficiales donde se encuentra en gran medida en estado de suspensión y por procesos de dilución para las aguas provenientes de aguas subterráneas con las aguas provenientes de Plantas de Tratamiento, balanceando la concentración total de arsénico.

l) Caudales de producción

Los caudales de producción proyectados por la empresa sanitaria para el sistema son:

Cuadro 3-10: Caudales de producción

Caudal [l/s]	Año 1	Año 5	Año 15
Medio Anual	2.612	2.649	2.737
Máximo diario	3.709	3.762	3.886

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

3.3.2 Proceso de distribución

a) Dotación por área geográfica

La empresa sanitaria propone un nivel de atención creciente. En los siguientes cuadros se indican los niveles de atención para el sistema en el año 1 y el año 5.

Cuadro 3-11: Dotación por área geográfica. Año 1

Sector año 2020	Superficie (ha)	Población (hab.)	Nivel de atención (l/hab/d)	Vol. Med. mes por cliente (m ³ /cliente/mes)
Aguas Cordillera	7.747	428.113	438	41,4
Total	7.747	428.113	-	-

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

Cuadro 3-12: Dotación por área geográfica. Año 5

Sector año 2024	Superficie (ha)	Población (hab.)	Nivel de atención (l/hab/d)	Vol. Med. mes por cliente (m ³ /cliente/mes)
Aguas Cordillera	7.747	444.231	428	38,6
Total	7.747	444.231	-	-

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

b) Estanques de distribución

El territorio operacional de la empresa sanitaria se divide en 53 sectores de distribución, con 57 estanques de regulación. El sistema cuenta en el año 2019, con 60 puntos de entrega para distribución, con un volumen total de 103.995 m³. De ellos 30.990 m³ asociados a 16 puntos de distribución, corresponden a la comuna de Lo Barnechea.

La Actualización Plan de Desarrollo propone incorporar cinco estanques de producción de los cuales 3 de ellos corresponden a la comuna de Lo Barnechea, adicionando un volumen de 32.500 m³.

Cuadro 3-13: Volumen de regulación por sector abastecido

Nombre de estanque (s)	Volumen [m ³]
Barnechea 1-4, Arrayan, El Cristo	4.440
San Enrique, Quinchamalí 1-2	6.500
San Carlos 1-2	5.000
San Carlos Centro	5.000
Los Piques, Sendero, Alba 1, Alba 2, Andes 1	6.685
Montecasino 1-2	4.200
El Mirador	2.000
Lomas de La Villa	3.000
Calán 1-3, San Antonio	9.250
Punta del Este, Rosa Elena, Padre Hurtado	18.050
Elevador Lo Gallo, Vitacura, Aromo Alto, Padre Hurtado	4.700
San Luis	400
Lo Recabarren, Enterrado Lo Gallo, Los Aromos Bajo, Padre Hurtado	8.600
Principal Lo Curro, Vía Azul, Club de Tiro	1.270
Almendro	350
Vía Gris	300
Milico	250
Milico 2	250
Santa Teresa 1	1.000
Santa Teresa 2	1.200
Parque del Sol 1-2	2.250
Parque del Sol 3	1.200
Lomas del Huinganal	1.000
El Zorro, La Dehesa, Nuevo La Dehesa	17.100

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

Las conducciones de distribución alcanzan una longitud de 68,7 Km. La red de distribución tiene una longitud total de 1.078 Km y está constituida principalmente en un 53% de cemento asbesto, un 38% de HDPE y un 5% de PVC.

De lo anterior se destaca que la red está compuesta en gran parte por tuberías de asbesto, el cual es un material ampliamente utilizado en las redes de agua potable desde el año 1930. El asbesto es un mineral de fibras largas y resistentes, las cuales se pueden separar. Esto permite una flexibilidad suficiente como para ser entrelazadas entre sí, en adición a ser resistentes a altas temperaturas.

Sin embargo, según algunas investigaciones este mineral es causante de enfermedades como asbestosis, mesotelioma pleural y diversos tipos de cáncer entre quienes se han visto expuestos a inhalar sus fibras microscópicas. Más aun, en el año 1977, la **Organización Mundial de la Salud declaró que el asbesto es cancerígeno en todas sus variedades.**

El Decreto Supremo 656/2000 prohibió el uso del asbesto en ciertos productos y en su art. 2, señala: prohibase en el país la "producción, importación, distribución y venta de materiales de construcción que contengan cualquier tipo de asbesto". Este decreto supremo no indica prohibición de uso ni retiro vinculante de las tuberías de asbesto cemento ya existentes. Por esto último, las empresas sanitarias han optado por reemplazar la materialidad de las tuberías de asbesto parcialmente y solo una vez que el sistema así lo requiera.

c) Reductoras de presión

De acuerdo con la Actualización Planes de Desarrollo de Aguas Cordillera, existen 192 estaciones reductoras de presión.

d) Arranques, macro medidores, válvulas y grupos electrógenos

El sistema cuenta con 57.499 arranques, 106 macro medidores, 9.495 válvulas y 23 grupos electrógenos.

3.4 ESTIMACION DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

3.4.1 Criterios de diseño

En este capítulo se determina la demanda de la infraestructura para la población en el escenario de proyecto con incentivos, considerando cubrir las variaciones de consumo. La estimación de los consumos, gastos medios y máximos que se requerirán, se realizó a partir de los antecedentes de la Actualización Plan de Desarrollo y de las estimaciones y proyecciones de población.

Las proyecciones futuras de los consumos se efectuaron considerando el mejoramiento del servicio y densificación en el territorio operacional señalados tanto en los Planes de Desarrollo de las empresas sanitarias como las propuestas de crecimiento de la modificación del Plan Regulador en estudio. Se ha considerado como representativo para la situación el área urbana propuesta y los criterios de diseño de las Actualizaciones Planes de Desarrollo de las empresas concesionarias del servicio.

a) Niveles de pérdidas

Los niveles de pérdidas señalados corresponden a un 16,9% en total para las etapas de producción y distribución al año 2019. Para la proyección de demanda se consideran los mismos niveles de perdidas como valores estáticos durante el periodo de modelación de la empresa sanitaria.

b) Cobertura

La cobertura base respecto a la población total del territorio operacional de Aguas Cordillera es de 100% para la distribución de agua potable. Con respecto a la recolección de aguas servidas el sistema cubre el 98,2% de la población al año 2019, y se proyecta un aumento gradual hasta un 99,3% al año 15 (2034).

Para la estimación de la demanda de la alternativa en análisis se utiliza la cobertura correspondiente al último año de modelación, es decir, 100% y 99,3% para agua potable y aguas servidas, respectivamente.

c) Dotaciones de consumo

Las dotaciones de consumo adoptadas en el Plan de Desarrollo para el Sistema Las Condes - Vitacura - Lo Barnechea, varían desde 440,5 lt/hab/día al año 0 (2019) hasta un valor de 409,5 lt/hab/día al año 15 (2034). Para la estimación de la demanda de la propuesta en análisis se considera como representativa una dotación de consumo equivalente al 95% de la dotación del sistema Las Condes - Vitacura - Lo Barnechea, manteniéndola constante a partir del último año de modelación del Plan de Desarrollo, es decir, la dotación de consumo de la comuna de lo Barnechea será de 389,0 lt/hab/día para el escenario proyectado con incentivos. Esto considerando que muchos de los subsistemas de distribución en el año cero no cuentan con demanda y que el proyecto con incentivos propone un aumento de la población similar al 70% de la población del año cero, por lo que se espera que los consumos se modulen entorno al promedio del sistema.

d) Dotación de Producción.

La dotación a nivel de producción se calcula según se indica en la fórmula siguiente:

$$\text{Dotación de Producción} = \frac{\text{Dotación de consumo}}{1 - \% \text{ Pérdidas}}$$

Luego, se estima una dotación de producción equivalente a 468,2 lt/hab/día para la propuesta en análisis.

e) Coeficientes de gastos máximos diario y horario.

El factor del día de máximo consumo (FDMC) corresponde al producto entre el coeficiente del mes de máximo consumo (CMMC) y el coeficiente del día de máximo consumo (CDMC) en el mes de máximo consumo. Este factor se utiliza para mayorar el caudal medio, con lo cual se estiman las capacidades de los estanques, entre otros. El factor de la hora de máximo consumo (FHMC) es el cociente entre el consumo máximo horario y el consumo promedio horario en el día de consumo máximo diario. Este se utiliza para mayorar el caudal máximo diario y, con esto, diseñar las redes de distribución.

Estos factores se calculan a partir de las estadísticas de consumo con las que cuenta la empresa. En el caso de Aguas Cordillera, se contó con estadísticas de facturación histórica desde el año 2008 al 2018.

Cuadro 3-14: Coeficientes de Máximo Consumo

CMMC	CDMC
1,29	1,10

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

La Actualización Plan de Desarrollo define el **factor de día máximo consumo (FDMC)** en 1,42 y el **factor de hora de máximo consumo (FHMC)** en 1,50.

Cuadro 3-15: Factores de Máximo Consumo

FDMC	FHMC
1,42	1,50

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

f) Números de grifos

Para determinar el volumen de incendio, se adopta la Norma NCh 691 Of 98, considerando una duración del incendio de dos horas y grifos de 16 l/s. La norma determina el número de grifos en uso simultáneo, así como diámetros y capacidades según rangos de población. La cantidad de grifos requerida se detalla en el cuadro siguiente Para estimar el volumen de regulación para incendio, se consideró la población asociada a cada estanque de regulación:

Cuadro 3-16: Volumen de incendio mínimo

Rango de Población en (miles de hab.)	N° de grifos en uso simultaneo	Volumen e incendio mínimo m ³
Hasta 6	1	115
> 6 a 25	2	230
> 25 a 60	3	346
> 60 a 150	5	576
> 150	6	690

Fuente: NCh 691 Of 98

3.4.2 Proyección de demanda de agua potable

Para la estimación de caudales de agua potable se adoptarán los criterios de diseño de la empresa Aguas Cordillera S.A., concesionaria de los servicios de producción y distribución de agua potable de una parte de la comuna de Lo Barnechea. Con los criterios señalados se proyecta la demanda de agua para consumo humano en el territorio operacional que comprende la comuna. Con ello se determinará la brecha, si es que existe, respecto de la infraestructura y recurso hídrico para cubrir las demandas que requiere la alternativa seleccionada.

El siguiente cuadro muestra la demanda esperada para la alternativa seleccionada de acuerdo con los criterios anteriormente señalados. Se añade también la demanda proyectada por la empresa sanitaria en la Actualización Plan de Desarrollo al año 15 (2034), ya sea para todo el sistema (Las Condes-Vitacura-Lo Barnechea) así como también solo para la comuna de Lo Barnechea.

Cuadro 3-17: Proyección de demanda de agua potable en el territorio operacional de la empresa Aguas Cordillera, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos

Escenario	Población			Dotación consumo (l/hab/día)	Pérdidas totales (%)	Dotación producción (l/hab/día)	Caudales de consumo			Caudales de producción		
	Total (hab)	Cobertura (%)	Abastecida (hab)				Qmed (l/s)	Qmax D (l/s)	Qmax H (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax D (l/s)	Qmax H (l/s)
Planes de Desarrollo (2034) – Sistema	479.708	100%	479.708	409,5	16,92%	492,9	2.273,6	3.228,7	4.843,0	2.736,5	3.886,0	5.829,1
Planes de Desarrollo (2034) – Lo Barnechea	94.219	100%	94.219	389,0	16,9%	468,2	424	602	904	511	725	1.088
Proyectado (con incentivos)	139.855	100%	139.855	389,0	16,9%	468,2	630	894	1.341	758	1.076	1.614

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

El siguiente cuadro muestra la demanda proyectada por la empresa sanitaria en la Actualización Plan de Desarrollo al año 15 (2034), y de la población proyectada (con incentivos), considerando en ambos casos una dotación de consumo equivalente a un 95% de la dotación promedio del sistema Las Condes – Vitacura – Lo Barnechea. Si bien, al considerar los subsistemas de la comuna, la dotación es algo menor a este valor se estima que el incremento propuesto modulará los consumos siendo más representativo el promedio del sistema que la dotación de los subsistemas de Lo Barnechea, considerando que muchos de ellos en la actualidad se encuentran sin población.

Para determinar las demandas de volumen de regulación se comparará la capacidad existente con la capacidad requerida para la población considerando el crecimiento de población proyectado por la empresa sanitaria. El volumen de regulación requerido se estima según lo que establece la NCh 691 of 98, como el 15% del volumen máximo diario de distribución. El volumen de seguridad se estima como el equivalente a dos horas de abastecimiento del volumen máximo diario de distribución.

Para la estimación de los volúmenes de incendio se calcularon en forma independiente los requerimientos para cada sistema de estanques, según la población asociada a ellos.

Cuadro 3-18: Proyección de demanda volumen de regulación en el territorio operacional de la empresa Aguas Cordillera, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos

Escenario	Población			Volumen de regulación			
	Total (hab)	Cobertura (%)	Abastecida (hab)	Consumo (m3)	Incendio (m3)	Seguridad (m3)	Total (m3)
Planes de Desarrollo (2034)	94.219	100%	94.219	9.397	2.419	5.221	14.618
Proyectado (con incentivos)	139.855	100%	139.854	13.949	2.419	7.749	21.698

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

3.5 INFRAESTRUCTURA DE AGUAS SERVIDAS

La concesionaria de recolección de Aguas Servidas para el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" corresponde a Aguas Cordillera S.A., mientras que la etapa de disposición está a cargo de la empresa sanitaria Aguas Andinas S.A.

A continuación, se describen y caracterizan los procesos principales que componen el sistema de aguas servidas.

3.5.1 Proceso de recolección

La empresa sanitaria Aguas Cordillera recibe aportes de aguas servidas de las empresas Aguas Manquehue y de la empresa Sacyr Aguas Santiago, cuyo resumen se presenta a continuación:

Cuadro 3-19: Aporte de población Interconexiones de Aguas Servidas

Interconexión	Coeficiente de recuperación	Población (hab)	
		2020	2034
Los Trapenses	0,52	26.886	27.619
Santa María Manquehue	0,52	12.249	14.879
Sacyr Aguas Santiago SA	0,80	11.323	17.865

En el siguiente cuadro se indican los puntos de descarga actuales y futuras de la etapa de disposición definidos en las Actualizaciones Planes de Desarrollo.

Cuadro 3-20: Descargas actuales y futuras Etapa de Disposición

Punto de descarga	Ubicación	Diámetro [mm]
1	Rotonda Pérez Zujovic (Interceptor Mapocho)	1.400
2	Pdte. Riesco esq. Carmencita	700
3	Pdte. Riesco esq. Américo Vespucio	700
4	Barceló entre Apoquindo y Los Militares	700
5	Apoquindo esq. Américo Vespucio	400
6	Martín de Zamora esq. Américo Vespucio	400
7	Colón esq. Américo Vespucio	450
8	Sebastián El Cano esq. Alonso de Camargo	300
9	Manquehue esq. Alonso de Camargo	350
10	Tomás Moro esq. Francisco de Bilbao	600
11	Alonso de Camargo esq. Manquehue	200
12	Sebastián El Cano esq. Colón	200
13	Alonso de Camargo esq. La Rabida	250
14	90 m. al norte de esq. Pdte. Riesco con Américo Vespucio	300
15	Pdte. Riesco esq. Rosario Orrego	300

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

a) Plantas elevadoras de recolección

El sistema de recolección de aguas servidas de la empresa sanitaria cuenta con 4 plantas elevadoras de recolección como se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 3-21: Plantas elevadoras de recolección

Planta elevadora	Capacidad (l/s)
La Ermita de San Antonio	75

Planta elevadora	Capacidad (l/s)
Remanso de la Villa	17
Atalaya	3
Lomas de Lo Barnechea	8

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

b) Conducciones de recolección

El sistema cuenta con 35,6 km de conducciones de recolección, compuestas principalmente de hormigón simple, como se detalla en el cuadro a continuación.

Cuadro 3-22: Conducciones de recolección

Conducción	Material	Diámetro [mm]	Longitud [m]	Capacidad [l/s]
Conducción APO-V-0055	Hormigón simple	800	3.285	1.514
Conducción PDV-0076	Hormigón simple	250	167	94
Conducción APO-V-0059-A	Hormigón simple	300	247	198
Conducción APO-V-0057	PVC	250	507	126
APO-V-0050	Hormigón simple	600	201	325
APO-V-0047	Hormigón simple	800	556	1.248
Conducción TRAP-0046(B)	Hormigón simple	400	2.223	170
Conducción APO-V-0149 (Impulsión Remanso de la Villa)	Hormigón simple	300	831	100
Conducción APO-V-0054	Hormigón simple	802	72	996
Conducción APO-V-0148 (Impulsión Lo Hermita)	PVC	250	41	137
APO-T-0063	Acero revestido	1000	122	1.482
APO-V-0061	HDPE	1200	488	3.555
Conducción PDV-0075 (Impulsión Atalaya)	Hormigón simple	200	155	45
Conducción SLU-0150	Hormigón simple	175	33	61
Conducción LAS LOMAS	HDPE	160	131	15

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

c) Red de recolección

La red de recolección tiene una longitud total de 766,7 km.

d) Uniones domiciliarias

El sistema de recolección de aguas servidas cuenta con 52.204 uniones domiciliarias.

e) Coeficiente de recuperación

El coeficiente de recuperación es un factor que refleja el porcentaje de agua consumida (potable y de fuentes propias) que se descarga al alcantarillado. Depende de la estructura urbana del sector, del nivel socioeconómico de la población, y el nivel de consumo de agua, entre otros factores. Usualmente está comprendido entre 0,70 y 1,0. De acuerdo con la Actualización Plan de Desarrollo el coeficiente de recuperación adoptado es de 0,76.

f) Caudal a recolectar por área geográfica

Los siguientes dos cuadros detallan el caudal a recolectar por la empresa Aguas Cordillera para los años 1 y 5, respectivamente. La información presentada a continuación solo considera Aguas Cordillera, no las empresas interconectadas al servicio de recolección de aguas servidas.

Cuadro 3-23: Caudal a recolectar por área geográfica (año 1)

Sector	Superficie (ha)	Población (hab)	Nivel de atención (1)	Vol. Med. Mes por cliente (m ³ /cliente/mes)	Coef. de recuperación
Mapocho	6.537	329.804	332,6	31,5	0,76
Farfana	1.210	90.971	332,6	31,5	0,76
Total Aguas Cordillera	7.747	420.775	-	-	-

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

Cuadro 3-24: Caudal a recolectar por área geográfica (año 5)

Sector	Superficie (ha)	Población (hab)	Nivel de atención (1)	Vol. Med. mes por cliente (m ³ /cliente/mes)	Coef. de recuperación
Mapocho	6.537	346.225	325,0	29,3	0,76
Farfana	1.210	91.936	325,0	29,3	0,76
Total Aguas Cordillera	7.747	438.161	-	-	-

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

(1) Corresponde al valor de agua potable multiplicado por el coeficiente de recuperación considerado para el sector.

3.5.2 Proceso de disposición

Para la situación Actual y Futuro (año 1, 5 y 10) la disposición será al río Mapocho a partir de la descarga de las plantas de tratamiento planta El Trebal – Mapocho y Planta La Farfana.

La planta de pretratamiento de Lo Barnechea cuenta con cámara de rejillas, desarenador y desengrasador. El caudal de diseño es de 34 l/s equivalente a la capacidad actual de tratamiento.

El sistema de disposición de aguas servidas no cuenta con plantas elevadoras de disposición final.

La longitud de las conducciones de disposición alcanza los 138 km. Lo Barnechea cuenta con dos conducciones de disposición final que corresponden al emisario afluente de 355 mm de diámetro en PVC y una longitud de 1.025 m y el emisario de descarga de 350 mm de diámetro en PVC de una longitud de 74 m.

La calidad del efluente estará regida por la "Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales", Decreto N° 90, publicado el 7 de marzo de 2001 en el diario oficial.

Cuadro 3-25: Calidad del efluente.

Parámetro	Límite Máximo
DBO ₅	35 mg/l
Fosforo total	10 mg/l
Nitrógeno Total Kjeldahl	50 mg/l
SST	80 mg/l
Coliformes fecales	1000/10 ml
Aceites y grasas	20 mg/l
Poder espumógeno	7 mm
PH	6 – 8,5
Temperatura	35° C

3.6 PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS

3.6.1 Estimación de demandas de aguas servidas

Para la estimación de caudales de aguas servidas se adoptarán los criterios de diseño de la empresa Aguas Cordillera S.A., concesionaria del servicio de recolección de aguas servidas para una parte de la comuna de Lo Barnechea. Con los criterios señalados se proyecta la demanda de agua por sanear en el territorio operacional que comprende la comuna. Con ello se determinará la brecha, si es que existe, respecto de la infraestructura y recurso hídrico para cubrir las demandas que requiere la alternativa seleccionada.

El siguiente cuadro muestra la demanda de saneamiento esperada para la alternativa seleccionada. Se añade también la demanda proyectada por la empresa sanitaria en la Actualización Plan de Desarrollo al año 15 (2034).

Cuadro 3-26: Proyección de demanda de aguas servidas en el territorio operacional de la empresa Aguas Cordillera, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos

Escenario	Población			Dotación saneada (l/hab/día)	Coef. recuperación [R]	Caudales de aguas servidas			Caudales totales	
	Total (hab)	Cobertura (%)	Saneada (hab)			Qmed (l/s)	Coef. Harmon	Qmax H (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax H (l/s)
Planes de Desarrollo (2034) - Sistema	479.708	99,3%	476.335	409,0	0,76	1.713,8	1,54	2.642,8	1.713,8	2.642,8
Planes de Desarrollo (2034) – Lo Barnechea	94.219	99,3%	93.557	409,0	0,76	336,6	2,02	681,3	336,6	681,3
Proyectado (con incentivos)	139.855	99,3%	138.875	409,0	0,76	483,5	1,90	917,6	483,5	917,6

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos
Para la estimación de la dotación de la población saneada de la comuna de Lo Barnechea, se consideró como representativo utilizar un 95% de la dotación saneada del sistema Las Condes – Vitacura – Lo Barnechea

4 SERVICIOS SANITARIOS – Sacyr Aguas Santiago S.A.

Sacyr Aguas Santiago S.A. es concesionaria de los servicios públicos de producción y distribución de agua potable, y de recolección de aguas servidas de parte de la comuna de Lo Barnechea, correspondiente al sector de Valle Escondido (Condominio privado en el sector El Arrayán) y Lo Barnechea (zona ubicada en el sector alto de la comuna de Lo Barnechea, formada por los desarrollos inmobiliarios de Valle La Dehesa, Jardín del Sol, Mirador del Sol, Rinconada de Huinganal y El Chin). Para la etapa de disposición las aguas servidas son dispuestas en tres cámaras pertenecientes a la concesión de Aguas Cordillera S.A.

La Actualización Plan de Desarrollo de la empresa sanitaria considera una superficie operacional de 268 hectáreas con una población base de 10.822 habitantes al año 2019 para el sector denominado Lo Barnechea y de 527 habitantes, al año 2019, para Valle Escondido.

4.1 TERRITORIO OPERACIONAL

A continuación, se presenta el esquema del territorio operacional de la empresa sanitaria.

Ilustración 4-1 Áreas de Concesión Sacyr Aguas Santiago S.A.



Fuente: <https://www.sacyragua.cl/>

4.2 INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE

A continuación, se describen y caracterizan los procesos principales que componen el sistema de agua potable.

4.2.1 Proceso de producción

La empresa sanitaria Sacyr Aguas Santiago S.A. es concesionaria de los sectores de Lo Barnechea y Valle Escondido. Ambos sectores se encuentran interconectados en el sistema de producción por lo que para los balances de esta etapa se considera la demanda conjunta.

La empresa utiliza agua subterránea, con una capacidad actual de producción de 190 l/s y un caudal de reserva adicional de 18 l/s para el abastecimiento de agua potable.

a) Fuentes y derechos de agua

La empresa sanitaria cuenta con derechos de agua asignados por un total de 359 l/s y un caudal de explotación de 208 l/s.

Cuadro 4-1: Captaciones subterráneas y derechos de agua año 2019

Nombre	Caudal de diseño (l/s)	Caudal explotación (l/s)	Caudal Derechos de agua [l/s]
Pozo Polcura N. 1	35,0	30	50
Pozo Polcura N. 2	25,0	0	50
Pozo Polcura N. 3	70,0	57	85
Pozo Polcura N. 4A	15,0	3,6	50
Pozo Polcura N. 4B	70,0	55	60
Pozo Vescond 5	30,0	20,4	31
Pozo Vescond 4	30,0	24	33
Pozo PF2-5	25,0	18	0
Total (l/s)	300	208	359

(1) La empresa considera el caudal del pozo PF2-5 como caudal de reserva.

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A. Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020

b) Oferta actual y futura de las fuentes

A continuación, se indican los caudales de oferta al año cero (2019) y futura. La empresa considera la construcción de un nuevo sondaje (Sondaje Nuevo N.1) que entrará en operación en el año 2029 y que generará un aumento de 21 l/s en el caudal de explotación. Los caudales (Q) de explotación y de derechos de agua corresponden a la oferta total de agua para consumo humano de la empresa sanitaria:

Cuadro 4-2: Oferta de agua actual y futura de las fuentes

Año	Q explotación (l/s)	Q derechos de agua (l/s)
1 2020	190	359
5 2024	190	359
15 2034	211	359

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A. Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020

Cuadro 4-3: Fuentes y derechos de agua futuras

Nombre	Caudal explotación (l/s)	Caudal Derechos de agua [l/s]
Sondaje Nuevo N.1 (2029)	21	21

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A. Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020

c) Estanques de producción

De acuerdo con la Actualización Plan de Desarrollo el sistema cuenta con un estanque de producción, en el sector Lo Barnechea, del tipo semienterrado de hormigón armado con un volumen de 100 m³, denominado Nueva Suiza. Cota de radier 812 msnm y de aguas máxima 815 msnm, referido a la cartografía del Plan de Desarrollo.

El sector de Valle Escondido cuenta con tres estanques en la etapa de producción semienterrados de hormigón armado de 300 m³ y dos de 100 m³, El primero de ellos ubicado a una cota 836 msnm y una cota de aguas máxima de 839 msnm y los otros dos estanques ubicados a una cota 903 msnm y una cota de aguas máxima de 906 msnm. Todos referidos a la cartografía del Plan de Desarrollo.

d) Plantas elevadoras de producción

La empresa sanitaria cuenta con doce plantas elevadoras de producción, con una capacidad total de producción al 2019 de 435 l/s. ocho plantas elevadoras de sondajes, comunes para los sectores Lo Barnechea – Valle Escondido, con una capacidad de producción al 2019 de 190,4 l/s y un caudal de diseño de 240,6 l/s, dos plantas elevadoras adicionales para el sector Lo Barnechea y dos para el sector Valle Escondido. El sistema cuenta con un caudal de diseño en plantas elevadoras de 591,6 y con una capacidad de producción al 2019 de 435 l/s.

Cuadro 4-4: Plantas Elevadoras de Producción

Sector	Nombre Recinto	Caudal de diseño (l/s)	Capacidad actual producción (l/s)
Lo Barnechea - Valle Escondido	Polcura 1	30,0	30,0
Lo Barnechea - Valle Escondido	Polcura 2	16,0	0
Lo Barnechea - Valle Escondido	Polcura 3	57,0	57,0
Lo Barnechea - Valle Escondido	Polcura 4A	3,6	4,0
Lo Barnechea - Valle Escondido	Polcura 4B	55,0	55,0
Lo Barnechea - Valle Escondido	Vescond 4	25,0	24,0
Lo Barnechea - Valle Escondido	Vescond 5	36,0	20,4
Lo Barnechea - Valle Escondido	PF2-5	18,0	0
Lo Barnechea	Planta Nueva Suiza 2019	145,0	145,0
Lo Barnechea	PE cota 1000 a estanque 1040	100,0	100,0
Valle Escondido	Planta elevadora VE04	35,0	35,0
Valle Escondido	Estanque 903 a estanque 1024	71,0	71,0
Total		591,6	435,4

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Santiago. Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020

La empresa sanitaria proyecta un aumento de capacidad de la planta elevadora de agua potable Nueva Suiza en el año 2024 de 31 l/s y en el año 2033 de 7 l/s.

e) Plantas de tratamiento de agua potable

De acuerdo con la Actualización Plan de Desarrollo, el sistema cuenta con dos plantas de tratamiento. Lo Barnechea, con una capacidad de tratamiento al año 2019 de 130 l/s igual a su capacidad de diseño y la planta de tratamiento Valle Escondido, con una capacidad al año 2019 de 31 l/s, equivalente a la capacidad de diseño. Son del tipo filtro en presión y ambas permiten abatir arsénico, manganeso y hierro.

f) **Conducciones de producción**

La etapa de producción cuenta con 12,8 km de tuberías de conducción, de los cuales la mayor parte corresponde a tuberías de hierro dúctil (49%). El siguiente cuadro presenta el detalle de las conducciones de producción del sistema de agua potable que incluyen impulsiones e interconexiones entre estanques.

Cuadro 4-5: Conducciones de producción sectores Lo Barnechea y Valle Escondido

Nombre	Sector	D (mm)	Longitud (m)					Longitud total (m)	Cap. actual (l/s)
			PVC	Asbesto cemento	Acero	Hierro Dúctil	HDPE		
Aducción Recinto VE4 a Recinto Nueva Suiza	Lo Barnechea	315	1.066					1.066	127,6
Impulsión Planta Nueva Suiza a Estanque Cota 1000	Lo Barnechea	300				6.332		6.332	184,6
Impulsión Estanque Cota 1000 a Estanque 1040	Lo Barnechea	315	200					200	127,6
Impulsión PF2-5	Lo Barnechea	160					52	52	39,0
Impulsión Pozo Polcura 2 a Pozo Polcura 1	Lo Barnechea	200	52					52	51,3
Impulsión Polcura 1 a Recinto VE4	Valle Escondido	200	1.124		108			1.232	51,3
Impulsión Recinto VE4 a Estanque 903M3	Valle Escondido	300		1.144				1.144	106,0
Impulsión Estanque 903 a estanque 1024	Valle Escondido	250			2.719			2.719	79,8
TOTAL			2.442	1.144	2.827	6.332	52	12.797	

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A. Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020

La totalidad de las conducciones de producción tienen la capacidad suficiente para cubrir la demanda proyectada del sistema durante todo el horizonte de previsión de la empresa sanitaria año 2034, y del escenario de proyección de población propuesta en el presente estudio.

g) **Centro de Cloración**

De acuerdo con la Actualización Plan de Desarrollo, el sistema cuenta con dos centros de cloración para cada estanque, con una capacidad conjunta de 200 l/s y dos de igual capacidad como respaldo.

Cuadro 4-6: Centros de cloración

Nombre	Tipo desinfección	Demanda diaria de producción (l/s)	Capacidad 2019 (l/s)	Balance (l/s)
Cloración Estanque cota 1024	Gas cloro	27,8	50	22,2
Cloración Estanque cota 1024	Hipoclorito de sodio	27,8	50	22,2
Cloración Estanque cota 1000	Gas cloro	182,7	150	-32,7
Cloración Estanque cota 1000	Hipoclorito de sodio		150	

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A. Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020

De acuerdo a las estimaciones del Plan de Desarrollo se requiere un aumento de la capacidad del sistema del estanque cota 1000, en el año 2026 de 26 l/s y en el año 2033 de 7 l/s.

h) Centros de fluoración

La empresa no cuenta con esta infraestructura.

i) Macromedidores y grupos electrógenos

La empresa cuenta con 7 macromedidores del tipo electromagnético y mecánico, con diámetros que varían entre 50 y 250 mm, y cinco grupos electrógenos en recinto del sector Valle Escondido y 7 macromedidores del tipo electromagnético y mecánico, con diámetros que varían entre 150 y 250 mm, y dos grupos electrógenos en recintos del sector Lo Barnechea.

j) Reductoras de presión

La empresa no cuenta con estaciones reductoras de presión para la etapa de producción.

k) Caudales de producción

Los caudales de producción proyectados por la empresa sanitaria para el sistema son:

Cuadro 4-7: Caudales de producción – Lo Barnechea

Caudal [l/s]	Actualización Plan de Desarrollo		
	Año 1	Año 5	Año 15
Medio Anual	78,3	91,0	114,0
Máximo diario	127,8	148,5	186,0

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A. Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020

Cuadro 4-8: Caudales de producción – Valle Escondido

Caudal [l/s]	Actualización Plan de Desarrollo		
	Año 1	Año 5	Año 15
Medio Anual	10,7	11,7	15,0
Máximo diario	17,4	19,1	24,5

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A. Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020

4.2.2 Proceso de distribución**a) Dotación por área geográfica**

La empresa sanitaria propone un nivel de atención creciente. En los siguientes cuadros, se indican los niveles de atención para el sistema en el año 1 y el año 5.

Cuadro 4-9: Dotación por área geográfica. Año 1, 2020

Sector año 2020	Superficie (ha)	Población (hab.)	Nivel de atención (l/hab/d) Consumo	Vol. Med. mes por cliente (consumo) (m ³ /cliente/mes)
Lo Barnechea	268	11.195	486,2	56,3
Valle Escondido	201	543	1.369,7	124,7

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A. Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020

Cuadro 4-10: Dotación por área geográfica. Año 5, 2024

Sector año 2024	Superficie (ha)	Población (hab.)	Nivel de atención (l/hab/d) Consumo	Vol. Med. mes por cliente (Consumo) (m ³ /cliente/mes)
Lo Barnechea	268	12.686	498,5	57,7
Valle Escondido	201	604	1.344,4	122,4

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A. Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020

b) Centros de reclusión

La empresa no cuenta con esta infraestructura para la etapa de distribución.

c) Estanques de regulación para distribución

La empresa cuenta con tres estanques de regulación semienterrados de hormigón armado, con una capacidad total de 5.550 m³. El sector Lo Barnechea cuenta con dos estanques denominados cota 1000 y uno cota 1040. En el sector Valle Escondido cuenta con el Estanque 1024 semienterrado de hormigón armado de 500 m³.

Cuadro 4-11: Volumen de regulación

Estanque	Materialidad	Tipo	Cota de fondo radier (msnm)	Volumen (m3)
Estanque cota 1000	Hormigón armado	Semienterrado	1.000	1.250
Estanque cota 1000	Hormigón armado	Semienterrado	1.000	2.000
Estanque cota 1040	Hormigón armado	Semienterrado	1.040	2.300
Estanque cota 1024	Hormigón armado	Semienterrado	1.024	500
TOTAL (m3)				6.050

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A. Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020

d) Plantas elevadoras en distribución

En el sector de Lo Barnechea la empresa no cuenta con esta infraestructura para la etapa de distribución.

En el sector de Valle Escondido la alimentadora Estanque 1024 alimenta el 93,3% de la localidad, mientras que el 6,7% se encuentra presurizado mediante la PEAP Las Colinas Cota 1024.

e) Conducciones de distribución

La etapa de distribución cuenta con 2,28 km de tuberías de conducción, de los cuales la mayor parte corresponde a tuberías de PVC (55%) y HDPE (37%). El siguiente cuadro presenta el detalle de las conducciones de distribución del sistema de agua potable.

Cuadro 4-12: Conducciones de distribución

Nombre	Sector	Diámetro (mm)	Longitud (m)			Longitud total (m)	Cap. Actual (l/s)
			PVC	Acero	HDPE		
Alimentadora cota 1040	Lo Barnechea	250			177	177	95,4
Alimentadora cota 1040	Lo Barnechea	250	198			198	80,2
Alimentadora cota 1040	Lo Barnechea	400	217			217	205,6
Alimentadora cota 1040	Lo Barnechea	400		48		48	294,6
Alimentadora Valle la Dehesa	Lo Barnechea	355	320			320	269,3
Alimentadora Valle la Dehesa	Lo Barnechea	300		8		8	121,2
Alimentadora Valle la Dehesa	Lo Barnechea	315	351			351	121,2
Alimentadora cota 1000	Lo Barnechea	250			258	258	154,8
Alimentadora cota 1000	Lo Barnechea	300		134		134	154,8
Alimentadora cota 1000	Lo Barnechea	315			403	403	154,8
Alimentadora estanque 1024	Valle Escondido	200	165			165	51,3

Nombre	Sector	Diámetro (mm)	Longitud (m)			Longitud total (m)	Cap. Actual (l/s)
			PVC	Acero	HDPE		
TOTAL			1.251	190	838	2.279	

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A. Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020

f) Redes de distribución

La empresa cuenta con 48 km de redes de distribución, de los cuales la mayor parte corresponde a tuberías de PVC (60%) y HDPE (38%). La distribución de Valle Escondido se realiza en tuberías de PVC, en una longitud de 9.202 m y diámetros variables entre 75 mm y 200 mm. En el caso del sector Lo Barnechea la materialidad de la red de distribución corresponde a 19.376 m en PVC, 1046 m en acero y 18.402 en HDPE. Los diámetros son variables entre 100 mm y 315 mm.

La red de distribución tiene la capacidad suficiente para cubrir la demanda proyectada del sistema durante todo el horizonte de previsión de la empresa sanitaria año 2034. En el caso del escenario proyectado de crecimiento, con incentivos los refuerzos requeridos se deberán determinar una vez se densifiquen los sectores y se modulen los consumos.

g) Reductoras de presión

En la etapa de distribución, la empresa cuenta con 13 estaciones reductoras de presión en el sector Lo Barnechea y dos estaciones reductoras de presión en el sector Valle Escondido, de tipo Monovar y con diámetros que varían entre los 32 y 315 mm.

h) Macromedidores, arranques, grifos y válvulas

La empresa cuenta en el sector Lo Barnechea con dos macromedidores, del tipo electromagnético y con diámetros de 200 y 250 mm. Adicionalmente la empresa cuenta con 2.187 arranques con diámetros variables entre 13 y 100 mm, 71 grifos y 89 válvulas de corta.

En el sector Valle Escondido cuenta con un macromedidor, del tipo electromagnético en diámetro 300 mm. Adicionalmente la empresa cuenta con 93 arranques con diámetros variables entre 13 y 80 mm, 22 grifos y 21 válvulas de corta.

4.3 ESTIMACION DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

4.3.1 Criterios de diseño

En este capítulo se determina los requerimientos de infraestructura considerando cubrir las variaciones de consumo para la población del escenario de crecimiento proyectado con incentivos. Con lo anterior se determina los requerimientos de infraestructura para cubrir la propuesta de crecimiento de población del Plan Regulador en estudio. La estimación de los consumos, gastos medios y máximos que se requerirán, se realizó a partir de los antecedentes de la Actualización Plan de Desarrollo y de las estimaciones y proyecciones de población.

Las proyecciones futuras de la dotación de consumo se efectuaron considerando el mejoramiento del servicio en el área de concesión y su densificación. Se ha considerado como representativo para la situación del área urbana propuesta, los criterios de diseño de las Actualizaciones Planes de Desarrollo.

a) Niveles de pérdidas

Los niveles de pérdidas señalados por la Actualización Plan de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A. en la etapa de distribución, para ambos sectores, corresponden a un 19,5% para las etapas de producción y distribución al año 2019. Para la proyección de demanda se consideran los mismos niveles de pérdidas como valores constantes durante el periodo de modelación.

b) Cobertura.

De acuerdo con la Actualización Plan de Desarrollo Lo Barnechea, marzo 2020 y Valle Escondido, Febrero 2020, la cobertura base respecto a la población total del territorio operacional de la empresa Sacyr Aguas Santiago S.A., es de 100% para la distribución de agua potable.

Con respecto a la recolección de aguas servidas el sector Lo Barnechea la cobertura es del 99,6% de la población al año 2019, y se proyecta un aumento gradual hasta un 100% al año 5 (2024). Para la estimación de la demanda de la alternativa en análisis se utiliza la cobertura correspondiente al último año de modelación, es decir, 100% para agua potable y aguas servidas.

En el caso del sector Valle Escondido la recolección de aguas servidas tiene una cobertura de 95% en el año cero (2019) teniendo está un incremento gradual hasta un 96,8% en el año 2034.

c) Factores de consumo

El factor del día de máximo consumo (FDMC) corresponde al producto entre el coeficiente del mes de máximo consumo (CMMC) y el coeficiente del día de máximo consumo (CDMC) en el mes de máximo consumo. Este factor se utiliza para mayorar el caudal medio, con lo cual se estiman las capacidades de los estanques, entre otros. El factor de la hora de máximo consumo (FHMC) es el cociente entre el consumo máximo horario y el consumo promedio horario en el día de consumo máximo diario. Este se utiliza para mayorar el caudal máximo diario y, con esto, diseñar las redes de distribución.

Estos factores se calculan a partir de las estadísticas de consumo con las que cuenta la empresa para cada uno de los sectores. En el caso de Sacyr Aguas Santiago, para determinar los factores de máximo consumo de cada una de las localidades se utilizó la estadística de consumos mensuales entre los años 2014 y 2018. Finalmente, la empresa estima los factores conjuntos para Lo Barnechea y Valle Escondido.

Cuadro 4-13: Coeficientes de Máximo Consumo

CMMC	CDMC
1,484	1,10

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A.
Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020

La Actualización Plan de Desarrollo define el factor de día máximo consumo conjunto (FDMC) en 1,632 y el factor de hora de máximo consumo conjunto (FHMC) en 1,50.

Cuadro 4-14: Factores de Máximo Consumo

FDMC	FHMC
1,632	1,50

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A.
Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020

d) Dotaciones de consumo

Según lo señalado en las Actualizaciones Planes de Desarrollo, las dotaciones de consumo adoptadas varían desde 484,5 lt/hab/día al año 0 (2019) hasta un valor de 463,4 lt/hab/día al año 15 (2034) en el sector Lo Barnechea y desde 1.380 lt/hab/día al año 0 (2019) hasta un valor de 1.315 lt/hab/día al año 15 (2034), para Valle Escondido.

Para la estimación de la demanda conjunta se obtuvo una dotación de consumo ponderada por la población de cada sector por lo que se obtuvo las dotaciones de 526,1 lt/hab/día al año 0 (2019) hasta un valor de 501,2 lt/hab/día al año 15 (2034), utilizando esta última como constante para el escenario de crecimiento proyectado con incentivos.

e) Dotación de producción

La dotación a nivel de producción se calcula según se indica en la fórmula siguiente:

$$\text{Dotación de Producción} = \frac{\text{Dotación de consumo}}{1 - \% \text{ Pérdidas}}$$

Luego, se estima una dotación de producción equivalente a 622,6 lt/hab/día para la alternativa en análisis.

f) Volumen de incendio y cantidad de grifos

Para determinar el volumen de incendio, se adopta la Norma NCh 691 Of 98, considerando una duración del incendio de dos horas y grifos de 16 l/s. La norma determina el número de grifos en uso simultáneo, así como diámetros y capacidades según rangos de población. Para estimar el volumen de regulación para incendio, se consideró la población asociada a cada estanque de regulación. La cantidad de grifos requerida se detalla en el cuadro siguiente:

Cuadro 4-15: Volumen de incendio mínimo

Rango de Población en (miles de hab.)	Nº de grifos en uso simultaneo	Volumen e incendio mínimo m³
Hasta 6	1	115
> 6 a 25	2	230
> 25 a 60	3	346
> 60 a 150	5	576
> 150	6	690

Fuente: NCh 691 Of 98

De acuerdo a lo señalado en los planes de desarrollo el sector Lo Barnechea cuenta con dos estanques de regulación denominados Estanque cota 1000 que abastece a un 82,2% de la población y el estanque cota 1040 que abastece el 17,8% de la población. En el caso del sector Valle Escondido cuenta con un estanque de regulación denominado Cota 1024 que abastece el 100% de la población. De lo anterior se desprende el número de grifos simultáneos en cada sector de estanques.

El volumen de incendio se estimó como dos grifos operando en simultaneo en el estanque Cota 1000, uno en el estanque cota 1040 e igual cosa en el estanque cota 1024.

4.3.2 Proyección de demanda de agua potable

Para la estimación de caudales de agua potable se adoptarán los criterios de diseño de la empresa Sacyr Aguas Santiago S.A., concesionaria de los servicios de producción y distribución de agua potable de los sectores Lo Barnechea y Valle Escondido de la comuna de Lo Barnechea. Con los criterios señalados se proyecta la demanda de agua para consumo humano en el territorio operacional de la empresa. Con ello se determinará la brecha, si es que existe, respecto de la infraestructura y recurso hídrico para cubrir las demandas que requiere la alternativa seleccionada.

El siguiente cuadro muestra la demanda del sistema, para la alternativa de proyección del crecimiento con incentivos, de acuerdo con los criterios anteriormente señalados. Se añade también la demanda proyectada por la empresa sanitaria en la Actualización Plan de Desarrollo al año 15 (2034).

Cuadro 4-16: Proyección de demanda de agua potable en el territorio operacional de la empresa Sacyr Aguas Santiago, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos.

Escenario	Población			Dotación consumo l/hab/día	Pérdidas TOT %	Dotación producción l/hab/día	Caudales de consumo			Caudales de producción		
	Total	Cobertura	Abastecida				Qmed	Qmáx. D	Qmáx. H	Qmed	Qmáx. D	Qmáx. H
	hab	%	hab	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s			
Planes de Desarrollo (2034)	17.890	100%	17.890	501,2	19,5%	622,9	103,8	169,4	254,0	129,0	210,5	315,7
Proyectada (con incentivos) Conjunt	25.547	100%	25.547	508,9	19,5%	632,6	150,5	245,6	368,4	187,0	305,2	457,9

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

El siguiente cuadro muestra la demanda esperada de volumen de regulación por sector de estanque y la demanda conjunta proyectada con incentivos.

Cuadro 4-17: Proyección de demanda volumen de regulación por sector, en el territorio operacional de la empresa Sacyr Aguas Santiago, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos.

Escenario	Población			Caudales de producción			Volumen de regulación			
	Total	Cobertura	Abastecida	Qmed	Qmáx. D	Qmáx. H	Consumo	Incendio	Seguridad	TOTAL
	hab	%	hab	l/s	l/s	l/s	m ³	m ³	m ³	m ³
Planes de Desarrollo (2034)	17.890	100%	17.890	129,0	210,5	315,7	2.728	461	1.516	4.244
(PD 2034) Sector Lo Barnechea Estanque cota 1040	14.053	100%	14.053	93,7	150,2	225,2	1.942	230	1.081	3.024
(PD 2034) Sector Lo Barnechea Estanque cota 1000	3.043	100%	3.043	20,3	32,5	48,8	421	115	234	655
(PD 2034) Sector Valle Escondido. Estanque cota 1024	794	100%	794	15,0	27,8	41,7	363	115	200	564
Proyectada (con incentivos) Conjunto	25.547	100%	25.547	187,0	305,2	457,9	2.424	461	2.198	4.622
Estanque cota 1040 con incentivo	20.067	100%	20.067	133,8	214,4	321,7	2.774	230	1.544	4.318
Estanque cota 1000 con incentivo	4.346	100%	4.346	29,0	46,4	69,7	701	115	334	1.035
Estanque cota 1024 con incentivo	1.134	100%	1.134	21,5	39,7	59,6	519	115	286	805

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

La empresa sanitaria contará al año 2034, con un volumen de regulación conjunto de 6.150 m³ distribuidos en tres estanques de regulación en el sector de Lo Barnechea con un volumen total de 5.550 m³ y un estanque de regulación existente, al año 2019, en el sector de Valle Escondido de 500 m³ y uno proyectado al año 2030 de 100 m³ en el mismo sector. Con ello es posible suplir el 100% de la demanda estimada en los Planes de Desarrollo para el año 2034. Así también, se presenta un déficit de regulación de 1068 m³ en el estanque Cota 1040 y de 205 m³ para el estanque de la cota 1024 m³.

4.4 INFRAESTRUCTURA DE AGUAS SERVIDAS

La concesionaria de recolección de aguas servidas para los sectores de Lo Barnechea y Valle Escondido corresponde a Sacyr Aguas Santiago S.A., descargando las aguas servidas en diferentes puntos de la red de aguas servidas de la Empresa Aguas Cordillera S.A.

La etapa de disposición y tratamiento está a cargo de la empresa sanitaria Aguas Andinas a través de una interconexión a la red de Aguas Cordillera S.A., A continuación, se describen y caracterizan los procesos principales que componen el sistema de aguas servidas de la empresa Sacyr Aguas Santiago.

El sector de Lo Barnechea se distribuye en seis sectores de recolección de aguas servidas denominados según el siguiente cuadro donde se indica el porcentaje de población que sirven:

Cuadro 4-18: Requerimientos de volumen de regulación en el territorio operacional de la empresa Sacyr Aguas Santiago, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos

Sectores de recolección de AS	%
Sector AS Mirador La Dehesa	8,8
Sector AS La Dehesa - Jardín del Sol	51,1
Sector PEAS Jardín del Sol	7,9
Sector AS Rinconada de Huinganal	28,2
Sector AS El Chin	2,2
Sector PEAS Huinganal	1,8
Total	100

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A.
Lo Barnechea, Marzo 2020.

El sistema de recolección de la localidad de Valle Escondido es gravitacional y cuenta con un único sector, el cual entrega sus aguas servidas a través de un emisario, a tres cámaras existentes pertenecientes al área de concesión de Aguas Cordillera. Las aguas servidas del sector Lo Barnechea también son dispuestas en tres cámaras de la red de aguas servidas de la empresa Aguas Cordillera.

4.4.1 Proceso de recolección

Los puntos de descarga actuales y futuros de aguas servidas corresponden a cámara de aguas servidas del área de concesión de la empresa Aguas Cordillera.

a) Redes de recolección

Las redes de recolección del sistema Lo Barnechea - Valle Escondido tienen una longitud total de 48,8 km, en diámetros variables entre 110 mm y 355 mm, en asbesto cemento (1,8%) y PVC (98,2%) y 2154 uniones domiciliarias de 110 mm de diámetro, en el sector de Lo Barnechea y en diámetros variables entre 200 mm y 250 mm, en PVC y 65 uniones domiciliarias en diámetro 110 mm, en el sector de Valle Escondido.

b) Plantas elevadoras de recolección

El sector Lo Barnechea cuenta con dos plantas elevadoras de aguas servidas cada una con un grupo electrógeno de respaldo.

Cuadro 4-19: Plantas Elevadoras de Aguas servidas

Planta elevadora	Capacidad 2019 [l/s]	H elev [m]
PEAS Jardín del Sol	30,0	15,0
PEAS Huinganal (Las Praderas)	20,0	10,0

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A. Lo Barnechea, Marzo 2020

El sector Valle Escondido no cuenta con plantas elevadoras de aguas servidas.

c) Conducciones de recolección

El sector Lo Barnechea cuenta con dos impulsiones relacionadas a las plantas elevadoras de aguas servidas. La impulsión de la PEAS Jardín del Sol tiene una longitud de 168 m en PVC y la impulsión de la PEAS Huinganal tiene una longitud de 119 m en HDPE. El emisario Valle Escondido tiene una longitud de 860 m en PVC.

Cuadro 4-20: Conducciones de recolección

Conducción	Capacidad 2019 [l/s]	Vel [m/s]	Diámetro [mm]
Impulsión Jardín del Sol Lo Barnechea	15,5	1,9	110
Impulsión PEAS Huinganal (Las Praderas) Lo Barnechea	29,9	1,7	140
Emisario Valle Escondido	34,8		250

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A. Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido Febrero 2020

d) Coeficiente de recuperación

El coeficiente de recuperación es un factor que refleja el porcentaje de agua consumida (potable y de fuentes propias) que se descarga al alcantarillado. Depende de la estructura urbana del sector, del nivel socioeconómico de la población, y el nivel de consumo de agua, entre otros factores. Usualmente está comprendido entre 0,70 y 1,0. De acuerdo con la actualización de los Planes de Desarrollo Lo Barnechea, Marzo 2020 y Valle Escondido, Febrero 2020, el coeficiente de recuperación adoptado es de 0,8.

e) Caudal a recolectar por área geográfica

Los siguientes dos cuadros detallan el caudal a recolectar por la empresa Sacyr Aguas Santiago S.A. para los años 1 y 5, respectivamente.

Cuadro 4-21: Caudal a recolectar por área geográfica (año 1)

Sector	Superficie (ha)	Población saneada (hab)	Nivel de atención (lt/hab/día) consumo	Coef. de recuperación	Vol. Med. Mes por cliente (m ³ /cliente/mes)
Lo Barnechea	268	11.165	330,6	0,8	40,1
Valle Escondido	201	516	994,1	0,8	103,9

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A. Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020

Cuadro 4-22: Caudal a recolectar por área geográfica (año 5)

Sector	Superficie (ha)	Población saneada (hab)	Nivel de atención (lt/hab/día) consumo	Coef. de recuperación	Vol. Med. Mes por cliente (m ³ /cliente/mes)
Lo Barnechea	268	12.686	346,5	0,8	41,8
Valle Escondido	201	579	1.003,4	0,8	103,4

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Sacyr Aguas Santiago S.A. Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020

4.4.2 Proceso de disposición

Las aguas servidas son dispuestas en tres cámaras existentes pertenecientes a la concesión de la empresa Aguas Cordillera. Así, Aguas Cordillera es concesionaria de la recolección de las aguas servidas de Sacyr Aguas Santiago S.A., la cual a su vez tiene como concesionaria de sus aguas servidas a Aguas Andinas. Por lo tanto, los cuerpos receptores son los indicados la Actualización Plan de Desarrollo de la empresa Aguas Andinas, lo que corresponden a:

- ✓ Para la situación Actual y Futuro (año 1, 5 y 10) la disposición será al río Mapocho a partir de la descarga de las plantas de tratamiento planta El Trebal – Mapocho y Planta La Farfana.
- ✓ Las aguas servidas de la comuna de Lo Barnechea son tratadas en la PTAS La Farfana.

El sistema de disposición de aguas servidas no cuenta con plantas elevadoras de disposición final.

La calidad del efluente estará regida por la "Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales", Decreto N° 90, publicado el 7 de marzo de 2001 en el diario oficial.

Cuadro 4-23: Calidad del efluente.

Parámetro	Límite Máximo
DBO ₅	35 mg/l
Fosforo total	10 mg/l
Nitrógeno Total Kjeldahl	50 mg/l
SST	80 mg/l
Coliformes fecales	1000/10 ml
Aceites y grasas	20 mg/l
Poder espumógeno	7 mm
PH	6 – 8,5
Temperatura	35° C

4.5 ESTIMACIÓN DE DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS

Para la estimación de caudales de aguas servidas se adoptarán los criterios de diseño de la empresa Sacyr Aguas Santiago S.A., concesionaria del servicio de recolección de aguas servidas de los sectores Lo Barnechea y Valle Escondido. Con los criterios señalados se proyecta la demanda de agua por sanear en el territorio operacional de la empresa. Con ello se determinará la brecha, si es que existe, respecto de la infraestructura.

El siguiente cuadro muestra la demanda de saneamiento esperada para la propuesta seleccionada, considerando que Aguas Santiago presta servicios al 12,8% de la población de escenario de crecimiento proyectado con incentivo, lo que corresponde a 24.547 hab. Se añade también la demanda proyectada por la empresa sanitaria en la Actualización Plan de Desarrollo al año 15 (2034).

Cuadro 4-24: Proyección de demanda de aguas servidas en el territorio operacional de la empresa Sacyr Aguas Santiago, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos

Escenario	Población			Dotación saneada l/hab/día	Coeficiente recuperación [R]	Caudales aguas servidas				Caudales totales	
	Total hab	Cobertura %	Saneada hab			Qmed l/s	Qmáx. D l/s	Coef. Harmon -	Qmáx. H l/s	Qmed l/s	Qmáx. H l/s
PD 2034 Sector Lo Barnechea	17.096	100%	17.096	414,9	0,80	65,7	107,2	2,72	178,7	65,7	178,7
PD 2034 Sector Valle Escondido	794	96,8%	769	1.282,3	0,80	9,1	Interpolación		34,6	9,1	34,6
Sector Lo Barnechea con incentivos	24.413	100%	24.413	414,9	0,80	93,8	153,1	2,57	240,6	93,8	240,6
Sector Valle Escondido con incentivos	1.134	96,8%	1.098	1.282,3	0,80	13,0		3,77	49,2	13,0	49,2
Proyectada (con incentivos) Conjunto	25.547	99,86%	25.510	453,4	0,80	107,1	174,8	2,55	272,8	107,1	272,8

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

5 SERVICIOS SANITARIOS – Aguas Manquehue S.A.

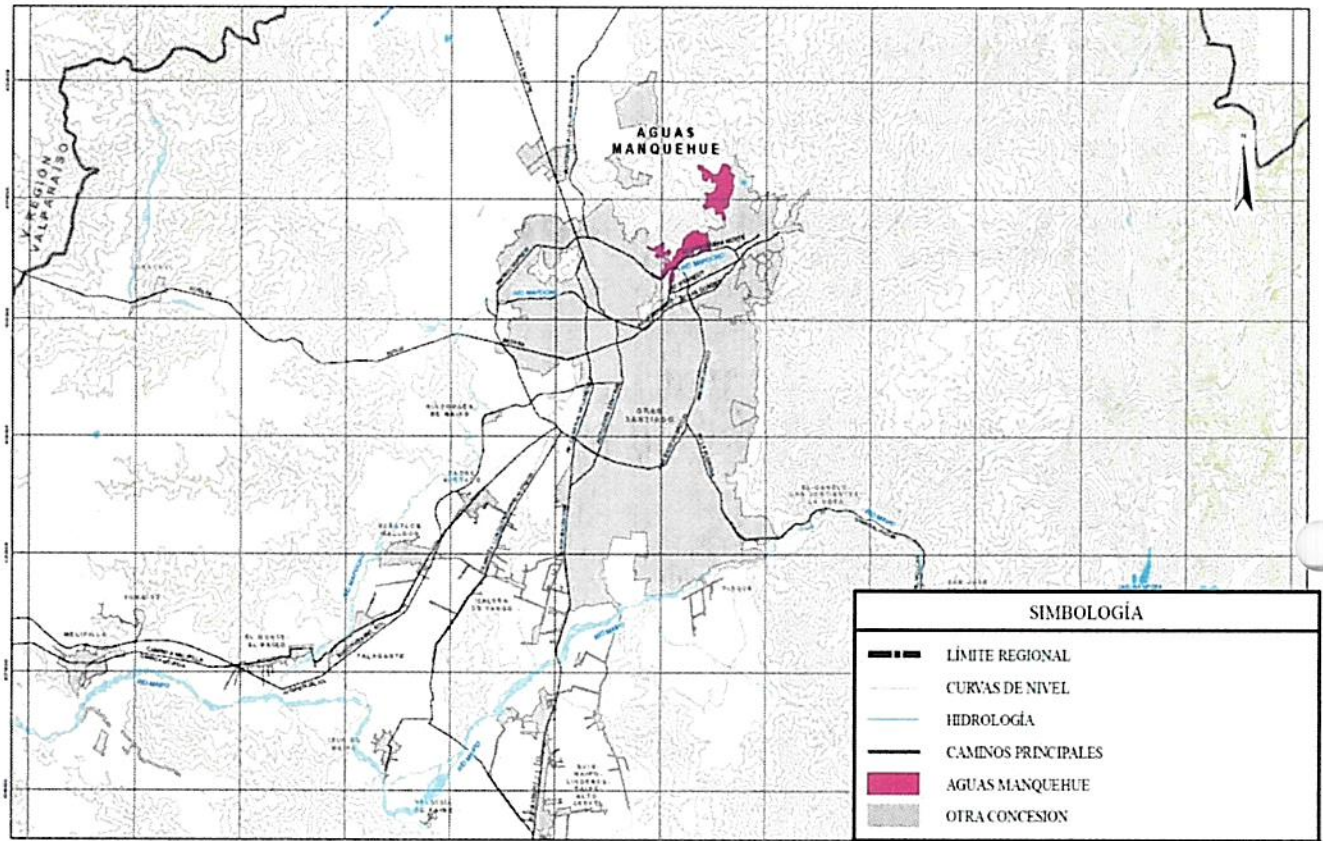
La empresa Aguas Manquehue S.A. es concesionaria de los servicios públicos de producción y distribución de agua potable y de recolección y disposición de aguas servidas de una parte de la comuna de Lo Barnechea y de las comunas de Vitacura y Huechuraba.

El área de concesión tiene una superficie de aproximadamente 1.562 ha, de las cuales 848 ha corresponden al sistema Los Trapenses (comuna de Lo Barnechea) y 714 ha corresponden al sistema Santa María de Manquehue (comunidades de Vitacura y Huechuraba), siendo de interés de este estudio, el sector Los Trapenses de la Comuna de Lo Barnechea.

5.1 TERRITORIO OPERACIONAL

El territorio operacional del sistema Los Trapenses corresponden a 848 ha, se ubica en la comuna de Lo Barnechea, con una población base de 17.906 habitantes al año 2019. A continuación, se presenta el esquema del territorio operacional de la empresa sanitaria.

Ilustración 5-1 Ubicación territorio operacional Aguas Manquehue



Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Santiago. Lo Barnechea, Marzo 2020. Valle Escondido, Febrero 2020

5.2 INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE

A continuación, se describen y caracterizan los procesos principales que componen el sistema de agua potable del sistema Los Trapenses.

5.2.1 Proceso de producción

El agua potable para el sistema Los Trapenses es producida en la Planta de tratamiento Superficial Punta de Águila, de 300 l/s de capacidad, la cual se abastece desde los esteros Las Hualtatas y desde el canal La Dehesa. Adicionalmente cuenta con una serie de captaciones subterráneas cuya oferta es de 220 l/s. El caudal total de explotación al año 2019 era de 191 l/s a partir de las captaciones ubicados en el área de concesión de a empresa más la producción del pozo Valle Cordillera, ubicado en el área de concesión de la empresa Aguas Cordillera, con una capacidad de 29 l/s.

a) Fuentes y derechos de agua

Para la comuna de Lo Barnechea, la empresa sanitaria cuenta con derechos de agua asignados equivalentes a 537,1 l/s. A continuación, se presenta el detalle de las fuentes superficiales y subterráneas para el sistema Los Trapenses.

Cuadro 5-1: Fuentes y derechos de agua superficiales (Sistema Los Trapenses)

Nombre	Identificación del derecho	Caudal explotación (l/s)	Caudal Derechos de agua [l/s]
Estero Las Hualtatas	Derechos superficiales consuntivos permanentes	75	75
Estero El Carrizo	Derechos superficiales consuntivos eventuales y continuos	(1)	130
Rio Mapocho	Derechos superficiales consuntivos permanentes y continuos	19	232
	Derechos superficiales consuntivos permanentes y discontinuos	213	
Total sistema Los Trapenses		307	307

(1) No se incluye el rendimiento de los derechos eventuales.

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue. Octubre 2020

Cuadro 5-2: Fuentes y derechos de agua subterráneos (Sistema Los Trapenses)

Nombre	Caudal explotación (l/s)	Caudal Derechos de agua [l/s]
La Dehesa 1 A	23	23
La Dehesa 2	13	37
La Dehesa 3	0	8
La Dehesa 6	0	0
La Dehesa 7	0	0
La Dehesa 8	0	0
La Dehesa 9	0	2
La Dehesa 10	0	0
La Dehesa 11	29	29
La Dehesa 12	20	20
La Dehesa 13	20	25
La Dehesa 15	31	31
La Dehesa 16	28	28
La Dehesa 17	27	27
Pozo 1 Res360/1978	0	0
Total sistema Los Trapenses	191	230,1

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue. Octubre 2020

b) Oferta actual y futura de las fuentes

A continuación, se indican los caudales de oferta actual (2020) y futura. Los caudales (Q) de explotación y de derechos de agua corresponden a la oferta total de agua para consumo humano de la empresa sanitaria para el sistema Los Trapenses (Lo Barnechea).

Cuadro 5-3: Oferta de agua actual y futura (Sistema Los Trapenses)

Año	Q explotación (l/s)	Q derechos de agua (l/s)
1 2020	498	537
5 2024	498	537
15 2034	498	537

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue. Octubre 2020

La capacidad de las fuentes es suficiente para satisfacer la demanda proyectada hasta el año 2026. La condición actual del acuífero no permite asegurar un aumento sensible en la producción, por lo que a partir del año 2027 se realizará un traspaso desde Aguas Cordillera para suplir el déficit, a través de la interconexión existente.

c) Estanques de producción

El sistema Los Trapenses cuenta con 2 estanques en la etapa de producción.

d) Plantas elevadoras de producción

En particular para el sistema Los Trapenses la empresa cuenta con una planta elevadora con una capacidad de producción de 220 l/s. La empresa sanitaria no prevé un aumento de capacidad futura para este sistema.

Cuadro 5-4: Plantas Elevadoras de Producción (Sistema Los Trapenses)

Nombre Recinto	Capacidad actual producción (l/s)
Las Pataguas	220

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue. Octubre 2020

e) Plantas de tratamiento de agua potable

El sistema Los Trapenses cuenta con una planta de tratamiento superficial, denominada Planta Punta de Águila, con una capacidad de 300 l/s.

f) Conducciones de producción

El sistema Los Trapenses cuenta con 16,2 km de conducciones para la etapa de producción. El siguiente cuadro presenta el detalle de las impulsiones de producción del sistema de agua potable.

Cuadro 5-5: Impulsiones de producción (Sistema Los Trapenses)

Impulsión	Capacidad [l/s]
IMP PE Las Pataguas	491
IMP Común Sondajes Los Trapenses (1)	314

(1) Impulsión común que recibe los aportes de los sondajes: La Dehesa 1-A, La Dehesa 2, La Dehesa 11, La Dehesa 12, La Dehesa 13, La Dehesa 15 y La Dehesa 16.

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue. Octubre 2020

g) Centros de Cloración

De acuerdo con la Actualización Plan de Desarrollo, el sistema Los Trapenses cuenta con un centro operativo de cloración con una capacidad de 395 l/s. La empresa sanitaria proyecta un aumento de la capacidad del centro de cloración al año 2029 en 15 l/s, por una capacidad total de 410 l/s.

h) Centro de fluoración

El sistema Los Trapenses cuenta con un centro operativo de fluoración con una capacidad actual de 395 l/s. La empresa sanitaria Aguas Manquehue proyecta un aumento de la capacidad del centro de fluoración al año 2029 en 15 l/s, por una capacidad total de 410 l/s.

i) Macromedidores y grupos electrógenos

El sistema Los Trapenses cuenta con 2 macromedidores en operación y 2 grupos electrógenos.

j) Reductoras de presión

La empresa no cuenta con estaciones reductoras de presión para la etapa de producción.

k) Caudales de producción

Los caudales de producción proyectados por la empresa sanitaria para el sistema Los Trapenses son:

Cuadro 5-6: Caudales de producción – Sistema Los Trapenses

Caudal [l/s]	Año 1	Año 5	Año 15
Medio Anual	217	231	246
Medio Diario	362	385	410

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue. Octubre 2020

5.2.2 Proceso de distribución

El sistema Los Trapenses se divide en 7 sectores de distribución, con 9 estanques de regulación, que suman un total de 11.150 m³. La red de distribución tiene una longitud total de 86 km, donde un 68,4% de las tuberías es de PVC, 26,3% de HDPE y el resto de acero, fierro fundido y otros.

a) Dotación por área geográfica

La empresa sanitaria ajusta los niveles de atención resultando decreciente según se establece en los cuadros siguientes. En ellos, se indican los niveles de atención para el sistema en el año 1 y el año 5 para el sistema Los Trapenses.

Cuadro 5-7: Dotación por área geográfica. Año 1, 2020 (Sistema Los Trapenses)

Sector año 2020	Superficie (ha)	Población (hab.)	Nivel de atención (l/hab/d)	Vol. Med. mes por cliente (m ³ /cliente/mes)
Los Trapenses	848	18.444	883	157,5

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue. Octubre 2020

Cuadro 5-8: Dotación por área geográfica. Año 5, 2024 (Sistema Los Trapenses)

Sector año 2024	Superficie (ha)	Población (hab.)	Nivel de atención (l/hab/d)	Vol. Med. mes por cliente (m ³ /cliente/mes)
Los Trapenses	848	20.391	850	153,7

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue. Octubre 2020

b) Centros de recloración

La empresa no cuenta con esta infraestructura para la etapa de distribución.

c) Estanques de regulación para distribución

El sistema Los Trapenses se subdivide en siete sectores de distribución, con nueve estanques de regulación con capacidad total de 11.150 m³.

Cuadro 5-9: Volumen de regulación por sector (Sistema Los Trapenses)

Nombre sector estanque	Sectores de distribución abastecidos	Volumen por sector [m ³]
El Golf de Manquehue	El Golf de Manquehue El Golf de Manquehue Alto	5.750
Manso de Velasco	Manso de Velasco Alto Manso de Velasco Bajo El Litre	3.400
Vista Hermosa Norte	Vista Hermosa Norte	1.000
Vista Hermosa Sur	Vista Hermosa Sur	1.000
Total		11.150

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue. Octubre 2020

La empresa sanitaria proyecta la construcción del estanque semienterrado Los Bravos 2, con un volumen de 1.000 m³ para abastecer la demanda de Vista Hermosa Norte, disponiendo de una capacidad de regulación a considerar para efectos del presente estudio de 12.150 m³.

d) Plantas elevadoras

La empresa cuenta con 8 plantas elevadoras en la etapa de distribución para el sistema Los Trapenses.

Cuadro 5-10: Plantas elevadoras de distribución (Sistema Los Trapenses)

Planta elevadora	Capacidad actual producción (l/s)
Carbonera 1	50
Carbonera 2	50
El Litre	53
Manso de Velasco	34
Punta de Águilas 1	200
Punta de Águilas 2	300
Punta de Águilas 3	60
Manso de Velasco 2	16

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue. Octubre 2020

La empresa sanitaria proyecta un aumento de capacidad en las plantas elevadoras Carbonera 1 y Punta de Águilas 3, con un incremento de capacidad de 20 l/s y 30 l/s respectivamente.

e) Conducciones de distribución

La etapa de distribución cuenta con 3,4 km de tuberías de conducción, correspondientes a alimentadoras de salida de los estanques, de los cuales la mayor parte corresponde a tuberías de acero (79%). El siguiente cuadro presenta el detalle de las alimentadoras de distribución del sistema de agua potable.

Cuadro 5-11: Conducciones de distribución

Nombre (1)	Tipo	Diámetro (mm)	Longitud (m)				Longitud total (m)	Cap. Actual (l/s)
			PVC	Hierro dúctil	Acero	HDPE		
ALI Manso de Velasco Alto	Alimentadora	160				53	53	47,0
ALI El Golf de Manquehue Alto	Alimentadora	200	23				23	76,0
ALI Los Bravos 1	Alimentadora	400			82		82	377,0
ALI Manso de Velasco Bajo	Alimentadora	355	16				16	238,0
ALI Vista Hermosa Sur	Alimentadora	300		207			207	212,0
ALI Loteo Los Litres	Alimentadora	300			584		584	212,0
ALI Carbonera 3	Alimentadora	400			492		492	377,0
TOTAL			39	207	1.158	53	1.457	

(1) Se consideran los tramos más críticos y representativos de la conducción.
Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue. Octubre 2020

El siguiente cuadro presenta el detalle de las impulsiones de distribución a estanque del sistema de agua potable.

Cuadro 5-12: Impulsiones de distribución (Sistema Los Trapenses)

Impulsión	Capacidad [l/s]
Carbonera 1	67
Carbonera 2	123
El Litre	123
Manso de Velasco	39
Punta de Águilas 1	398
Punta de Águilas 2	491
Punta de Águilas 3	123
Manso de Velasco 2	41

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue. Octubre 2020

f) Redes de distribución

La red de distribución para el sistema Los Trapenses cuenta con 86 km de tuberías.

g) Reductoras de presión

De acuerdo con la Actualización Planes de Desarrollo de Aguas Manquehue, existen 38 estaciones reductoras de presión para el sistema Los Trapenses.

h) Macromedidores, arranques, grifos y válvulas

El sistema Los Trapenses cuenta con 2.178 arranques, 8 macro medidores, 584 válvulas y 4 grupos electrógenos.

5.3 ESTIMACION DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

5.3.1 Criterios de diseño

En este capítulo se determina la demanda de la infraestructura considerando cubrir las variaciones de consumo para la población del escenario de crecimiento proyectado con incentivo. Con lo anterior se determinan los requerimientos de infraestructura para cubrir la propuesta de crecimiento de población del Plan Regulador en estudio. La estimación de los consumos, gastos medios y máximos que se requerirán, se realizó a partir de los antecedentes de la Actualización Plan de Desarrollo y de las estimaciones y proyecciones de población.

Las proyecciones futuras de la dotación de consumo se efectuaron considerando el mejoramiento del servicio en el área de concesión y su densificación. Se ha considerado como representativo para la situación del área urbana propuesta, los criterios de diseño de las Actualizaciones Planes de Desarrollo.

a) Niveles de pérdidas

Los niveles de pérdidas señalados en la Actualización Plan de Desarrollo de Aguas Manquehue corresponden a 2,47% para las etapas de producción y 13,3% para la etapa de distribución para el sistema Los Trapenses, al año 2019. Para la proyección de demanda se consideran los mismos niveles de pérdidas como valores estáticos durante el periodo de modelación.

b) Cobertura

La empresa sanitaria proyecta una cobertura del 100% para la población durante todo el periodo de análisis. Respecto a aguas servidas, la empresa sanitaria Aguas Manquehue proyecta una cobertura del 96,3% para el año 0 (2019), con un aumento gradual hasta el 97,0% para el año 15 (2034). Para la estimación de la demanda de la alternativa en análisis se utiliza la cobertura correspondiente al último año de modelación, es decir, 100% para agua potable y 97% para aguas servidas.

c) Factores de consumo

El factor del día de máximo consumo (FDMC) corresponde al producto entre el coeficiente del mes de máximo consumo (CMMC) y el coeficiente del día de máximo consumo (CDMC) en el mes de máximo consumo. Este factor se utiliza para mayorar el caudal medio, con lo cual se estiman las capacidades de los estanques, entre otros. El factor de la hora de máximo consumo (FHMC) es el cociente entre el consumo máximo horario y el consumo promedio horario en el día de consumo máximo diario. Este se utiliza para mayorar el caudal máximo diario y, con esto, diseñar las redes de distribución.

Estos factores se calculan a partir de las estadísticas de consumo con las que cuenta la empresa. En el caso de Aguas Manquehue, la empresa contó con estadísticas de facturación histórica desde el año 2011 al 2018.

Cuadro 5-13: Coeficientes de Máximo Consumo

CMMC	CDMC
1,51	1,10

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

La Actualización Plan de Desarrollo define el factor de día máximo consumo (FDMC) en 1,66 y el factor de hora de máximo consumo (FHMC) en 1,50.

Cuadro 5-14: Factores de Máximo Consumo

FDMC	FHMC
1,66	1,50

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Cordillera. Septiembre 2020

d) Dotaciones de consumo

Según lo señalado en las Actualizaciones Planes de Desarrollo, las dotaciones de consumo adoptadas varían desde 883,4 lt/hab/día al año 1 (2020) hasta un valor de 821,5 lt/hab/día al año 15 (2034). Para la estimación de la demanda de la alternativa en análisis se utiliza la dotación de consumo correspondiente al último año de modelación, es decir, 821,5 lt/hab/día.

e) Dotación de producción

La dotación a nivel de producción se calcula según se indica en la fórmula siguiente:

$$\text{Dotación de Producción} = \frac{\text{Dotación de consumo}}{1 - \% \text{ Pérdidas}}$$

Luego, se estima una dotación de producción equivalente a 947,2 lt/hab/día para la alternativa en análisis.

f) Volumen de incendio y cantidad de grifos

Para determinar el volumen de incendio, se adopta la Norma NCh 691 Of 98, considerando una duración del incendio de dos horas y grifos de 16 l/s. La norma determina el número de grifos en uso simultáneo, así como diámetros y capacidades según rangos de población. La cantidad de grifos requerida se detalla en el cuadro siguiente:

Cuadro 5-15: Volumen de incendio mínimo

Rango de Población en (miles de hab.)	N° de grifos en uso simultáneo	Volumen e incendio mínimo m ³
Hasta 6	1	115
> 6 a 25	2	230
> 25 a 60	3	346
> 60 a 150	5	576
> 150	6	690

Fuente: NCh 691 Of 98

5.3.2 Proyección de demanda de agua potable

Para la estimación de caudales de agua potable se adoptarán los criterios de diseño de la empresa Aguas Manquehue S.A., concesionaria de los servicios de producción y distribución de agua potable y de recolección y disposición (parcial) de las aguas servidas, del sector Los Trapenses, de la comuna de Lo Barnechea. Con los criterios señalados se proyecta la demanda de agua para consumo humano en el territorio operacional de la empresa. Con ello se determinará la brecha, si es que existe, respecto de la infraestructura y recurso hídrico para cubrir las demandas que requiere la alternativa seleccionada.

El siguiente cuadro muestra la demanda del sistema, para la alternativa de proyección del crecimiento con incentivos, de acuerdo con los criterios anteriormente señalados. Se añade también la demanda proyectada por la empresa sanitaria en la Actualización Plan de Desarrollo al año 15 (2034).

Cuadro 5-16: Proyección de demanda de agua potable en el territorio operacional de la empresa Aguas Manquehue. Comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos.

Escenario	Población			Dotación consumo	Pérdidas TOT	Dotación producción	Caudales de consumo			Caudales de producción		
	Total	Cobertura	Abastecida				Qmed	Qmáx. D	Qmáx. H	Qmed	Qmáx. D	Qmáx. H
	hab	%	hab	l/hab/día	%	l/hab/día	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
Planes de desarrollo (2034) Comuna Lo Barnechea	22.462	100%	22.462	821,5	13,28%	947,2	213,6	355,3	532,9	246,3	409,7	614,5
Proyectada (con incentivos)	33.170	100%	33.170	821,5	13,28%	947,2	315,4	524,7	787,0	363,7	605,0	907,5

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Cuadro 5-17: Proyección de demanda de agua potable en el territorio operacional de la empresa Aguas Manquehue, por sector de distribución, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos.

Escenario y/o sector de distribución	Población			Dotación consumo	Pérdidas TOT	Dotación producción	Caudales de consumo			Caudales de producción		
	Total	Cobertura	Abastecida				Qmed	Qmáx. D	Qmáx. H	Qmed	Qmáx. D	Qmáx. H
	hab	%	hab	l/hab/día	%	l/hab/día	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
Proyectada (con incentivos)	33.170	100%	33.170	821,5	13,28%	947,2	315,4	524,7	787,0	363,7	605,0	907,5
El Golf de Manquehue	12.703	100%	12.703	888,5	13,28%	1.024,5	130,6	212,6	318,9	150,6	250,6	375,9
El Golf de Manquehue Alto												
Manso de Velasco Bajo	13.475	100%	13.475	780,4	13,28%	899,9	121,7	188,1	282,1	140,4	233,5	350,3
Manso de Velasco Alto												
El Litre												
Vista Hermosa Norte	4.559	100%	4.559	888,3	13,28%	1.024,4	46,9	82,0	123,0	54,0	89,9	134,9
Vista Hermosa Sur	2.434	100%	2.434	889,1	13,28%	1.025,2	25,0	42,3	63,5	28,9	48,0	72,1

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

El siguiente cuadro muestra la demanda esperada de volumen de regulación por sector de estanque considerando la alternativa proyectada con incentivos.

Cuadro 5-18: Proyección de demanda volumen de regulación por sector, en el territorio operacional de la empresa Aguas Manquehue. Comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos.

Escenario y/o sector de distribución	Población			Volumen de regulación				Balance volumen de regulación	
	Total	Cobertura	Abastecida	Consumo	Incendio	Seguridad	TOTAL	Oferta	Deficit o superhábit
	hab	%	hab	m3	m3	m3	m3	m3	m3
Proyectada (con incentivos)	33.170	100%	33.170	7.841	691	4.356	12.197	12.150	
El Golf de Manquehue	12.703	100%	12.703	3.248	230	1.804	5.052	5.750	698
El Golf de Manquehue Alto									
Manso de Velasco Bajo	13.475	100%	13.475	3.026	230	1.681	4.707	3.400	(1.307)
Manso de Velasco Alto									
El Litre									
Vista Hermosa Norte	4.559	100%	4.559	1.165	115	647	1.813	2.000	187
Vista Hermosa Sur	2.434	100%	2.434	623	115	346	969	1.000	31

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

La empresa sanitaria contará al año 2034, con una oferta de volumen de regulación conjunto de 12.150 m³ distribuidos en cuatro estanques de regulación que sirven siete sectores de distribución. Para cubrir la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivos, se requiere un refuerzo del estanque Manso de Velasco en 1.307 m³.

5.4 INFRAESTRUCTURA DE AGUAS SERVIDAS

La concesionaria de recolección de aguas servidas del sector Los Trapenses, de la comuna de Lo Barnechea corresponde a Aguas Manquehue.

A continuación, se describen y caracterizan los procesos principales que componen el sistema de aguas servidas.

5.4.1 Proceso de recolección

Los puntos de descarga actuales y futuros de aguas servidas para el sector Los Trapenses corresponden a receptores de Aguas Cordillera, detallados a continuación.

Cuadro 5-19: Puntos de descarga de recolección de Aguas Servidas (Sistema Los Trapenses)

Punto de descarga	Ubicación	Diámetro [mm]
5	Camino al Oficio	300
6	Interceptor de entrada a Planta	450

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue. Octubre 2020

a) Plantas elevadoras de recolección

De acuerdo con la Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue, no existen plantas elevadoras de recolección de aguas servidas para el sistema Los Trapenses.

b) Conducciones de recolección

El sistema cuenta con 1,2 km de conducciones de recolección, detalladas a continuación.

Cuadro 5-20: Conducciones de recolección

Conducción	Material	D [mm]	L [m]	Capacidad [l/s]
Conducción APO-V-0049(A)	Hormigón simple	500	336	245
Conducción TRAP-0046(B)	HDPE	300	1.135	56
Conducción APO-V-0049(C)	Hormigón simple	200	115	36
Conducción APO-V-0049(D)	Hormigón simple	200	219	29
Conducción TRAP-0046(A)	Hormigón simple	450	25	80

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue. Octubre 2020

c) Coeficiente de recuperación

El coeficiente de recuperación es un factor que refleja el porcentaje de agua consumida (potable y de fuentes propias) que se descarga al alcantarillado. Depende de la estructura urbana del sector, del nivel socioeconómico de la población, y el nivel de consumo de agua, entre otros factores. Usualmente está comprendido entre 0,70 y 1,0. De acuerdo con la Actualización Plan de Desarrollo de Aguas Manquehue el coeficiente de recuperación adoptado para el sector Los Trapenses es de 0,52.

d) Caudal a recolectar por área geográfica

Los siguientes dos cuadros detallan el caudal a recolectar por la empresa Aguas Manquehue para el sistema Los Trapenses en los años 1 y 5, respectivamente.

Cuadro 5-21: Caudal a recolectar por área geográfica - Año 1 (Sistema Los Trapenses)

Sector	Superficie (ha)	Población (hab.)	Nivel de atención (l/hab./día)	Vol. Med. Mes por cliente (m ³ /cliente/mes)	Coefficiente de recuperación
Los Trapenses	848	17.768	456	81,3	0,52

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue. Octubre 2020

Cuadro 5-22: Caudal a recolectar por área geográfica - Año 5 (Sistema Los Trapenses)

Sector	Superficie (ha)	Población (hab.)	Nivel de atención (l/hab./día)	Vol. Med. mes por cliente (m ³ /cliente/mes)	Coefficiente de recuperación
Los Trapenses	848	19.714	439	79,3	0,52

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue. Octubre 2020

5.4.2 Proceso de disposición

Aguas Manquehue S.A. es la concesionaria encargada de la disposición de aguas servidas del sistema Los Trapenses. Los cuerpos receptores de las aguas servidas de este sistema son el Estero Las Hualtatas y el río Mapocho, después de un proceso de tratamiento en las plantas Los Trapenses y la planta de Aguas Andinas respectivamente.

a) Planta de tratamiento de aguas servidas

El sistema Los Trapenses cuenta con una planta de tratamiento de aguas servidas con una capacidad de 70 l/s.

b) Planta de tratamiento preliminar

El sistema Los Trapenses no cuenta con plantas de tratamiento preliminar.

c) Plantas elevadoras de disposición

El sistema Los Trapenses cuenta con una planta elevadora de disposición de aguas servidas.

d) Conducciones de disposición

Cuadro 5-23: Conducciones de disposición (Sistema Los Trapenses)

Conducción	Velocidad [m/s]	Capacidad [l/s]
Emisario Los Trapenses	3,3	448

Fuente: Actualización Planes de Desarrollo Aguas Manquehue. Octubre 2020

e) Emisarios submarinos

El sistema Los Trapenses no cuenta con emisarios submarinos.

5.5 ESTIMACIÓN DE DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS

Para la estimación de caudales de aguas servidas se adoptarán los criterios de diseño de la empresa Aguas Manquehue S.A., concesionaria del servicio de recolección de aguas servidas para una parte de la comuna de Lo Barnechea. Con los criterios señalados se proyecta la demanda de agua por sanear en el territorio operacional que comprende la comuna. Con ello se determinará la brecha, si es que existe, respecto de la infraestructura y recurso hídrico para cubrir las demandas que requiere la alternativa seleccionada.

El siguiente cuadro muestra la demanda de saneamiento esperada para la propuesta para el escenario con incentivos, considerando que Aguas Manquehue presta servicios al 16,8% de la población proyectada, lo que corresponde a 32.266 hab. Se añade también la demanda proyectada por la empresa sanitaria en la Actualización Plan de Desarrollo al año 15 (2034).

Cuadro 5-24: Proyección de demanda de aguas servidas en el territorio operacional de la empresa Aguas Manquehue, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos

Escenario	Población			Dotación saneada l/hab/día	Coeficiente recuperación [R]	Caudales aguas servidas				Caudales totales	
	Total	Cobertura	Saneada			Qmed	Qmáx. D	Coef. Harmon	Qmáx. H	Qmed	Qmáx. H
	hab	%	hab			l/s	l/s	-	l/s	l/s	l/s
Planes de Desarrollo (2034)	22.462	97,0%	21.785	816,0	0,5	107,0	178,0	2,6	279,8	107,0	280
Proyectada (con incentivos)	33.170	97,0%	32.170	816,0	0,5	158,0	262,8	2,4	386,7	158,0	387

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

6 BALANCE OFERTA-DEMANDA – Aguas Cordillera S.A.

Para cada infraestructura sanitaria de la empresa Aguas Cordillera, se estima la demanda de todo el sistema Las Condes-Vitacura-Lo Barnechea asumiendo un crecimiento poblacional proporcional al del escenario de crecimiento proyectado con incentivo. Posteriormente se calcula el balance oferta-demanda de la infraestructura y, en el caso exista un déficit, se calcula la inversión requerida para todo el sistema. Finalmente, se asume que, del total de la inversión requerida para todo el sistema, solo el 19,6% corresponde a Lo Barnechea, lo que equivale a la relación entre la población de la comuna y la población del sistema.

6.1 BALANCE OBRAS DE PRODUCCIÓN

6.1.1 Derechos de aprovechamiento de aguas

Según los datos de la empresa sanitaria, se prevé que la oferta total de derechos constituidos del sistema será equivalente a 6.161 l/s. Se estima que, para del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, la demanda de todo el sistema será de 5.805 l/s, lo que equivale a un superávit de +356 l/s.

Cuadro 6-1: Balance de derechos de aprovechamiento

Escenario	Oferta con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	6.161	5.805	356

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Se concluye que para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo no se requieren inversiones adicionales en derechos de aprovechamiento.

6.1.2 Fuentes y captaciones

De acuerdo con los datos mensuales de oferta-demanda de fuentes se determina que abril es el mes más crítico, con una oferta de 3.453 l/s para todo el sistema (sin proyecto). La empresa prevé el incremento de la capacidad de las fuentes en 320 l/s, lo que da una oferta total de 3.773 l/s para el mes de Abril (con proyecto). Se estima que para el escenario con incentivos la demanda de todo el sistema será de 5.065 l/s, lo que equivale a un déficit de 1.292 l/s.

Cuadro 6-2: Balance de fuentes y captaciones

Escenario	Oferta con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	3.773	5.065	-1.292

(1) Se utilizan los datos de oferta y demanda estimados para el mes de Abril. Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

De acuerdo con los datos del Cronograma Base de Obras de la Actualización Plan de Desarrollo se obtiene el costo medio de ampliación de capacidad de fuentes. Luego, se asume un costo unitario de aumento de capacidad igual a la media, equivalente a 192,6 UF//s.

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para aumentar la capacidad de las fuentes. Se estima una inversión adicional de 249.000 UF para el sistema Las Condes – Vitacura – Lo Barnechea, y 49.000 UF en particular para la comuna de Lo Barnechea.

Por otra parte, la empresa sanitaria Aguas Manquehue, en el Plan de Desarrollo, presenta el balance de fuentes y captaciones detalladas mensualmente. Considerando que la oferta del mes de marzo de 374 l/s, resulta ser la más crítica para abastecer la demanda, se tiene que para el escenario de crecimiento proyectado la demanda del sistema Los Trapenses será de 605 l/s, lo que equivale a un déficit de 227,5 l/s. Utilizando el mismo costo medio de ampliación de capacidad de fuentes, equivalente a 192,6 UF//s, de la empresa Aguas Cordillera se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, para el Sistema Los Trapenses de la comuna de Lo Barnechea, del área de concesión de la empresa Aguas Manquehue, es necesaria una inversión adicional de 43.817 UF.

6.1.3 Centros de cloración y fluoración

La empresa sanitaria prevé una oferta de capacidad de cloración equivalente a 6.660 l/s para todo el sistema (sin proyecto). La empresa prevé el incremento de la capacidad de cloración en 460 l/s, lo que da una oferta total de 7.120 l/s. Se estima que para del escenario de crecimiento proyectado con incentivo la demanda de todo el sistema será de 7.295 l/s, lo que equivale a un déficit de 175 l/s.

Cuadro 6-3: Balance de centros de cloración

Escenario	Oferta con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	7.120	7.295	-175

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

De acuerdo con los datos del Cronograma Base de Obras de la Actualización Plan de Desarrollo se obtiene el costo medio de ampliación de capacidad de cloración. Luego, se asume un costo unitario de aumento de capacidad igual a la media, equivalente a 29,5 UF//s.

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para aumentar la capacidad de cloración. Se estima una inversión adicional de 5.000 UF para todo el sistema, y 1.000 UF en particular para la comuna de Lo Barnechea.

Adicionalmente la empresa sanitaria prevé una oferta de capacidad de fluoración equivalente a 5.912 l/s para todo el sistema (sin proyecto). La empresa prevé el incremento de la capacidad de fluoración en 460 l/s, lo que da una oferta total de 6.372 l/s. Se estima que para del escenario de crecimiento proyectado con incentivo la demanda de todo el sistema será de 7.295 l/s, lo que equivale a un déficit de 923 l/s.

Cuadro 6-4: Balance de centros de fluoración

Escenario	Oferta con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	6.372	7.295	-923

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

De acuerdo con los datos del Cronograma Base de Obras de la Actualización Plan de Desarrollo se obtiene el costo medio de ampliación de capacidad de fluoración. Luego, se asume un costo unitario de aumento de capacidad igual a la media, equivalente a 16,1 UF/l/s

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para aumentar la capacidad de fluoración. Se estima una inversión adicional de 15.000 UF para todo el sistema, y 3.000 UF en particular para la comuna de Lo Barnechea.

6.1.4 Capacidad de elevación en producción – plantas elevadoras e impulsiones

La empresa prevé una oferta de capacidad elevación suficiente para abastecer todo el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo, excepto por las plantas elevadoras Padre Hurtado Lo Gallo, San Enrique, y San Antonio, para las cuales se estima un déficit de 207 l/s, 172 l/s, y 25 l/s respectivamente.

Cuadro 6-5: Balance de plantas elevadoras de producción

Nombre	Capacidad elevación con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Sendero I	371	366	+5
Sendero II	110	79	+31
Padre Hurtado - Lo Gallo	1.200	1.407	-207
Las Flores	300	265	+35
Padre Hurtado - Dominicos	400	265	+135
Lomas de la Villa	184	171	+13
San Enrique	560	732	-172
San Antonio	650	675	-25
Montecasino	75	48	+27
Punta del Este	255	242	+13

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

De acuerdo con los datos del Cronograma Base de Obras de la Actualización Plan de Desarrollo se obtiene el costo medio de ampliación de capacidad de elevación. Por falta de datos para la etapa de producción, se utilizan los costos de aumento de capacidad de elevación correspondientes a la etapa de distribución. Luego, se asume un costo unitario de aumento de capacidad igual a la media, equivalente a 142,5 UF/l/s

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para aumentar la capacidad de elevación del sistema. Se estima una inversión adicional de 57.500 UF para todo el sistema, y 11.500 UF en particular para la comuna de Lo Barnechea.

Adicionalmente la empresa sanitaria prevé una oferta de capacidad porteo de impulsiones suficiente para abastecer el sistema del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, excepto por la impulsión San Enrique para la cual se estima un déficit de 167 l/s.

Cuadro 6-6: Balance de impulsiones de producción

Nombre	Capacidad de porteo con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Sendero I	384	371	+13
Sendero II	177	110	+67
Padre Hurtado - Lo Gallo	2.262	1.407	+855
Las Flores	565	300	+265
Padre Hurtado - Dominicos	565	400	+165
Lomas de la Villa	251	184	+67
San Enrique	565	732	-167
San Antonio	1.571	675	+896
Montecasino	251	75	+176
Punta del Este	264	255	+9

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

De acuerdo con los datos del Cronograma Base de Obras de la Actualización Plan de Desarrollo se obtiene el costo medio de ampliación de capacidad de impulsiones. Por falta de datos para la etapa de producción, se utilizan los costos de aumento de capacidad de impulsiones correspondientes a la etapa de distribución. Luego, se asume un costo unitario de aumento de capacidad igual a la media, equivalente a 9,5 UF/l/s

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para aumentar la capacidad de la impulsión San Enrique. Se estima una inversión adicional de 1.500 UF para todo el sistema, y 500 UF en particular para la comuna de Lo Barnechea.

6.1.5 Conducciones de producción

Para este tipo de infraestructura, se asume que una porción de la red de conducciones no requerirá refuerzos (30%), mientras que el resto (70%) podrá requerir ser reforzada para abastecer la población incremental y por ende será sometida al balance de oferta-demanda. Adicionalmente se define una modelación paramétrica, por lo que se estima la demanda de la infraestructura en base a los metros de conducciones requeridos por habitante.

Según los datos de la Actualización Plan de Desarrollo, la empresa prevé una oferta de conducciones de producción con una longitud total de 70,9 km, para una población total de 479.708 hab en todo el sistema al año 15. Finalmente se estima una demanda de 0,10 m/hab, lo que equivale a un requerimiento de 72,7 km en conducciones para todo el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo. Así, se estima un déficit de 1,8 km.

Cuadro 6-7: Balance de conducciones de producción

Escenario	Oferta con proyecto (km)	Demanda estimada (km)	Balance con proyecto (km)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	70,9	72,7	-1,8

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

De acuerdo con los datos del Cronograma Base de Obras de la Actualización Plan de Desarrollo se obtiene el costo medio de refuerzo de conducciones. Por falta de datos para la etapa de producción, se utilizan los costos de aumento de capacidad de conducciones correspondientes a la etapa de distribución. Luego, se asume un costo unitario de refuerzo igual a la media, equivalente a 9,5 UF/m

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para reforzar y aumentar la red de conducciones. Se estima una inversión adicional de 16.500 UF para todo el sistema, y 3.500 UF en particular para la comuna de Lo Barnechea.

6.2 BALANCE OBRAS DE DISTRIBUCIÓN

6.2.1 Volumen de regulación

La empresa sanitaria prevé una oferta de volumen de regulación insuficiente para abastecer el sistema en el escenario de proyecto con incentivos, para el cual se estima un volumen adicional en los estanques San Carlos 1-2, San Carlos Centro, Los Piques, Sendero, Alba 1, Alba 2, Andes 1, Montecasino 1-2, Punta del Este, Rosa Elena, Padre Hurtado, Elevador Lo Gallo, Vitacura, Aromo Alto, Padre Hurtado, Lo Recabarren, Enterrado Lo Gallo, Los Aromo Bajo, Padre Hurtado, Principal Lo Curro, Vía Azul, Club de Tiro, Milico, Santa Teresa 2, Parque del Sol 1-3, Lomas del Huinganal, El Zorro, La Dehesa, Nuevo La Dehesa y Nogales.

Cuadro 6-8: Balance de volumen de regulación escenario proyecto con incentivos

Nombre de estanque (s)	Volumen con proyecto (m3)	Demanda estimada (m3)	Balance con proyecto (m3)
Barnechea 1-4, Arrayan, El Cristo	4.440	4.183	+257
San Enrique, Quinchamali 1-2	17.500	10.958	+6.542
San Carlos 1-2	5.000	6.866	-1.866
San Carlos Centro	5.000	6.384	-1.384
Los Piques, Sendero, Alba 1, Alba 2, Andes 1	6.685	7.043	-358
Montecasino 1-2	4.200	5.008	-808
El Mirador	2.000	1.811	+189
Lomas de La Villa	3.000	2.881	+119
Calán 1-3, San Antonio	29.250	17.187	+12.063
Punta del Este, Rosa Elena, Padre Hurtado	19.050	26.949	-7.899
Elevador Lo Gallo, Vitacura, Aromo Alto, Padre Hurtado	6.200	8.617	-2.417
San Luis	400	217	+183
Lo Recabarren, Enterrado Lo Gallo, Los Aromo Bajo, Padre Hurtado	11.600	16.399	-4.799
Principal Lo Curro, Vía Azul, Club de Tiro	1.270	1.426	-156
Almendro	350	309	+41
Vía Gris	300	269	+31
Milico	250	259	-9
Milico 2	250	199	+51
Santa Teresa 1	1.000	851	+149
Santa Teresa 2	1.200	1.484	-284
Parque del Sol 1-2	2.250	2.601	-351
Parque del Sol 3	1.200	1.685	-485
Lomas del Huinganal	1.000	1.072	-72
El Zorro, La Dehesa, Nuevo La Dehesa	17.100	23.907	-6.807
Nogales	1.500	1.782	-282

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

De acuerdo con los datos del Cronograma Base de Obras de la Actualización Plan de Desarrollo se obtiene el costo medio de ampliación del volumen de regulación. Se asume un costo unitario de aumento de capacidad igual a la media, equivalente a 9,2 UF/m³.

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para aumentar el volumen de regulación. Se estima una inversión adicional de 257.500 UF para todo el sistema, y 50.500 UF en particular para la comuna de Lo Barnechea.

6.2.2 Conducciones de distribución

Al igual que para conducciones de producción, se asume que una porción de la red de conducciones no requerirá refuerzos (30%), mientras que el resto (70%) podrá requerir ser reforzada para abastecer la población incremental y por ende será sometida al balance de oferta-demanda. Adicionalmente se define una modelación paramétrica, por lo que se estima la demanda de la infraestructura en base a los metros de conducciones requeridos por habitante.

Según los datos de la Actualización Plan de Desarrollo, la empresa prevé una oferta de conducciones de producción con una longitud total de 68,7 km, para una población total de 479.708 hab en todo el sistema al año 15. Finalmente se estima una demanda de 0,10 m/hab, lo que equivale a un requerimiento de 70,4 km en conducciones para todo el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo. Así, se estima un déficit de 1,7 km.

Cuadro 6-9: Balance de conducciones de distribución

Escenario	Oferta con proyecto (km)	Demanda estimada (km)	Balance con proyecto (km)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	68,7	70,4	-1,7

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

De acuerdo con los datos del Cronograma Base de Obras de la Actualización Plan de Desarrollo se obtiene el costo medio de refuerzo de conducciones para la etapa de distribución. Luego, se asume un costo unitario de refuerzo igual a la media, equivalente a 9,5 UF/m

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para reforzar y aumentar la red de conducciones. Se estima una inversión adicional de 16.000 UF para todo el sistema, y 3.000 UF en particular para la comuna de Lo Barnechea.

6.2.3 Red de distribución

Al igual que para conducciones de producción, se asume que una porción de la red de distribución no requerirá refuerzos (30%), mientras que el resto (70%) podrá requerir ser reforzada para abastecer la población incremental y por ende será sometida al balance de oferta-demanda. Adicionalmente se define una modelación paramétrica, por lo que se estima la demanda de la infraestructura en base a los metros de conducciones requeridos por habitante.

Según los datos de la Actualización Plan de Desarrollo, la empresa prevé una longitud total de red de distribución equivalente a 1.079 km, para una población total de 479.708 hab en todo el sistema al año 15. Finalmente se estima una demanda de 1,57 m/hab, lo que equivale a un requerimiento de 1.106 km de red para todo el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo. Así, se estima un déficit de 27 km.

Cuadro 6-10: Balance redes de distribución

Escenario	Oferta con proyecto (km)	Demanda estimada (km)	Balance con proyecto (km)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	1.079	1.106	-27

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Se asume un costo unitario de aumento de red equivalente a 4 UF/m, estimado en base a la experiencia de modelación.

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para reforzar y aumentar la red de distribución. Se estima una inversión adicional de 107.000 UF para todo el sistema, y 21.000 UF en particular para la comuna de Lo Barnechea.

6.2.4 Capacidad de elevación en distribución – plantas elevadoras e impulsiones

La empresa prevé una oferta de capacidad elevación suficiente para abastecer todo el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo, excepto por las plantas elevadoras Santa Teresa 1, Santa Teresa 2, San Carlos 3, Cerro 18 (3 y 4), Cerro 18 (5 y 6), Huinganal 1, Parque del Sol 1, Mirador 1 (Bajo) y El Zorro.

Cuadro 6-11: Balance de plantas elevadoras de distribución

Nombre	Capacidad elevación con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
San Luis	24	4	+20
Santa Teresa 1	120	146	-26
Santa Teresa 2	80	116	-36
San Carlos 2	270	250	+20
San Carlos 3	200	202	-2
Cerro 18 (1 y 2)	28	7	+21
Cerro 18 (3 y 4)	30	35	-5
Cerro 18 (5 y 6)	2	3	-1
Huinganal 1	80	110	-30
Huinganal 2	90	57	+33
Parque del Sol 1	50	70	-20
Parque del Sol 2	70	61	+9
Principal Lo Curro 1-3	20	18	+2
Principal Lo Curro 2-4	20	10	+10
Vía Gris	18	9	+9
Quinchamalí 1	140	108	+32
Quinchamalí 2	104	40	+64
Mirador 1 (Bajo)	50	66	-16
Arrayan 3	16	15	+1
Arrayan 4 y 5	6	6	0
Alba 1	200	139	+61
Milico 2	10	3	+7
San Carlos Centro	240	233	+7
El Zorro	220	312	-92
Lo Gallo I	170	50	+120
Lo Gallo II	240	100	+140
Lo Gallo IV	160	100	+60

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

De acuerdo con los datos del Cronograma Base de Obras de la Actualización Plan de Desarrollo se obtiene el costo medio de ampliación de capacidad de elevación. Luego, se asume un costo unitario de aumento de capacidad igual a la media, equivalente a 142,5 UF/l/s

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para aumentar la capacidad de elevación del sistema. Se estima una inversión adicional de 32.500 UF para todo el sistema, y 6.500 UF en particular para la comuna de Lo Barnechea.

Adicionalmente la empresa sanitaria prevé una oferta de capacidad porteo de impulsiones suficiente para abastecer el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo, excepto por las impulsiones Parque del Sol 1 y El Zorro, para las cuales se estima un déficit de 1 l/s y 61 l/s, respectivamente.

Cuadro 6-12: Balance de impulsiones de distribución

Nombre	Capacidad de porteo con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
San Luis	770	24	+746
Santa Teresa 1	156	146	+10
Santa Teresa 2	141	116	+25
San Carlos 2	393	270	+123
San Carlos 3	251	202	+49
Cerro 18 (1 y 2)	63	28	+35
Cerro 18 (3 y 4)	63	35	+28
Cerro 18 (5 y 6)	9	3	+6
Huinganal 1	148	110	+38
Huinganal 2	141	90	+51
Parque del Sol 1	69	70	-1
Parque del Sol 2	79	70	+9
Principal Lo Curro 1-3	35	20	+15
Principal Lo Curro 2-4	35	20	+15
Vía Gris	20	18	+2
Quinchamali 1	251	140	+111
Quinchamali 2	141	104	+37
Mirador 1 (Bajo)	141	66	+75
Arrayan 3	35	16	+19
Arrayan 4 y 5	16	6	+10
Alba 1	393	200	+193
Milico 2	16	10	+6
San Carlos Centro	770	240	+530
El Zorro	251	312	-61
Lo Gallo I	251	170	+81
Lo Gallo II	393	240	+153
Lo Gallo IV	177	160	+17

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

De acuerdo con los datos del Cronograma Base de Obras de la Actualización Plan de Desarrollo se obtiene el costo medio de ampliación de capacidad de impulsiones. Por falta de datos para la etapa de producción, se utilizan los costos de aumento de capacidad de impulsiones correspondientes a la etapa de distribución. Luego, se asume un costo unitario de aumento de capacidad igual a la media, equivalente a 9,5 UF/l/s

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para aumentar la capacidad de las impulsiones en déficit. Se estima una inversión adicional de 500 UF para todo el sistema, y 120 UF en particular para la comuna de Lo Barnechea.

6.3 BALANCE OBRAS DE RECOLECCIÓN

6.3.1 Capacidad de elevación en recolección – plantas elevadoras e impulsiones

La empresa prevé una oferta de capacidad elevación suficiente para abastecer todo el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo, excepto por las plantas elevadoras La Ermita de San Antonio y Lomas de Lo Barnechea.

Cuadro 6-13: Balance de plantas elevadoras de recolección

Nombre	Capacidad elevación con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
La Ermita de San Antonio	75	81	-6
Remanso de la Villa	17	12	5
Atalaya	3	3	0
Lomas de Lo Barnechea	8	10	-2

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

La estimación de los costos de aumento de capacidad de elevación correspondientes a la etapa de recolección se realizó a partir de la base de datos del consultor, considerando que en el Plan de Desarrollo de la empresa no contaba con este dato, al no ser requerido en el horizonte de previsión al año 2034. Luego, se asume un costo unitario de aumento de capacidad igual a la media, equivalente a 17,9 UF/l/s.

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para aumentar la capacidad de elevación del sistema. Se estima una inversión adicional de 150 UF para todo el sistema, y 50 UF en particular para la comuna de Lo Barnechea.

Adicionalmente la empresa sanitaria prevé una oferta de capacidad porteo de impulsiones suficiente para abastecer el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo. Se concluye que no se requieren inversiones adicionales en impulsiones de recolección.

Cuadro 6-14: Balance de impulsiones de recolección

Nombre	Capacidad de porteo con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
La Ermita de San Antonio	88	81	7
Remanso de la Villa	22	17	5
Atalaya	14	3	11
Lomas de Lo Barnechea	29	10	19
La Ermita de San Antonio	88	81	7

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

6.3.2 Conducciones de recolección

Al igual que para conducciones de agua potable, se asume que una porción de la red de conducciones no requerirá refuerzos (30%), mientras que el resto (70%) podrá requerir ser reforzada para abastecer la población incremental y por ende será sometida al balance de oferta-demanda. Adicionalmente se define una modelación paramétrica, por lo que se estima la demanda de la infraestructura en base a los metros de conducciones requeridos por habitante.

Según los datos de la Actualización Plan de Desarrollo, la empresa prevé una oferta de conducciones de recolección con una longitud total de 35,6 km, para una población total de 479.708 hab en todo el sistema al año 15. Finalmente se estima una demanda de 0,05 m/hab, lo que equivale a un requerimiento de 36,5 km en

condiciones para todo el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo. Así, se estima un déficit de 0,9 km.

Cuadro 6-15: Balance de conducciones de recolección

Escenario	Oferta con proyecto (km)	Demanda estimada (km)	Balance con proyecto (km)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	35,6	36,5	-0,9

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

De acuerdo con los datos del Cronograma Base de Obras de la Actualización Plan de Desarrollo se obtiene el costo medio de refuerzo y renovaciones de conducciones para la etapa de recolección. Luego, se asume un costo unitario de refuerzo igual a la media, equivalente a 18,4 UF/m

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para reforzar y aumentar la red de conducciones. Se estima una inversión adicional de 16.000 UF para todo el sistema, y 3.000 UF en particular para la comuna de Lo Barnechea.

6.3.3 Red de colectores

Al igual que para la red de agua potable, se asume que una porción de la red de distribución no requerirá refuerzos (30%), mientras que el resto (70%) podrá requerir ser reforzada para abastecer la población incremental y por ende será sometida al balance de oferta-demanda. Adicionalmente se define una modelación paramétrica, por lo que se estima la demanda de la infraestructura en base a los metros de conducciones requeridos por habitante.

Según los datos de la Actualización Plan de Desarrollo, la empresa prevé una longitud total de red de colectores equivalente a 766,7 km, para una población total de 479.708 hab en todo el sistema al año 15. Finalmente se estima una demanda de 1,12 m/hab, lo que equivale a un requerimiento de 785,7 km de red para todo el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo. Así, se estima un déficit de 19,0 km.

Cuadro 6-16: Balance de conducciones de recolección

Escenario	Oferta con proyecto (km)	Demanda estimada (km)	Balance con proyecto (km)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	766,7	785,7	-19,0

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Se asume un costo unitario de aumento de red equivalente a 7 UF/m, estimado en base a la experiencia de modelación.

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para reforzar y aumentar la red de recolección. Se estima una inversión adicional de 133.000 UF para todo el sistema, y 26.000 UF en particular para la comuna de Lo Barnechea.

7 BALANCE OFERTA-DEMANDA – Sacyr Aguas Santiago S.A.

Sacyr Aguas Santiago S.A. es concesionaria de los servicios públicos de producción y distribución de agua potable, y de recolección de aguas servidas de parte de la comuna de Lo Bamechea y la localidad de Valle Escondido. En la Actualización Planes de Desarrollo, la infraestructura se presenta por sistema para cada localidad, por lo que la inversión adicional obtenida para el sistema corresponde en su totalidad a la comuna de Lo Barnechea, excepto para los derechos de aprovechamiento de aguas en el cual se consideró un balance conjunto de ambas localidades.

7.1 BALANCE OFERTA – DEMANDA: OBRAS DE PRODUCCIÓN

7.1.1 Derechos de aprovechamiento de aguas

Para las localidades de Lo Bamechea y Valle Escondido, Sacyr Aguas Santiago S.A. cuenta con derechos de agua asignados por un total de 359,0 l/s. Se estima que, para del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, la demanda de todo el sistema será de 308 l/s, lo que equivale a un superávit de +50,8 l/s.

Cuadro 7-1: Balance de derechos de aprovechamiento

Escenario	Oferta con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	359	308	50,8

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Se concluye que para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo no se requieren inversiones adicionales en derechos de aprovechamiento.

7.1.2 Fuentes y captaciones

Para el sector de Lo Barnechea la oferta de fuentes sin proyecto corresponde a 165,5 l/s. La empresa prevé el incremento de la capacidad de las fuentes en 21 l/s, lo que da una oferta total de 186,5 l/s (con proyecto). Se estima que para el escenario de crecimiento proyectado con incentivo la demanda del sistema será de 272 l/s, lo que equivale a un déficit de 86 l/s.

Cuadro 7-2: Balance de fuentes y captaciones

Escenario	Oferta con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	186,5	272	-86

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Se asume un costo unitario de aumento de capacidad equivalente a 192,6 UF/l/s, extraído de costos del Cronograma Base de la empresa sanitaria Aguas Cordillera.

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional de 16.528 UF para el área de concesión de la empresa Sacyr Aguas Santiago S.A.

7.1.3 Planta de tratamiento de Agua Potable

La empresa sanitaria prevé una oferta de capacidad de tratamiento de agua potable equivalente a 130 l/s para el sistema (sin proyecto). Se estima que para el escenario de crecimiento proyectado con incentivo la demanda de todo el sistema será de 193 l/s, lo que equivale a un déficit de 63 l/s.

Cuadro 7-3: Balance de Plantas de Tratamiento

Escenario	Oferta con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	130	193	-63

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

La Actualización Plan de Desarrollo no requiere realizar esta inversión por lo que se estimó un valor a partir de la base de datos del consultor. Los costos de inversión derivados de una ampliación de la planta de tratamiento de agua potable se estimaron en 50 UF/l/s, por lo que la inversión necesaria para la ampliación requerida en el escenario de proyección de crecimiento con incentivos se estima en 3.150 UF, para la comuna de Lo Barnechea.

7.1.4 Centros de cloración y fluoración

La empresa sanitaria prevé una oferta de capacidad de cloración equivalente a 150 l/s para el sistema (sin proyecto). Se prevé un proyecto de ampliación de capacidad de 33 l/s al año 2033 para un total de 183 l/s. Se estima que para el escenario de crecimiento proyectado con incentivo la demanda del sistema será de 267 l/s, lo que equivale a un déficit de 84 l/s.

Cuadro 7-4: Balance Centro de cloración y fluoración

Escenario	Oferta con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	183	267	-84

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

De acuerdo con los datos del Cronograma Base de Obras de la Actualización Plan de Desarrollo se obtiene el costo medio de ampliación de capacidad de cloración. Luego, se asume un costo unitario de aumento de capacidad igual a la media, equivalente a 51,1 UF/l/s.

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para aumentar la capacidad de cloración. Se estima una inversión adicional de 4.316 UF para la comuna de Lo Barnechea.

7.1.5 Capacidad de elevación en producción – plantas elevadoras e impulsiones

La Actualización Plan de Desarrollo no provee la información necesaria para calcular el balance oferta demanda de plantas elevadoras e impulsiones de producción.

7.1.6 Volumen de regulación

Para el escenario de crecimiento propuesto con incentivos es posible cubrir la demanda de regulación siempre que se generen las interconexiones necesarias entre ambos sectores, a nivel de estanques. En caso contrario se requiere la construcción de un estanque cota 1040, de 1068 m³ en Lo Barnechea y un refuerzo en el estanque cota 1024 de 205 m³ en Valle Escondido.

Cuadro 7-5: Balance volumen de regulación en el territorio operacional de la empresa Sacyr Aguas Santiago, comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos

Escenario	Población			Volumen de regulación				Volumen disponible m3	Balance
	Total	Cobertura	Abastecida	Consumo	Incendio	Seguridad	TOTAL		
	hab	%	hab	m3	m3	m3	m3		
(PD 2034) Sector Lo Barnechea Estanque cota 1040	14.053	100%	14.053	1.942	230	1.081	3.024	3.250	226
(PD 2034) Sector Lo Barnechea Estanque cota 1000	3.043	100%	3.043	421	115	234	655	2.300	1.645
(PD 2034) Sector Valle Escondido. Estanque cota 1024	794	100%	794	363	115	200	564	600	36
Proyectada (con incentivos) Conjunto	25.547	100%	25.547	2.424	461	2.198	4.622	6.150	1.528
Estanque cota 1040 con incentivo	20.067	100%	20.067	2.774	230	1.544	4.318	3.250	(1.068)
Estanque cota 1000 con incentivo	4.346	100%	4.346	701	115	334	1.035	2.300	1.265
Estanque cota 1024 con incentivo	1.134	100%	1.134	519	115	286	805	600	(205)

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Se asume un costo unitario de aumento de capacidad extraído del Cronograma Base de la empresa sanitaria Aguas Cordillera equivalente a 9,2 UF/m³.

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para aumentar el volumen de regulación. Se estima una inversión adicional de 11.712 UF para los sectores Valle Escondido y Lo Barnechea.

7.1.7 Conducciones de distribución

La Actualización Plan de Desarrollo no provee la información necesaria para calcular el balance oferta demanda de las conducciones de distribución.

7.2 BALANCE OFERTA – DEMANDA: OBRAS DE RECOLECCIÓN

7.2.1 Capacidad de elevación en recolección – plantas elevadoras e impulsiones

A continuación, se presenta el balance oferta demanda para las plantas elevadoras de recolección de aguas servidas. Al escenario de crecimiento proyectado con incentivo, la PEAS Jardín del Sol presenta un déficit de 6,4 l/s. La empresa sanitaria no prevé inversión para aumento de capacidad para estas plantas.

Cuadro 7-6: Balance de plantas elevadoras de recolección

Nombre	Capacidad elevación con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
PEAS Jardín del Sol	20	26	-6,4
PEAS Huiganal (Las Praderas)	20	8	11,6

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Considerando que la empresa sanitaria no requiere aumentar la capacidad de esta infraestructura en el horizonte de previsión, año 2034, se utilizó valores de la base de datos del consultor, siendo necesaria una inversión de 17,9 UF/l/s.

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para aumentar la capacidad de elevación del sistema. Se estima una inversión adicional de 114 UF para el sistema.

Adicionalmente la empresa sanitaria prevé una oferta de capacidad porteo de impulsiones suficiente para abastecer el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo. Se concluye que no se requieren inversiones adicionales en impulsiones de recolección.

Cuadro 7-7: Balance de impulsiones de recolección

Nombre	Capacidad de porteo con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Impulsión Jardín del Sol	17,1	27	11,6
Impulsión PEAS Huinganal (Las Praderas)	29,9	27	2,4

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

7.2.2 Conducciones de recolección

Al igual que para conducciones de agua potable, se asume que una porción de la red de conducciones no requerirá refuerzos (30%), mientras que el resto (70%) podrá requerir ser reforzada para abastecer la población incremental y por ende será sometida al balance de oferta-demanda. Adicionalmente se define una modelación paramétrica, por lo que se estima la demanda de la infraestructura en base a los metros de conducciones requeridos por habitante.

Según los datos de la Actualización Plan de Desarrollo, la empresa prevé una oferta de conducciones de recolección con una longitud total de 37,9 km, para una población total de 17.096 hab en todo el sistema al año 15. Se estima una demanda de 1,55 m/hab, lo que equivale a un requerimiento de 38,8 km en conducciones para todo el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo. Así, se estima un déficit de 0,9 km.

Cuadro 7-8: Balance de conducciones de recolección

Escenario	Oferta con proyecto (km)	Demanda estimada (km)	Balance con proyecto (km)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	37,9	38,8	-0,9

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Se asume un costo unitario de aumento de red equivalente a 7 UF/m, estimado en base a la experiencia de modelación.

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para reforzar y aumentar la red de conducciones. Se estima una inversión adicional de 6.585 UF para la comuna de Lo Barnechea.

8 BALANCE OFERTA-DEMANDA – Aguas Manquehue S.A.

La empresa sanitaria Aguas Manquehue S.A agrupa la infraestructura existente en dos sistemas independientes de acuerdo con la distribución geográfica de las áreas que conforman la concesión. La comuna de Lo Barnechea es atendida por el sistema Los Trapenses, al cual no pertenece ninguna otra localidad. Por esta razón, el 100% de la inversión estimada para este sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo corresponde a la inversión requerida para abastecer a la comuna de Lo Barnechea.

8.1 BALANCE OFERTA – DEMANDA: OBRAS DE PRODUCCIÓN

8.1.1 Derechos de aprovechamiento de aguas

La empresa Aguas Manquehue cuenta con derechos de agua constituidos o en uso equivalente a 537,1 l/s por lo que de acuerdo a lo que señala el Plan de Desarrollo las fuentes del sistema Los Trapenses son suficientes para satisfacer la demanda proyectada hasta el año 2026. También señala que la condición del acuífero al año 2020, no permite asegurar un aumento sensible en la producción, por lo que a partir del año 2027 se realizará un traspaso desde Aguas Cordillera para suplir el déficit, a través de la interconexión existente.

8.1.2 Fuentes y captaciones

La empresa sanitaria Aguas Manquehue presenta el balance de fuentes y captaciones detalladas mensualmente. Considerando que la oferta del mes de marzo de 374 l/s, resulta ser la más crítica para abastecer la demanda, se tiene que para el escenario de crecimiento proyectado la demanda del sistema Los Trapenses será de 601,5 l/s, lo que equivale a un déficit de 227,5 l/s.

Cuadro 8-1: Balance de fuentes y captaciones – mes de marzo sistema Los Trapenses

Escenario	Oferta con proyecto (l/s)	Demanda (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	374	601,5	-227,5

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

El costo medio de ampliación de capacidad de fuentes, equivalente a 192,6 UF/l/s, que será considerado en las inversiones de la empresa Aguas Cordillera. Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional de 43.817 UF para la comuna de Lo Barnechea (Sistema Los Trapenses)

8.1.3 Centros de cloración y fluoración

La empresa sanitaria prevé una oferta de capacidad de cloración equivalente a 395 l/s para todo el sistema Los Trapenses (sin proyecto), suficiente para suplir la demanda al año 2028, proyectando un incremento de la capacidad de cloración en 15 l/s, para una oferta total de 410 l/s a partir del año 2029. Se estima que, para el escenario de crecimiento proyectado con incentivo, la demanda de todo el sistema será de 601,5 l/s, lo que equivale a un déficit de 191,5 l/s.

Cuadro 8-2: Balance de centros de cloración – Sistema Los Trapenses

Escenario	Oferta con proyecto (l/s)	Demanda (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	410	601,5	-191,5

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

De acuerdo con los datos del Cronograma Base de Obras de la Actualización Plan de Desarrollo se obtiene el costo medio de ampliación de capacidad de cloración resultando un costo unitario de aumento de capacidad equivalente a 178 UF/l/s. Se estima una inversión adicional de 34.087 UF para el sistema Los Trapenses

La empresa sanitaria prevé una oferta de capacidad de fluoración equivalente a 395 l/s del centro Punta de Águila, para el sistema Los Trapenses (sin proyecto), capacidad suficiente para cubrir la demanda hasta el año 2028, por lo que se prevé un incremento de capacidad en 15 l/s, para un total de 410 l/s al año 2029. Se estima que para el escenario de crecimiento proyectado con incentivo la demanda será de 601,5 l/s, lo que equivale a un déficit de 191,5 l/s.

Cuadro 8-3: Balance de centros de fluoración – Sistema Los Trapenses

Escenario	Oferta con proyecto (l/s)	Demanda (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	410	601,5	-191,5

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Del Cronograma Base de Obras de la Actualización Plan de Desarrollo se obtiene el costo medio de ampliación de capacidad de fluoración a partir del cual se calcula un costo unitario de aumento de capacidad igual a la media, equivalente a 114 UF/l/s

Para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional de 21.831 UF para el sistema Los Trapenses (comuna de Lo Barnechea).

8.1.4 Capacidad de elevación en producción – plantas elevadoras e impulsiones

La empresa prevé una oferta de capacidad elevación de 220 l/s (sin proyecto). Para el escenario de crecimiento proyectado con incentivo se estima una demanda de 351,7 l/s, por lo que se obtiene un déficit de 102 l/s.

Cuadro 8-4: Balance de plantas elevadoras de producción – Sistema Los Trapenses

Escenario	Oferta con proyecto (l/s)	Demanda (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	220	351,7	-131,7

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Considerando que el Plan de Desarrollo no requiere aumentar la capacidad de esta infraestructura y por tanto no se cuenta con costo de ampliación de capacidad de elevación para la etapa de producción, para ello se utilizan los costos correspondientes a la etapa de distribución de la empresa sanitaria Aguas Cordillera, resultando un costo unitario de aumento de capacidad igual a la media, equivalente a 142,5 UF/l/s

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para aumentar la capacidad de elevación del sistema, con una inversión adicional de 18.767 UF para el sistema Los Trapenses.

Adicionalmente la empresa sanitaria prevé una oferta de capacidad porteo de impulsiones suficiente para abastecer el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo.

Cuadro 8-5: Balance de impulsiones – Sistema Los Trapenses

Escenario	Oferta con proyecto (l/s)	Demanda (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	491	351,7	139,3

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

8.1.5 Conducciones de producción

Para este tipo de infraestructura, se asume que una porción de la red de conducciones no requerirá refuerzos (30%), mientras que el resto (70%) podrá requerir ser reforzada para abastecer la población incremental y por ende será sometida al balance de oferta-demanda. Adicionalmente se define una modelación paramétrica, por lo que se estima la demanda de la infraestructura en base a los metros de conducciones requeridos por habitante.

Según los datos de la Actualización Plan de Desarrollo, la empresa prevé una oferta de conducciones de producción con una longitud total de 16,2 km, para una población total de 22.462 hab en todo el sistema al año 15. Finalmente se estima una demanda de 0,50 m/hab, lo que equivale a un requerimiento de 16,6 km en conducciones para todo el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo. Así, se estima un déficit de 0,4 km.

Cuadro 8-6: Balance de conducciones de producción – Sistema Los Trapenses

Escenario	Oferta con proyecto (km)	Demanda (km)	Balance con proyecto (km)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	16,2	16,6	0,4

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos
Se utilizan los datos de oferta y demanda estimados para el mes de Abril.

Por falta de datos de inversión en conducciones de producción, se utilizan los costos de aumento de capacidad de conducciones correspondientes a la etapa de distribución de la empresa sanitaria Aguas Cordillera. Se asume un costo unitario de refuerzo igual a la media, equivalente a 9,5 UF//s

Se estima una inversión adicional de 3.800 UF para el sistema Los Trapenses

8.2 BALANCE OFERTA – DEMANDA: OBRAS DE DISTRIBUCIÓN

8.2.1 Volumen de regulación

La empresa sanitaria prevé una oferta de volumen de regulación en general, suficiente para satisfacer la demanda proyectada a lo largo del período de previsión del Plan de desarrollo. No obstante, se generan déficit de regulación en el Vista Hermosa Norte por lo que se prevé la construcción de un estanque de regulación denominado Los Bravos 2, de 1000 m³, en el año 2025. Para el escenario de crecimiento con incentivos se requiere volumen de regulación adicional en los estanques

Cuadro 8-7: Proyección de demanda volumen de regulación por sector, en el territorio operacional de la empresa Aguas Manquehue. Comuna de Lo Barnechea. Escenario: Proyección con incentivos.

Sistema estanques	Escenario y/o sector de distribución	Población			Volumen de regulación				Balance volumen de regulación	
		Total	Cobertura	Abastecida	Consumo	Incendio	Seguridad	TOTAL	Oferta	Deficit o superhábit
		hab	%	hab	m3	m3	m3	m3	m3	m3
Todos	Proyectada (con incentivos)	32.075	100%	32.075	7.582	691	4.212	11.794	12.150	356
El Golf de Manquehue	El Golf de Manquehue El Golf de Manquehue Alto	12.284	100%	12.284	3.141	230	1.745	4.885	5.750	865
Manso de Velasco	Manso de Velasco Bajo Manso de Velasco Alto El Litre	13.030	100%	13.030	2.926	230	1.626	4.552	3.400	(1.152)
Vista Hermosa Norte	Vista Hermosa Norte	4.408	100%	4.408	1.127	115	626	1.753	2.000	247
Vista Hermosa Sur	Vista Hermosa Sur	2.353	100%	2.353	602	115	334	937	1.000	63

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

La empresa sanitaria contará al año 2034, con una oferta de volumen de regulación conjunto de 12.150 m³ distribuidos en cuatro estanques de regulación que sirven siete sectores de distribución. Para cubrir la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivos, se requiere un refuerzo del estanque Manso de Velasco en 1.152 m³.

De acuerdo con los datos del Cronograma Base de Obras de la Actualización Plan de Desarrollo de la empresa Aguas Cordilleras se obtiene el costo medio de ampliación del volumen de regulación. Se asume un costo unitario de aumento de capacidad igual a la media, equivalente a 9,2 UF/m³.

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para aumentar el volumen de regulación de 10.598 UF para el sistema Los Trapenses de la comuna de Lo Barnechea.

8.2.2 Conducciones de distribución

Al igual que para conducciones de producción, se asume que una porción de la red de conducciones no requerirá refuerzos (30%), mientras que el resto (70%) podrá requerir ser reforzada para abastecer la población incremental y por ende será sometida al balance de oferta-demanda. Adicionalmente se define una modelación paramétrica, por lo que se estima la demanda de la infraestructura en base a los metros de conducciones requeridos por habitante.

Según los datos de la Actualización Plan de Desarrollo, la empresa prevé una oferta de conducciones de producción con una longitud total de 3,4 km, para una población total de 22.462 hab en todo el sistema al año 15 para un total de 0,11 m/hab, lo que equivale a un requerimiento de 3,5 km en conducciones para todo el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo. Se estima un déficit de 85 metros de conducciones de distribución.

Cuadro 8-8: Balance de conducciones de distribución – Sistema Los Trapenses

Escenario	Oferta con proyecto (km)	Demanda estimada (km)	Balance con proyecto (km)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	3,4	3,5	0,08

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Considerando que el Plan de Desarrollo de la empresa no presenta déficit de capacidad en el horizonte de previsión del estudio, año 2034, y por tanto no se tienen costos de inversión, se utilizan los costos de aumento de capacidad correspondientes de la empresa sanitaria Aguas Cordillera. Se asume un costo unitario de refuerzo igual a la media, equivalente a 9,5 UF//s

Se estima una inversión adicional de 798 UF para el sistema Los Trapenses

8.2.3 Red de distribución

Al igual que para conducciones de producción, se asume que una porción de la red de distribución no requerirá refuerzos (30%), mientras que el resto (70%) podrá requerir ser reforzada para abastecer la población incremental y por ende será sometida al balance de oferta-demanda. Adicionalmente se define una modelación paramétrica, por lo que se estima la demanda de la infraestructura en base a los metros de conducciones requeridos por habitante.

Según los datos de la Actualización Plan de Desarrollo, la empresa prevé una longitud total de red de distribución equivalente a 86 km, para una población total de 22.462 hab en todo el sistema al año 15. Finalmente se estima una demanda de 2,6 m/hab, lo que equivale a un requerimiento de 88,1 km de red para todo el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo. Así, se estima un déficit de 2,1 km.

Cuadro 8-9: Balance de conducciones de distribución – Sistema Los Trapenses

Escenario	Oferta con proyecto (km)	Demanda estimada (km)	Balance con proyecto (km)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	86	88,1	2,1

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Se asume un costo unitario de aumento de red equivalente a 4 UF/m, estimado en base a la experiencia de modelación.

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para reforzar y aumentar la red de distribución. Se estima una inversión adicional de 8.526 UF para el sistema Los Trapenses.

8.2.4 Capacidad de elevación en distribución – plantas elevadoras e impulsiones

A continuación, se presenta el balance para las plantas elevadoras de distribución en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo. Se observa un déficit para las plantas Carbonera 1, El Litre, Punta de Águilas 1 y Punta de Águilas 3.

La empresa sanitaria prevé inversiones de 1.100 UF y 2.100 UF en las plantas elevadoras de distribución Carbonera 1 y Punta de Águilas 3 al año 2024 y 2032 respectivamente.

Cuadro 8-10: Balance de plantas elevadoras de distribución – Sistema Los Trapenses

Nombre	Capacidad elevación con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Carbonera 1	50	93,7	-23,7
Carbonera 2	50	48,3	1,7
El Litre	53	60,0	-7,0
Manso de Velasco	34	26,4	7,6
Punta de Águilas 1	200	215,2	-15,2
Punta de Águilas 2	300	291,3	8,7
Punta de Águilas 3	60	93,7	-3,7
Manso de Velasco 2	16	11,7	4,3

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

De acuerdo con los datos del Cronograma Base de Obras de la Actualización Plan de Desarrollo se obtiene el costo medio de ampliación de capacidad de elevación. El costo unitario de aumento de capacidad igual a la media, equivalente a 62,5 UF/l/s

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para aumentar la capacidad de elevación del sistema. Se estima una inversión adicional de 3.100 UF.

La empresa sanitaria prevé una oferta de capacidad porteo de impulsiones suficiente para abastecer el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo, excepto para la impulsión La Carbonera 1 en la que se presenta un déficit de 26,7 l/s.

Cuadro 8-11: Balance de impulsiones – Sistema Los Trapenses

Nombre	Capacidad de porteo con proyecto (l/s)	Demanda estimada (l/s)	Balance con proyecto (l/s)
Carbonera 1	67	93,7	-26,7
Carbonera 2	123	50,0	73,0
El Litre	123	60,0	63,0
Manso de Velasco	39	34,0	5,0
Punta de Águilas 1	398	215,2	182,8
Punta de Águilas 2	491	300,0	191,0
Punta de Águilas 3	123	93,7	29,3
Manso de Velasco 2	41	16,0	25,0

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

De acuerdo con los datos del Cronograma Base de Obras de la Actualización Plan de Desarrollo se obtiene el costo medio de ampliación de capacidad de impulsiones. Se asume un costo unitario de aumento de capacidad igual a la media, equivalente a 17,8 UF/l/s y se estima una inversión adicional de 476 UF para el sistema Los Trapenses.

8.3 BALANCE OFERTA – DEMANDA: OBRAS DE RECOLECCIÓN

8.3.1 Capacidad de elevación en recolección – plantas elevadoras e impulsiones

La empresa sanitaria no presenta en la Actualización Planes de Desarrollo balance para impulsiones o plantas elevadoras de recolección de aguas servidas, por lo que no es posible estimar la demanda proyectada de esta infraestructura al escenario de crecimiento proyectado con incentivo.

8.3.2 Conducciones de recolección

Al igual que para conducciones de agua potable, se asume que una porción de la red de conducciones no requerirá refuerzos (30%), mientras que el resto (70%) podrá requerir ser reforzada para abastecer la población incremental y por ende será sometida al balance de oferta-demanda. Adicionalmente se define una modelación paramétrica, por lo que se estima la demanda de la infraestructura en base a los metros de conducciones requeridos por habitante.

Según los datos de la Actualización Plan de Desarrollo, la empresa prevé una oferta de conducciones de recolección con una longitud total de 1,2 km, para una población total de 22.462 hab en todo el sistema al año 15. Finalmente se estima una demanda de 0,04 m/hab, lo que equivale a un requerimiento de 1,23 km en conducciones para todo el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo. Así, se estima un déficit de 0,03 km.

Cuadro 8-12: Balance de conducciones de recolección – Sistema Los Trapenses

Escenario	Oferta con proyecto (km)	Demanda estimada (km)	Balance con proyecto (km)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	1,2	1,23	0,03

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Se asume un costo unitario de refuerzo equivalente a 18,4 UF/m. Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para reforzar y aumentar la red de conducciones. Se estima una inversión adicional de 547 UF para el sistema Los Trapenses

Cabe resaltar que la empresa sanitaria presenta los valores de capacidad de las conducciones de recolección, que presentan un balance oferta demanda positivo al año 15, lo que significa que la inversión requerida podría ser inferior.

8.3.3 Red de recolección

Al igual que para conducciones de producción, se asume que una porción de la red de distribución no requerirá refuerzos (30%), mientras que el resto (70%) podrá requerir ser reforzada para abastecer la población incremental y por ende será sometida al balance de oferta-demanda. Adicionalmente se define una modelación paramétrica, por lo que se estima la demanda de la infraestructura en base a los metros de conducciones requeridos por habitante.

Según los datos de la Actualización Plan de Desarrollo, la empresa prevé una longitud total de red de distribución equivalente a 68,6 km, para una población total de 22.462 hab en todo el sistema al año 15. Finalmente se estima una demanda de 2,14 m/hab, lo que equivale a un requerimiento de 70,3 km de red para todo el sistema en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo. Así, se estima un déficit de 1,7 km.

Cuadro 8-13: Balance de conducciones de recolección – Sistema Los Trapenses

Escenario	Oferta con proyecto (km)	Demanda estimada (km)	Balance con proyecto (km)
Escenario de crecimiento proyectado con incentivo	68,6	70,3	1,7

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Se asume un costo unitario de aumento de red equivalente a 7 UF/m, estimado en base a la experiencia de modelación.

Se concluye que, para abastecer la demanda del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es necesaria una inversión adicional para reforzar y aumentar la red de distribución con una inversión adicional de 11.900 UF para el sistema Los Trapenses

9 BALANCE OFERTA-DEMANDA – Aguas Andinas S.A.

9.1 BALANCE OFERTA – DEMANDA: OBRAS DE DISPOSICIÓN

La totalidad de las aguas servidas de la empresa sanitaria Sacyr Aguas Santiago S.A., Aguas Cordillera y Manquehue S.A (sector Los Trapenses) son descargadas a la red de recolección y finalmente tratadas por la empresa Aguas Andinas en la Macroárea Mapocho – La Farfana. Para efectos de estimar la incidencia del territorio operacional de cada una de las empresas sanitarias, en la inversión que la empresa Aguas Andinas debe realizar en el proceso de recolección y disposición, se estimó la proporcionalidad del caudal medio de cada una de ellas respecto del caudal medio total de la empresa Aguas Andinas. La inversión realizada por la empresa Aguas Andinas para implementar la Actualización Plan de Desarrollo, propuesto⁴ es de 10.550.237 UF en recolección y de 1.716.685 UF en disposición. Las inversiones presentadas no incluyen IVA.

La población servida en el proceso de recolección y disposición por la empresa Aguas Andinas según los diferentes sectores de disposición es de 5.714.260 hab, distribuidos, según se indica:

1. La Farfana: 3.422.722 hab.
2. Trebal: 933.211 hab.
3. Macro área – Mapocho: 1.358.327 hab.

La Actualización Plan de Desarrollo, septiembre 2020, de la empresa Aguas Andinas proyecta una inversión de 0,30 UF/hab para la etapa de disposición de aguas servidas y de 1,84 UF/hab en la etapa de recolección. Considerando que el incremento de la población en la comuna de los Bamechea requiere de obras adicionales tanto en redes de recolección como en disposición y tratamiento de aguas servidas de la empresa Aguas Andinas se utilizarán los valores medios indicados. Considerando el criterio señalado en el estudio desarrollado se estima que un 70% de las redes de recolección de Aguas Andinas requerirán refuerzos o mejoramientos como consecuencia del aumento de población considerado para la comuna de Lo Barnechea.

La población incremental propuesta en el escenario de crecimiento con incentivos es de 80.199 hab. Por lo tanto, la inversión requerida para sanear la población incremental del escenario de crecimiento proyectado con incentivo, se estima en 103.858 UF para la etapa de recolección y de 24.060 UF para la etapa de disposición. Ambas inversiones no incluyen IVA.

⁴ Planes de Desarrollo Aguas Andinas, Septiembre de 2020

10 INVERSIÓN TOTAL ESTIMADA – Sistema de Agua Potable y Aguas Servidas

A continuación, se presenta la inversión total para cada empresa sanitaria, necesaria para abastecer a la población al escenario de crecimiento proyectado con incentivo, y la inversión propuesta según la Actualización Plan de Desarrollo. Las inversiones indicadas no incluyen IVA.

Cuadro 10-1: Inversión estimada empresa Aguas Cordillera. Comuna de Lo Barnechea**Escenario de crecimiento de población con incentivos**

Escenario	Producción (UF) sin IVA	Distribución (UF) sin IVA	Recolección (UF) sin IVA	Total Agua Potable (UF) sin IVA	Total Aguas Servidas (UF) sin IVA	Total (UF) Sin IVA
Plan de Desarrollo	92.709	210.376	212.622	303.085	212.622	515.707
Proyectado (con incentivos) Población incremental	112.317	81.120	29.050	193.437	29.050	222.487

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Cuadro 10-2: Inversión estimada empresa Sacyr Aguas Santiago S.A. Comuna de Lo Barnechea**Escenario de crecimiento de población con incentivos**

Escenario	Producción (UF) sin IVA	Distribución (UF) sin IVA	Recolección (UF) sin IVA	Total Agua Potable (UF) sin IVA	Total Aguas Servidas (UF) sin IVA	Total (UF) Sin IVA
Plan de Desarrollo	10.812	0	1.122	10.812	1.122	11.934
Proyectado (con incentivos) Población incremental	23.992	11.712	6.679	35.704	6.679	42.383

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Cuadro 10-3: Inversión estimada empresa Aguas Manquehue. Comuna de Lo Barnechea**Escenario de crecimiento de población con incentivos**

Escenario	Producción (UF) sin IVA	Distribución (UF) sin IVA	Recolección (UF) sin IVA	Total Agua Potable (UF) sin IVA	Total Aguas Servidas (UF) sin IVA	Total (UF) Sin IVA
Plan de Desarrollo	59.864	88.603	46.494	148.467	46.494	194.961
Proyectado (con incentivos) Población incremental	78.485	23.498	12.447	101.983	12.447	114.430

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Cuadro 10-4: Inversión estimada empresa Aguas Andinas. Comuna de Lo Barnechea.**Escenario de crecimiento de población con incentivos**

Escenario	Recolección (UF) sin IVA	Disposición (UF) sin IVA	Total Aguas Servidas (UF) sin IVA	Total (UF) Sin IVA
Plan de Desarrollo	10.550.237	1.716.685	12.266.922	12.266.922
Proyectado (con incentivos)	58.993	58.994	117.987	117.987

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

A continuación, se presenta la inversión agregada de las empresas sanitarias necesaria para abastecer a la población al escenario de crecimiento proyectado con incentivo. Las inversiones indicadas no incluyen IVA.

Cuadro 10-5: Inversión total estimada. Comuna de Lo Barnechea**Escenario de crecimiento de población con incentivos**

Escenario	Producción (UF) sin IVA	Distribución (UF) sin IVA	Recolección (UF) sin IVA	Disposición (UF) sin IVA	Total Agua Potable (UF) sin IVA	Total Aguas Servidas (UF) sin IVA
Plan de Desarrollo (2034)	163.385	298.979	260.238	0	462.364	260.238
Proyectado (con incentivos) Población incremental	214.794	116.330	107.169	58.994	331.124	166.163

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Finalmente se señala la inversión incremental sin IVA, requerida para el escenario de proyección de crecimiento de población con incentivos, por etapa:

- ✓ Etapa de producción de agua potable: **214.794 UF**
- ✓ Etapa de distribución de agua potable: **116.330 UF**
- ✓ Etapa de recolección de aguas servidas: **107.169 UF**
- ✓ Etapa de disposición de aguas servidas: **59.994 UF**

Para las etapas de producción y distribución se incluyen las inversiones de agua potable de la empresa Aguas Cordilleras, necesarias para abastecer el incremento de población del sector Los Trapenses de Aguas Manquehue.

Para las etapas de recolección y disposición se incluyen las inversiones necesarias en el área de concesión de Aguas Andinas para recibir el aporte de las empresas Aguas Cordillera y Sacyr Aguas Santiago.

La inversión total requerida para abastecer de infraestructura y prestar los servicios por parte de las empresas sanitarias, a la población incremental estimada de 80.199 hab., en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es de 497.287 UF. Las inversiones indicadas no incluyen IVA.

La inversión unitaria en el escenario proyectado (con incentivos) es de 4,13 UF/hab para el sistema de agua potable y de 2,07 UF/hab para el sistema de aguas servidas. El Plan de Desarrollo de las empresas sanitarias estima que al año 2034 se requerirá una inversión unitaria para abastecer a la población incremental entre los años 2019 y 2034, equivalente a 22.605 habitantes, siendo de 20,45 UF/hab para el sistema de agua potable y de 11,51 UF/hab para el sistema de aguas servidas.

11 EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN

Estudio de riesgos. Plan Regulador Comuna de Lo Barnechea

El estudio señala que por la configuración geomorfológica de la comuna los riesgos asociados a eventos extremos de precipitaciones se asocian en mayor medida a fenómenos de remoción en masa y no se deben a eventos de inundación por lluvias asociadas a periodos de retomo de diseño de las redes de colectores urbanos como lo es la red primaria y secundaria de aguas lluvias. Los fenómenos de precipitación que pueden activar quebradas no forman parte de los criterios de diseño de las redes urbanas de aguas lluvias ya que sería de alto costo y se aumentaría considerablemente el riesgo de afectación de la población al conducir este tipo de escurrimientos por la red de colectores y trama urbana.

La comuna cuenta con numerosas quebradas en la cabecera de ella, así como una serie de canales y esteros que cruzan la trama urbana. Los cauces mayores como el río Mapocho y el Estero El Arrayán son aquellos que han sufrido y continuarán siendo afectados por inundaciones, y desbordan sus cauces hacia las terrazas fluviales laterales. Por ello, el sector habitado de El Arrayán es una de las zonas del área de estudio más expuestas a la amenaza de inundaciones. De similar forma, el sector ribereño del Mapocho representa una zona altamente expuesta a inundaciones, específicamente las terrazas sobre las que se ubican algunas poblaciones que ya han sido inundadas en los años de eventos extremos. Sin embargo, se hace notar que, con posterioridad a estas inundaciones, se han construido obras de mitigación para parte importante de estas terrazas.

Otros cauces, como Las Hualtatas y Huallalolén, también presentan condiciones para que se generen desbordes que afecten a zonas de diferentes extensiones, como resultado de eventos meteorológicos extremos.

Casi la totalidad de los cauces del área urbanizada se encuentran intervenidos, con obras de contención, mejoramiento de las condiciones para el escurrimiento o recubrimiento de tramos de diferente extensión. Además, en muchos de los casos, los lugares por donde escurren los cauces han sido modificados, en ocasiones con pequeños ajustes del trazado y en otros, con modificaciones completas respecto de la condición natural, como son los casos de las quebradas Oscura y Los Guindos. En consecuencia, en caso de falla de las obras de escurrimiento, las zonas inundadas resultarán difíciles de predecir. En caso de que la falla ocurra en una zona recubierta, el lugar más probable de desborde corresponde a la zona donde esta comienza, por lo tanto, estos son los más susceptibles a desbordarse. Esto es particularmente complejo en algunos cauces como la quebrada El Gabino, que intercala canales abiertos con canales cubiertos.

Las características ya descritas corresponden a los factores condicionantes de este tipo de amenaza, donde una morfología que permita el encauce de aguas ya sean ríos, esteros o quebradas, determina los sectores susceptibles a ser afectados por inundaciones por desborde de cauces. Esta aseveración es respaldada por el catastro, las observaciones de terreno y por la opinión de los encargados de seguridad de la comuna. Las terrazas fluviales adyacentes a los cauces también corresponden a zonas susceptibles debido a que se comportan como planicies de inundación, por lo que su identificación y sus características como altura y ubicación respecto al cauce principal, van a determinar su nivel de susceptibilidad.

Por otro lado, no existen datos concretos sobre inundaciones por anegamiento en el área de estudio. La morfología del área de estudio, caracterizada por altas pendientes, elevaciones, y desnivel no reúne las condiciones necesarias para que este peligro sea de relevancia en el área de estudio. Por ello, el peligro de inundaciones por anegamiento no se ha zonificado.

También existen áreas que podrían ser afectadas por inundaciones asociadas a los tranques La Dehesa 1 y 2, La Poza y Embalse Larrain (también conocido como El Rodeo), así como al tranque Los Trapenses,

actualmente drenado. En los tranques que se encuentran en operación, las obras cuentan con estudios que respaldan su construcción y operación y consideran los escenarios de eventos de precipitación en su diseño en el que se definió como área de inundación la cota máxima que puede alcanzar cada uno de los tranques, definida a partir de la topografía del área.

Se ha considerado que el tranque drenado, asociado a la quebrada El Carrizo, no presentaría condiciones para inundarse, porque en la actualidad existen obras destinadas a encauzar la quebrada siguiendo un trazado similar al cauce original. Estas obras cuentan con estudios fundados que las respaldan, sin embargo, se ha considerado que no es posible descartar que, en algunas de las zonas más bajas ubicadas en el contorno del cauce, puedan ocurrir inundaciones en el caso de una crecida de magnitud extrema.

Por último, la desembocadura de quebradas en zonas llanas también representa un área susceptible a inundaciones, lo que ocurre en varios sectores del área urbana en estudio.

Con respecto a los factores gatillantes, la ocurrencia de lluvias intensas corresponde al principal desencadenante natural, que puede activar tanto una pequeña parte de la red, sin escorrentía, o aumentar el caudal normal de un cauce activo. Lo anterior, permite determinar que todos los cauces deben tener algún grado de susceptibilidad de inundaciones, independiente del tamaño o forma de la cuenca aportante.

En un escenario de cambio climático, el análisis de los peligros que pueden afectar a la comuna se hace en condiciones de incertidumbre. Aunque no se hace un análisis detallado al respecto, algunos factores que pueden afectar el análisis son la incertidumbre respecto a la cantidad de precipitaciones, la ubicación del límite entre la zona de precipitaciones líquidas y sólidas, y el estado de conservación de la vegetación.

11.1 INUNDACIONES

En el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" hay una gran cantidad de cauces de origen natural, pero de ellos, el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) define áreas de riesgo para 15, incluido el río Mapocho y el Estero El Arrayán. Los cauces ubicados en el área urbana en estudio, tanto los que se encuentran normados por el PRMS como los que no, mayoritariamente, han sido intervenidos, ya sea para modificar sus trazados, entubarlos o construir obras destinadas a contenerlos durante las crecidas. Estas obras modifican, mediante Documentos Ordinarios, la delimitación de áreas que presentan condiciones favorables para inundarse y autorizan las construcciones en un área específica, que puede relacionarse con proyectos grandes (como un loteo o edificio) o con un único Rol.

11.2 FLUJOS DE BARRO Y/O DETRITOS

Los flujos o aluviones son procesos diferentes de las inundaciones, y ambos peligros no se comportan de igual manera. En este sentido, aunque las obras de mitigación reducen el riesgo asociado a este peligro, no han sido diseñadas para esto, y, en caso de ocurrir un flujo, podrían ser superadas. Según los modelos numéricos, esto podría ocurrir en algunos sectores, ubicados en las terrazas del río Mapocho, donde los flujos pueden superar las medidas de contención diseñadas para inundaciones. Una consecuencia de esta situación es que las medidas de mitigación podrían generar una falsa sensación de seguridad respecto de los peligros.

En los sectores en donde se han modificado los cauces, en caso de ocurrir un flujo, el escurrimiento tendería a buscar las zonas más deprimidas, donde originalmente se encontraban los cauces. Los casos donde esto ocurre de manera más evidente son las quebradas Oscura y Los Guindos.

El estudio citado modeló dos quebradas: Huallalolén y Ñilhue. Se eligieron estas quebradas por ser las que han presentado más problemas de flujos en el último tiempo. Sin embargo, también merecen especial atención la

quebrada Novillo Muerto y varias que se encuentran en la zona montañosa ubicada entre el estero El Arrayán y el río Mapocho. Posiblemente, en el futuro se debieran desarrollar nuevos modelos para ellas.

11.3 PROCESOS DE LADERA

Los factores considerados para definir la susceptibilidad asociada a este peligro fueron la pendiente del terreno, la presencia de afloramientos de roca y la existencia de unidades geológicas de mala calidad geotécnica (Formación Abanico) o asociadas a grandes remociones en masa (megadeslizamientos) ocurridas en el pasado.

Las zonas susceptibles a estos peligros se concentran mayoritariamente en las laderas de las zonas montañosas y de los cerros isla, aunque también se pueden encontrar en algunos cauces.

En general, el territorio estudiado se encuentra más expuesto a caídas de rocas que a deslizamientos.

Finalmente, como se ha señalado existen en la comuna de Lo Barnechea múltiples cauces (río, esteros y quebradas), propensos a causar inundaciones por desborde de cauces, de los cuales un grupo se encuentra actualmente regulado por el PRC vigente (como resultado de lo establecido en el PRMS) y un segundo grupo de quebradas menores, las cuales fueron analizadas, según su prioridad, en el Estudio de Riesgo y Protección Ambiental Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea Municipalidad de Lo Barnechea, elaborado por Infracon Consultores en 2014. Para todos estos cauces el estudio de riesgos desarrolló la línea base hidrológica para estimar los caudales de crecida asociados a distintos periodos de retorno.

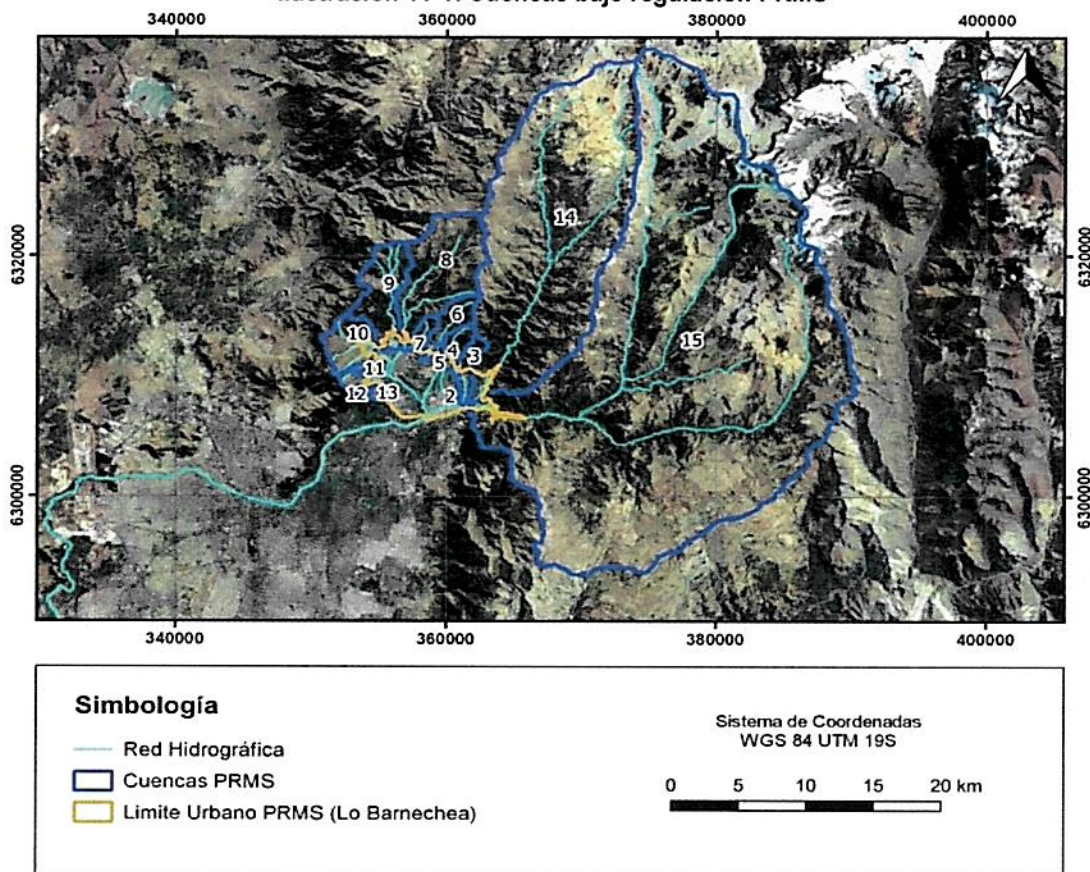
i) Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS). MINVU, 1994, y sus actualizaciones.

El PRMS define como áreas de alto riesgo a los territorios en los cuales el emplazamiento de asentamientos humanos se debe restringir en forma parcial o total, en consideración a las características que presentan.

En el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" hay una gran cantidad de cauces de origen natural, pero de ellos, el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) define áreas de riesgo para 15, incluido el río Mapocho y el Estero El Arrayán

En los cauces normados por el PRMS, existe un interés de los particulares por mejorar la definición del área de riesgo, mientras que, en los cauces no normados, los particulares no tienen incentivos para hacer estudios relativos a este tema. Así, mientras los cauces incluidos en el PRMS cuentan con medidas de mitigación que hacen que poca infraestructura se encuentre en zonas inundables, los cauces no incluidos en la normativa, por lo general, no cuentan con estudios fundados para mitigar el riesgo.

Ilustración 11-1: Cuencas bajo regulación PRMS



Fuente: Estudio de Riesgo. PRC Lo Barnechea

Cuadro 11-1: Caudales de crecida estimados para distintos periodos de retorno (menores a 25.000 m²)

N°	Cuenca	Coeficiente de escorrentía (T=10 años)	Caudales Máximos (m ³ /s)					
			T=2	T=5	T=10	T=25	T=50	T=100
1	Qda. El Aji	0,47	4,8	6,2	7,2	9,5	12,1	13,4
2	Qda. Las Zorras	0,53	1,8	2,3	2,7	3,6	4,3	5,0
3	Qda. El Gabino	0,5	6,1	7,9	9,3	12,1	15,5	17,2
4	Qda. El Peumo	0,5	8,1	10,4	12,2	16,0	20,4	22,6
5	Qda. Las Rosas	0,44	1,8	2,3	2,7	3,5	4,4	4,9
6	Qda. El Manzano	0,54	14,3	18,5	21,6	28,3	36,1	40,0
7	Qda. El Culén	0,51	7,3	9,4	11,0	14,4	18,3	20,3
9	Qda. Oscura	0,47	25,2	32,4	37,9	49,7	63,4	70,3
10	Qda. Carrizo	0,46	19,9	25,6	30,0	39,3	50,1	55,5
11	Qda. Los Chanchos	0,5	2,4	3,1	3,6	4,8	6,1	6,8
12	Qda. La Carbonera	0,53	8,3	10,7	12,5	16,4	20,9	23,2
13	Qda. El Guindo	0,55	3,7	4,8	5,6	7,3	8,9	10,3

Fuente: Estudio de Riesgo. PRC Lo Barnechea

En el cuadro siguiente se presentan los caudales de crecida estimados a partir de aplicar el método Racional.

Cuadro 11-2: Caudales de crecida (m³/s) seleccionados

Cuenca	Periodo de Retorno (años)					
	2	5	10	20	50	100
Qda. Oscura	12,0	23,1	32,8	43,7	58,4	77,3
Estero Hualtatas	12,3	23,8	33,7	45,0	60,0	79,4
Estero Hualtatas 2	31,9	61,6	87,3	116,5	155,5	205,8
Estero El Arrayán	28,7	55,3	78,4	104,6	139,7	184,8

Fuente: Estudio de Riesgo. PRC Lo Barnechea

Como la mayor parte de la red de drenaje ha sido modificada, ya sea mediante obras de contención en el mismo lugar o por modificaciones del trazado, en caso de que la cantidad de agua supere la capacidad de los cauces, el excedente no necesariamente seguirá lo cauces y existirá un nivel de incertidumbre importante respecto de las zonas por donde escurriría el agua.

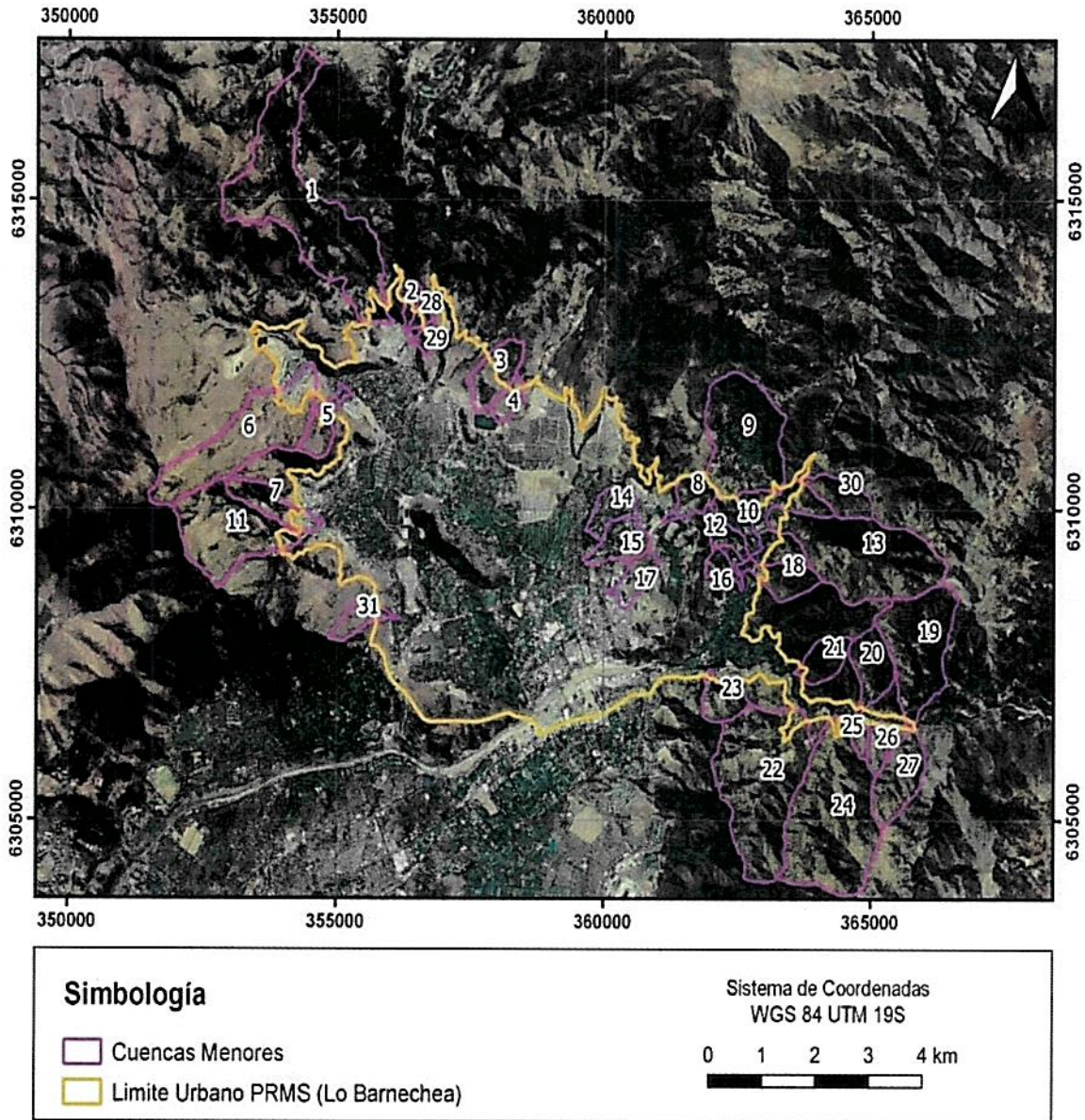
En el estudio de Riesgo que forma parte del Plan Regulador Comuna de Lo Barnechea, se elaboró un modelo numérico de inundación en la quebrada Las Zorras, que en su entorno está habitada por parte de la población más vulnerable de la comuna, lo que impide que la población pueda hacer estudios específicos para acotar las áreas de riesgo.

Las pendientes relativamente altas que se encuentran en la mayor parte del territorio favorecen el escurrimiento a través de la superficie e impiden que se formen zonas de acumulación de agua.

- i) Estudio de Riesgo y Protección Ambiental Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea. Municipalidad de Lo Barnechea, elaborado por Infracon Consultores, 2014.

Estudio Fundado de Riesgos en los cauces de 31 quebradas no reguladas por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS). Los resultados corresponden a la identificación y zonificación de las áreas urbanas susceptibles a ser afectadas por un peligro natural de acuerdo con los criterios y definiciones expuestos en el artículo 2.1.17 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).

Ilustración 11-2: Cuencas menores "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea"



Fuente: Estudio de Riesgo. PRC Lo Barnechea

Cuadro 11-3: Caudales de crecida estimados para distintos periodos de retorno

N°	Cuenca	Coeficiente de escorrentía (T=10 años)	Caudales Máximos (m³/s)					
			T=2	T=5	T=10	T=25	T=50	T=100
1	Oscura	0,48	6,8	8,8	10,3	13,5	16,5	19,1
2	Afluente Oscura III	0,51	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4	1,6
3	Q2	0,52	2,1	2,7	3,1	4,1	5,0	5,8
4	Q3	0,54	1,0	1,3	1,5	2,0	2,4	2,8
5	Q21	0,56	1,6	2,1	2,4	3,2	3,9	4,5
6	Las Lechuzas	0,54	5,5	7,1	8,3	10,9	13,3	15,4
7	Los Clarines	0,52	1,8	2,4	2,8	3,6	4,4	5,1
8	Q7	0,54	1,6	2,0	2,4	3,1	3,8	4,4
9	Los Quillayes	0,47	5,7	7,3	8,6	11,2	13,7	15,9
10	Q11	0,52	1,3	1,7	2,0	2,6	3,2	3,7
11	La Carbonera I	0,52	5,7	7,4	8,6	11,3	13,8	15,9
12	Q10	0,52	1,1	1,4	1,6	2,1	2,6	3,0
13	Huallalolén	0,58	7,9	10,2	12	17,9	19,2	22,2
14	La Laguna	0,46	1,3	1,7	2,0	2,6	3,2	3,7
15	Quebrada Grande/Las Nipas	0,46	1,6	2,0	2,4	3,1	3,8	4,4
16	Q9	0,52	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1
17	Los Pitufos (Nido de Águilas)	0,52	1,4	1,9	2,2	2,9	3,5	4,0
18	Q13	0,54	2,0	2,6	3,0	3,9	4,8	5,6
19	Del Ñilhue	0,58	6,1	7,9	9,2	12,5	14,8	17
20	Q15	0,59	3,0	3,9	4,6	6,0	7,3	8,4
21	Q14	0,59	2,2	2,8	3,3	4,4	5,3	6,2
22	Las Varas	0,24	3,8	5,0	5,8	7,6	9,3	10,7
23	Q19	0,56	1,8	2,4	2,8	3,6	4,4	5,1
24	El Parrón	0,56	8,5	11,0	12,9	16,9	20,6	23,8
25	Q18	0,57	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	2,0
26	Q17	0,57	1,0	1,2	1,4	1,9	2,3	2,7
27	Q16	0,56	3,0	3,9	4,6	6,0	7,3	8,5
28	Afluente Oscura II	0,51	0,5	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5
29	Afluente Oscura I	0,51	0,6	0,7	0,8	1,1	1,4	1,6
30	Q12	0,56	2,0	2,6	3,1	4,1	5,0	5,7
31	Chorro de la Vieja	0,54	1,4	1,7	2,0	2,7	3,3	3,8

Fuente: Estudio de Riesgo. PRC Lo Barnechea

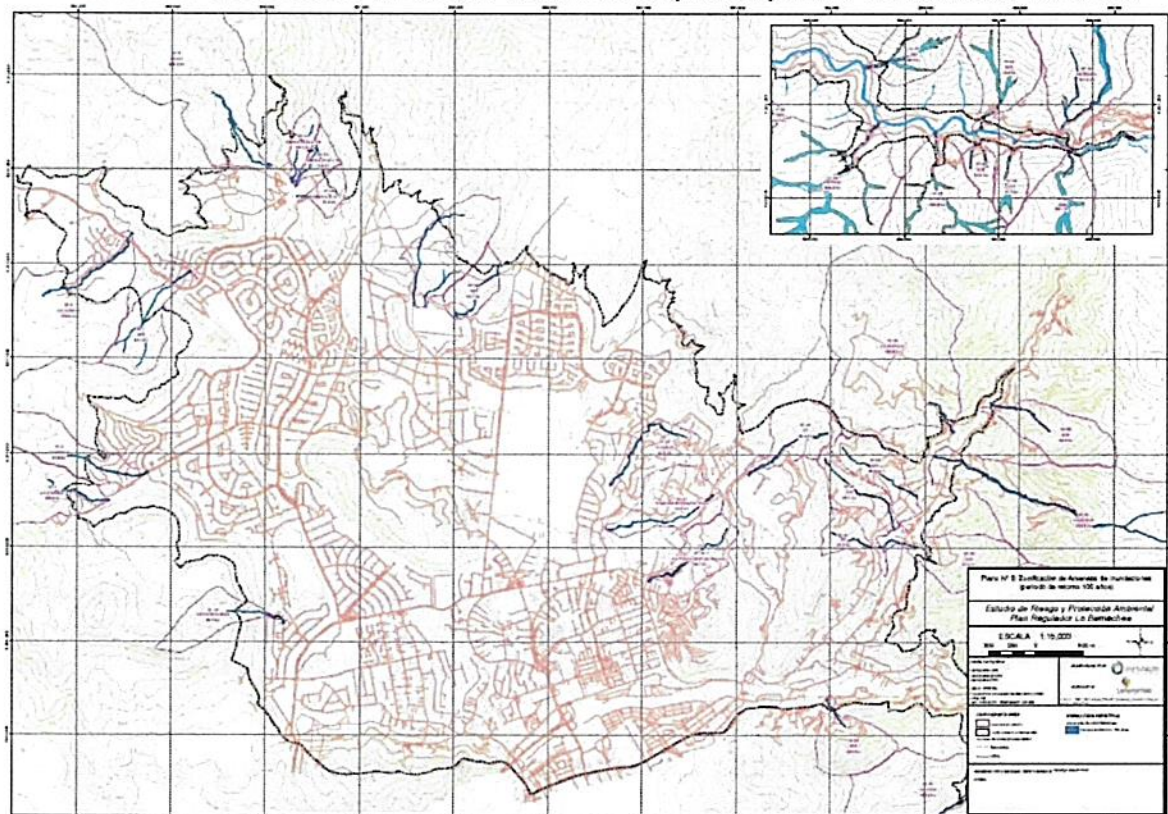
En el Cuadro siguiente, se presentan los resultados de caudales máximos instantáneos de 100 años de periodo de retorno. Estos caudales fueron estimados con el método racional el cual entregó los caudales más conservadores para todas las cuencas.

Cuadro 11-4: Caudal instantáneo de 100 años de periodo de retorno estimadas por el Método Racional.

Quebrada	Ap (km ²)	PDT (mm)	i (mm/hr)	C	Qi (m ³ /s)
Afluente Oscura I	0,10	16,63	16,63	0,36	0,17
Afluente Oscura II	0,13	16,63	16,63	0,38	0,23
Afluente Oscura III	0,15	16,63	16,63	0,37	0,26
Chorro de la Vieja	0,38	16,63	16,63	0,35	0,62
Del Ñilhue	1,98	20,33	20,33	0,35	3,91
El Parrón	3,60	19,40	19,40	0,35	6,79
Huallalolén	2,98	20,10	20,10	0,35	5,84
La Carbonera I	2,09	16,63	16,63	0,35	3,42
La Laguna	0,42	17,79	17,79	0,55	1,15
Las Lechuzas	2,54	16,63	16,63	0,36	4,24
Quebrada Grande/Las Nipas	0,55	17,79	17,79	0,48	1,30
Las Varas	3,52	18,94	18,94	0,35	6,52
Los Clarines	0,61	16,63	16,63	0,39	1,10
Los Pitufos (Nido de águilas)	0,39	17,79	17,79	0,41	0,79
Los Quillayes	2,41	19,17	19,17	0,38	4,90
Oscura	4,38	16,63	16,63	0,35	7,08
Q2	0,46	17,09	17,09	0,35	0,77
Q3	0,19	17,09	17,09	0,35	0,31
Q7	0,42	18,25	18,25	0,38	0,80
Q9	0,17	18,48	18,48	0,37	0,32
Q10	0,27	18,71	18,71	0,40	0,55
Q11	0,30	18,71	18,71	0,42	0,66
Q12	0,50	20,10	20,10	0,35	0,97
Q13	0,50	19,17	19,17	0,35	0,94
Q14	0,48	19,40	19,40	0,35	0,91
Q15	0,73	19,87	19,87	0,35	1,40
Q16	0,95	20,10	20,10	0,35	1,85
Q17	0,20	19,87	19,87	0,35	0,39
Q18	0,14	19,64	19,64	0,35	0,27
Q19	0,44	18,25	18,25	0,36	0,82
Q21	0,40	16,63	16,63	0,35	0,65

Fuente: Estudio de Riesgo (2021). PRC Lo Barnechea

Finalmente, en base a los caudales máximos instantáneos para un periodo de retorno de 100 años se realizó la modelación hidráulica de las quebradas entregando los resultados que se presentan en la ilustración siguiente.

Ilustración 11-3: Resultados del modelo de inundación para un periodo de retorno de 100 años.

Fuente: Estudio de Riesgo y Protección Ambiental Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea. Municipalidad de Lo Barnechea, elaborado por Infracon Consultores, 2014. Estudio de Riesgos PRC Lo Barnechea.

ii) Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago, Cade – Idepe, 2001.

En el capítulo IV.5 de este informe, se realiza el catastro y capacidad hidráulica de los cauces naturales en zonas urbanas donde las cuencas aportantes de escorrentía a sectores urbanos se han clasificado en nueve grandes grupos. Los grupos que contienen a las zonas estudiadas corresponden a:

- El segundo grupo (Grupo II, NM-2): Corresponde a la cuenca del río Mapocho antes de ingresar al área urbana, destacándose dentro de la hoya los ríos San Francisco y Molina, de la unión de los cuales nace el río Mapocho, y el estero El Arrayán afluente a este último en su sector de ingreso al área urbana.
- El tercer grupo (Grupo III, NM-3): Comprende todas las quebradas que rodean la zona urbana de la comuna de Lo Barnechea por el oriente, norte y poniente, extendiéndose como un gran anfiteatro, al sur del cual se encuentra el río Mapocho, el cual es el receptor final de las aguas. Estas quebradas han sido canalizadas en diversos tramos al cruzar el área urbana.

A partir de los antecedentes del Plan Maestro de Aguas Lluvias, se analizaron los grandes cauces naturales que atraviesan el área urbana y aquellas quebradas que ingresan al área urbana con un cauce definido. Para las demás quebradas se consideró que concluyen al llegar a las urbanizaciones y actúan como aportantes de escorrentía hacia éstas. En los cuadros siguientes se presentan los caudales de crecidas y capacidad hidráulica de los puentes del río Mapocho.

Cuadro 11-5: Caudales de crecidas río Mapocho

Kilómetro		Período de Retorno T (años)						
Final	Inicial	2	5	10	25	50	100	200
32.315	29.516	250	470	640	850	1.000	1.100	1.300
29.516	25.073	310	530	700	920	1.080	1.250	1.420
25.073	19.982	310	530	700	920	1.080	1.250	1.420

Fuente: Estudio de Riesgos PRC Lo Barnechea

Cuadro 11-6: Capacidad hidráulica de los puentes del río Mapocho

Kilometraje	Puente	T (años)	Q (m ³ /s)
32,051	San Enrique	> 200	> 1.300
30,805	Pasarela Quinchamáli	> 200	> 1.300
29,411	Tubería en Puente Nuevo	> 200	> 1.300
29,366	Nuevo La Dehesa	> 200	> 1.300
24,388	Lo Curro	> 200	> 1.420
21,274	Centenario	> 200	> 1.420

Fuente: Estudio de Riesgos PRC Lo Barnechea

Para el grupo III de las quebradas que rodean la zona urbana de la comuna de Lo Barnechea, la información recopilada permitió determinar la capacidad de los cauces para evacuar crecidas de distintos periodos de retorno, sobre la base del análisis de tramos y sectores críticos y los antecedentes de los respectivos estudios hidrológicos.

En los cuadros siguientes se presentan los caudales de crecida considerando una línea de nieve a 2000 msnm para las cuencas del grupo III y sus afluentes y el estudio de la capacidad de los cauces en base a las singularidades que presentó cada quebrada.

Cuadro 11-7: Caudales de crecida (m³/s)

Cuenca	Período de Retorno (años)		
	2	10	100
Q. El Aji	0,91	1,45	2,66
Q. El Gabino	2,08	4,20	7,99
Q. Las Rosas	3,72	7,48	13,94
Q. El Manzano	1,06	2,21	4,24
Q. El Culén	1,50	3,10	4,17
Q. Las Hualtatas	16,74	30,39	55,68
Q. El Carrizo Bajo	9,80	18,02	32,98
Q. Oscura	13,87	25,83	48,37
Q. La Carbonera	2,75	5,25	9,62
Q. Los Chanchos	1,27	2,04	3,75
El Guindo	2,75	5,22	9,54
E. El Arrayán	60,84	102,20	173,11

Fuente: Estudio de Riesgos PRC Lo Barnechea

Cuadro 11-8: Capacidad de los cauces del Grupo II

Quebrada	Capacidad
Q. El Aji	Entubada en algunos cruces con capacidad $Q = 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$.
Q. El Gabino	Entubada en algunos tramos lo que reduce su capacidad a $Q < 1 \text{ m}^3/\text{s}$.
Q. Las Rosas	Amplia capacidad de porteo, incluso para $Tr = 100$ años ($Q = 14 \text{ m}^3/\text{s}$).
Q. El Manzano	Capacidad suficiente para $Tr = 100$ años ($Q = 4,6 \text{ m}^3/\text{s}$)
Q. El Culén	Capacidad amplia inclusive para $Tr = 100$ años ($4,2 \text{ m}^3/\text{s}$)
Q. Las Hualtatas	Capacidad suficiente para $Tr = 100$ años
Q. El Carrizo Bajo	Se encuentra canalizado con capacidad para $Tr > 100$ años.
El Guindo	Capacidad suficiente para $Tr > 100$ años
E. El Arrayán	Canalización del sector camino El Cajón tiene una capacidad $Q = 69,1 \text{ m}^3/\text{s}$ insuficiente para $Tr = 5$ años.

Fuente: Estudio de Riesgos PRC Lo Barnechea

Las conclusiones del estudio para el río Mapocho son que el río entre el Puente San Enrique y A. Vespucio, está en condiciones de conducir caudales de periodos de retomo altos, entre 100 y 200 años, excepto en la zona poniente, la cual presenta situación de desbordes para periodos de retomo menores, con problemas en algunos puentes. En la zona canalizada y en la zona oriente, se observan problemas sólo para algunos puentes y desbordes puntuales para las crecidas indicadas.

Para el grupo III de las quebradas que rodean la zona urbana de la comuna de Lo Barnechea, la información recopilada permitió determinar la capacidad de los cauces para evacuar crecidas de distintos periodos de retorno, sobre la base del análisis de tramos y sectores críticos y los antecedentes de los respectivos estudios hidrológicos.

En los cuadros siguientes se presentan los caudales de crecida considerando una línea de nieve a 2000 msnm para las cuencas del grupo III y sus afluentes y se presenta el estudio de la capacidad de los cauces en base a las singularidades que presento cada quebrada.

Cuadro 11-9: Caudales de crecida (m^3/s)

Cuenca	Periodo de Retorno (años)		
	2	10	100
Q. El Aji	0,91	1,45	2,66
Q. El Gabino	2,08	4,20	7,99
Q. Las Rosas	3,72	7,48	13,94
Q. El Manzano	1,06	2,21	4,24
Q. El Culén	1,50	3,10	4,17
Q. Las Hualtatas	16,74	30,39	55,68
Q. El Carrizo Bajo	9,80	18,02	32,98
Q. Oscura	13,87	25,83	48,37
Q. La Carbonera	2,75	5,25	9,62
Q. Los Chanchos	1,27	2,04	3,75
El Guindo	2,75	5,22	9,54
E. El Arrayán	60,84	102,20	173,11

Fuente: Estudio de Riesgos PRC Lo Barnechea

Cuadro 11-10: Capacidad de los cauces del Grupo II

Quebrada	Capacidad
Q. El Aji	Entubada en algunos cruces con capacidad $Q = 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$.
Q. El Gabino	Entubada en algunos tramos lo que reduce su capacidad a $Q < 1 \text{ m}^3/\text{s}$.
Q. Las Rosas	Amplia capacidad de porteo, incluso para $Tr = 100$ años ($Q = 14 \text{ m}^3/\text{s}$).
Q. El Manzano	Capacidad suficiente para $Tr = 100$ años ($Q = 4,6 \text{ m}^3/\text{s}$)
Q. El Culén	Capacidad amplia inclusive para $Tr = 100$ años ($4,2 \text{ m}^3/\text{s}$)
Q. Las Hualtatas	Capacidad suficiente para $Tr = 100$ años
Q. El Carrizo Bajo	Se encuentra canalizado con capacidad para $Tr > 100$ años.
El Guindo	Capacidad suficiente para $Tr > 100$ años
E. El Arrayán	Canalización del sector camino El Cajón tiene una capacidad $Q = 69,1 \text{ m}^3/\text{s}$ insuficiente para $Tr = 5$ años.

Fuente: Estudio de Riesgos PRC Lo Barnechea

12 INFRAESTRUCTURA DE AGUAS LLUVIAS

12.1 CRITERIOS GENERALES

El problema de las inundaciones en las ciudades de Chile es más amplio que el de la simple evacuación de aguas lluvias que precipitan en los suelos urbanos. De hecho, las inundaciones pueden tener diferentes causas, muchas de las cuales no aparecen directamente conectadas con las aguas lluvias que precipitan en el lugar inundado. Entre ellas cabe citar las siguientes:

- ✓ Elevación del nivel de la napa sobre la superficie del suelo.
- ✓ Desbordes de cauces artificiales, como canales de riego o colectores de todo tipo, que ven superada su capacidad.
- ✓ Desbordes de cauces naturales y flujos aluvionales en ríos, esteros y quebradas
- ✓ Acumulación de aguas lluvias en zonas bajas con drenaje insuficiente.
- ✓ Zonas en las cuales se interrumpe el drenaje natural.
- ✓ Diseños de la red vial no compatibles con el drenaje natural de algunos sectores

En muchas áreas, las inundaciones no se deben a una sola causa específica sino a la combinación de varias de ellas, o coexisten sectores con diferentes tipos de problemas.

El manejo integral de las aguas lluvias, tanto en cantidad como en calidad, es algo relativamente nuevo. Hasta hace algún tiempo, la meta principal era evacuar rápidamente las aguas lluvias de las calles y conducir las al cauce natural más cercano.

En la medida que los caudales empiezan a aumentar y las obras de evacuación a hacerse prohibitivas económicamente, al irse incrementando la impermeabilización del suelo, el enfoque tradicional ha evolucionado de modo que el control de la escorrentía se ha transformado en una combinación de ingeniería de almacenamiento y transporte del agua, control de uso del suelo y gestión del recurso hídrico. En la actualidad se exploran técnicas de infiltración y cosecha de agua que se refieren a infiltrar las aguas lluvias dentro de los predios o sitios particulares.

Debe tenerse en cuenta que el presente estudio de Actualización de Plan Regulador Comunal es un elemento de planificación y las soluciones que aquí se plantean han sido estudiadas sólo a nivel de perfil, por lo tanto, cada una de las propuestas deberá ser analizada mediante un proyecto de detalle previo a proceder a su construcción.

En este sentido, todas las soluciones pueden ser optimizadas, siempre y cuando se mantenga su concepto general. Se recomienda analizar la posibilidad de que las soluciones sean ejecutadas en forma modular, agregando elementos en la medida que el crecimiento urbano lo exija. Estos aspectos deberán ser contemplados como parte de los diseños, de los proyectos planteados.

Las acciones que se desarrollen para enfrentar los problemas de drenaje de aguas lluvias en los sectores urbanos requieren una gran coherencia y continuidad debido a la intervención de múltiples agentes y a la interacción que presentan las acciones que se pueden plantear. El propio escurrimiento de las aguas sobre la superficie urbana hace que en cada sector se sufran las consecuencias de lo que ocurre aguas arriba y genere, a su vez, obligaciones y efectos hacia aguas abajo. Se requiere establecer ciertas normas mínimas para compatibilizar los diferentes desarrollos dentro de un esquema general coherente.

La planificación del drenaje urbano debe anticipar la definición del sistema menor, que funciona con precipitaciones de alta recurrencia y el sistema mayor que se activa por tormentas mayores, de rara ocurrencia. También debe considerar, aparte de los cauces naturales, los componentes de sistemas domiciliarios, secundarios y primarios

El enfoque moderno de Plan de gestión de las aguas lluvias debe considerar por lo menos, tres objetivos fundamentales:

- Control de crecidas: el objetivo es proyectar las instalaciones que provean el adecuado transporte y almacenamiento de ser pertinente, de los caudales máximos y de los volúmenes de escorrentía a medida que la tormenta va ocurriendo.
- Control de la calidad del agua: el objetivo es proveer sistemas a nivel zonal que sean capaces de sanear la primera escorrentía o reducir las cargas de contaminantes del acuífero o cauces receptores, al máximo dentro de lo practicable.
- Manejo del ecosistema: el objetivo es desarrollar un sistema regional que proteja el paisaje y el conjunto de organismos vivos que en él habitan y que permita el aprovechamiento del recurso hídrico.

Los urbanizadores deberán presentar los estudios necesarios para su aprobación a la Dirección de Obras Hidráulicas, del Ministerio de Obras Públicas o al MINVU según sea red primaria o secundaria respectivamente. Los objetivos de estos estudios serán:

- ✓ Estudiar el problema de evacuación y drenaje de aguas lluvias del área y proponer una solución integral coherente con lo establecido en el Plan Maestro de Aguas Lluvias.
- ✓ Proponer, simular, analizar y seleccionar alternativas de solución al problema de evacuación y drenaje.
- ✓ Obtener una priorización de los proyectos de inversión.
- ✓ Definir los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias privilegiando las técnicas alternativas de regulación de caudales.

El contenido mínimo será:

- ✓ La definición del patrón de drenaje antes de la urbanización y después de ella.
- ✓ Determinar la escorrentía de aguas lluvias para distintas magnitudes de eventos hidrológicos, como mínimo, para eventos asociados 100 años (sistema mayor). Estos estudios se refieren a hidrología de la zona, clasificación de suelos y uso actual y futuro del suelo.
- ✓ Catastro y caracterización de la infraestructura existente de aguas lluvias, los canales urbanos, los cauces naturales que atraviesen las zonas urbanas y otras infraestructuras que servirían como vías de evacuación de aguas lluvias.

- ✓ Diagnóstico de la situación sin proyecto de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias o aquellos que presten dicho servicio en forma natural como los canales de riego y la selección de las áreas a sanear.
- ✓ Determinar el "Volumen de captura" función de la macrozona del país donde se ubica la zona urbana analizada.
- ✓ Simulación y dimensionamiento de alternativas a nivel de perfil para las áreas a sanear, definición de costos, el nivel de seguridad requerido y seleccionando la alternativa de solución para cada área a sanear.
- ✓ Verificar la viabilidad de las alternativas seleccionadas, con su correspondiente impacto ambiental y priorización de obras.

El proyecto así definido será presentado a la autoridad competente para su revisión y aprobación.

Para el diseño de las soluciones de aguas lluvias, podrá considerar como guía de diseño el **Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago**, sin embargo, el interesado deberá hacer sus propias estimaciones considerando la ubicación geográfica y geomorfología de la localidad.

Alternativamente y también para aprobación de la Dirección de Obras Hidráulicas el urbanizador podrá presentar medidas de carácter local, que se refieren exclusivamente a obras y acciones destinadas a enfrentar problemas generados por aguas lluvias que precipitan sobre el mismo lugar urbano de interés. Las obras que se propongan contribuirán a la solución de los problemas generados por las aguas lluvias como soluciones alternativas y complementarias (conocidas como técnicas alternativas) a la red de drenaje natural, de manera de colaborar en la solución de los problemas generados por las aguas lluvias mediante la disposición local de los excesos en el mismo sector en que ellos se producen. En el ámbito técnico, este esquema se conoce como de control en la fuente. Los mecanismos de solución son la infiltración y el almacenamiento temporal en plazas y parques.

Un objetivo primario a lograr con la materialización de una o varias técnicas alternativas es que, una vez urbanizado un sector, debieran generarse volúmenes y gastos máximos de las crecidas de aguas lluvias similares o inferiores a los que ocurren previos a la urbanización. Ello supone recuperar la capacidad de infiltración y la de amortiguación de crecidas que el sector tenía antes de ser urbanizado, haciéndose cargo de la impermeabilización del terreno.

Las soluciones alternativas a la evacuación directa ponen en juego almacenamientos temporales para restituir los volúmenes con gastos menores una vez que pasan los periodos críticos, o mediante la disminución de los volúmenes de escurrimiento por medio de la infiltración en el suelo.

- Propuestas de técnicas alternativas que limiten la escorrentía superficial y el traslado de contaminantes aguas abajo en la red.
- Definir claramente, por parte de los urbanizadores, los terrenos que son inundables y el uso que se propone.
- Definición de espacios públicos que pueden ser utilizados para la materialización de algunas de las técnicas alternativas, ya sea a nivel local o a nivel comunal.

Estas propuestas deberán considerar, también:

- Definir la red de drenaje general como los cauces naturales que conforman la cuenca, que considere la forma en que ellos se incorporan en la urbanización.
- Respetar el sistema de drenaje natural incluso en sus etapas iniciales, estableciendo para cada sector que se urbanice claramente la forma en que se drenarán los excesos, los que se harán llegar hasta los cauces naturales establecidos o al acuífero vía infiltración.
- Considerando el emplazamiento de la urbanización ya sea en zonas de extensión o en áreas a densificar, el urbanizador deberá estimar la escorrentía en la situación sin proyecto y luego la escorrentía en la situación con proyecto.
- Cualquier sector que se urbanice no deberá generar mayores volúmenes de escorrentía ni mayores caudales máximos que los que se generaban en el sector previamente a la urbanización. Para lograr lo anterior, se recomienda privilegiar **soluciones alternativas de infiltración** de los caudales de aguas lluvias excedentes a la escorrentía del sector en la situación sin proyecto. Se deberá mantener la capacidad natural de infiltración y la de amortiguación de crecidas que un determinado sector tenía antes de su urbanización.
- Privilegiar la regulación de caudales, la infiltración, el manejo controlado al interior de los núcleos básicos de producción de escorrentía como son las viviendas y el diseño de la red vial coherente con un drenaje planificado y controlado.

Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Santiago, CADE - IDEPE, 2001.

Desde el ámbito de las aguas lluvias la zona urbana de la comuna forma parte de las áreas estudiadas en el "Plan Maestro de Evacuación de Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago", en adelante "El Estudio", realizado para la Dirección de Obras Hidráulicas, el cual fue elaborado por la empresa CADE-IDEPE en mayo del año 2001.

La ilustración siguiente muestra la división de áreas tributarias del estudio ubicándose la comuna de Lo Barnechea, en la zona Norte Mapocho.

Esta zona cuyo cauce receptor es el río Mapocho, se divide en siete sectores en los cuales se define el patrón de drenaje y los problemas asociados a inundaciones, La comuna de Lo Barnechea y Vitacura ubicadas al sur del río Mapocho y la comuna de Las Condes ubicada al norte del mismo río, componen el área NM.2. Existe aporte de las zonas precordilleranas, pero definidas de menor importancia en el estudio del Plan Maestro. El área drena hacia el río Mapocho siendo los sentidos de escurrimiento principales hacia el norte y poniente. Existen redes de aguas lluvias insuficiente que no presenta grandes problemas con las escorrentías de aguas lluvias, según señala el estudio. El área NM-3, corresponde a la comuna de Lo Barnechea, al norte del río Mapocho. Se encuentra rodeada de cerros, por lo que presenta una pendiente pronunciada y una gran cantidad de quebradas, las que son utilizadas como receptores de aguas lluvias por las urbanizaciones. Esta zona drena hacia el río y sus cauces principales son el estero El Arrayán y el estero Las Hualtatas.

Ilustración 12-1 División del área de estudio del Plan Maestro de Aguas Lluvia del Gran Santiago

Fuente: Estudio Análisis y gestión de la infraestructura de aguas lluvias de Santiago, Conic BF, 2017.

12.2 DEFINICIÓN DE LA RED PRIMARIA

La Ley 19525 del año 2000, distingue entre redes primarias y secundarias. La red primaria estará a cargo del Ministerio de Obras Públicas, que será responsable de la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento. La red secundaria estará a cargo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo a quien le corresponderá directamente su planificación y estudios y a, través de los SERVIU el diseño, construcción, reparación y mantención de la misma.

El Plan Maestro de aguas lluvias del Gran Santiago, considera dentro de la red primaria, las siguientes conducciones:

1. Cauces Naturales (Quebradas y esteros) que atraviesan áreas urbanas. En el caso del Gran Santiago se excluyen de esta clasificación los río Maipo y Mapocho.

2. Canales existentes y proyectados, que tengan relación o sean utilizados para el drenaje de las aguas lluvias.
3. Colectores separados, que posean algún tramo de diámetro mayor o igual a 800 mm (o sección rectangular equivalente)
4. Colectores unitarios, cualquiera sea su sección, definidos como parte de la red unitaria.

12.3 SOLUCIONES ESTRUCTURALES AREA DE ESTUDIO

En el capítulo IV.5 del Estudio, se detalla el catastro y capacidad hidráulica de los cauces naturales en zonas urbanas donde las cuencas aportantes de escorrentía a sectores urbanos se han clasificado en nueve grandes grupos. Los grupos que contienen a las zonas estudiadas corresponden a:

- El segundo grupo (Grupo II – NM 2): Corresponde a la cuenca del río Mapocho antes de ingresar al área urbana, destacándose dentro de la hoya los ríos San Francisco y Molina, de la unión de los cuales nace el río Mapocho, y el estero El Arrayán afluente a este último en su sector de ingreso al área urbana.
- El tercer grupo (Grupo III – NM 3): Comprende todas las quebradas que rodean la zona urbana de la comuna de Lo Barnechea por el oriente, norte y poniente, extendiéndose como un gran anfiteatro, al sur del cual se encuentra el río Mapocho, el cual es el receptor final de las aguas. Estas quebradas han sido canalizadas en diversos tramos al cruzar el área urbana.

El sector NM.2 se divide en 13 áreas tributarias con una superficie total de 4.390 ha y el sector NM-3 se divide en 10 áreas tributarias con una superficie total de 3678 ha.

Cuadro 12-1: Áreas tributarias de aguas lluvias. Área urbana, comuna de Lo Barnechea

SECTOR	AREA TRIBUTARIA	CÓDIGO	AREA URBANA (Ha)
NM2	San José de la Sierra	SJ S	301
	San Francisco	SFC	412
	Valle Alegre	VAL	477
	Estoril	EST	215
	Llavería	LLV	15
	El Aromo	ARM	78
	Manquehue	MAN	54
	Escrivá de Balaguer	EBA	229
	Kennedy Norte	KEN-N	828
	Kennedy Sur	KEN-S	1140
	Apoquindo	APO	367
	Presidente Riesco	PRI	187
	Providencia Norte	PRO-N	87
NM3	Esteros Arrayán	RRY	242
	Quebrada el Aji	QAJ	194
	Q. El Gabino	QGA	581
	Q. Las Rosas	QRO	361
	Q. El Manzano	QMA	547
	Q. El Culén	QCU	149
	E. Las Hualtatas	HLT	428
	E. El Carrizo Alto	CAL	454
	E. El Carrizo Bajo	CBA	194
	Q. El Guindo	QGU	528

Fuente: Plan Maestro de Aguas Lluvias del Gran Santiago, Cade – Idepe, 2001.

Como resultado del análisis realizado en el Plan Maestro de Aguas Lluvias del Gran Santiago, en la comuna se proponen cuatro acciones estructurales, que son:

- ✓ Construcción de nuevo colector
- ✓ Refuerzo de colectores existentes
- ✓ Remplazo de red unitaria insuficiente
- ✓ Obras en Quebradas

El cuadro siguiente muestra la red primaria definida por el Plan Maestro de Aguas Lluvias, para la Zona Norte–Mapocho, indicando la lámina en la que se muestra su trazado, las características del diámetro y el punto de descarga. Se agregan como antecedentes las láminas II, III, IV, V y VI del Plan Maestro que incluye la red primaria definida en la comuna.

Cuadro 12-2: Red primaria de aguas lluvias propuesta, comuna de Lo Barnechea

Sector	Área Tributaria	Colector Existente	Colector propuesto	Punto de descarga	Lámina	diámetro (mm)
NM-2	Estoril (EST)	Estoril		Colector extensión Estoril	IV	700 - 800
		Las Flores	Extensión Estoril	s/información	IV	1000 - 800
				Río Mapocho	IV	1000
	Valle Alegre (VAL)	Valle Alegre		Río Mapocho	IV	600 - 1000
	Presidente Riesco (PRI)		Presidente Riesco	Río Mapocho	IV	800 - 1000
	San Francisco (SF-C)	Quebrada San Francisco		Río Mapocho	IV	1200 - 2000
			Refuerzo Col. San Francisco	Río Mapocho	IV	600
	San José de La Sierra (SJS)	San José de La Sierra Quinchamalí		Col. A.S.	IV	800 - 900
				Río Mapocho	IV	700 - 1000
			Re. Quinchamalí	Río Mapocho	IV	600 - 800
			Unión S.J. de La Sierra	Colector Quinchamalí	IV	800
	Kenedy Norte (KEN-N)	Se reemplaza por la red unitaria	Rotonda Pérez Zujovic Norte	Río Mapocho	II - IV	800 - 1600
	Kennedy Sur (KEN-S)	IV Centenario A. de Cordoba - Kennedy Cerro Colorado Kennedy Oriente Apoquindo II Monroe-Padre Hurtado		Colector A. Cordova - Kennedy	IV - VI	500 - 800
			Río Mapocho	III-IV-V	1200 - 1000	
			Colector Kennedy Oriente	IV	800 - 1200	
			Colector Kennedy Oriente	IV	800 - 1200	
			Colector A. Cordoba Kennedy	IV	800 - 1800	
			Colector Apoquindo II	V - VI	900 - 1000	
Apoquindo (APO)	Apoquindo 1 Pdte. Errázuruz (Unitario)		Rotonda Pérez Zujovic Sur	Río Mapocho	IV	300 - 1000
			Canal San Carlos	III-IV-V	700 - 1200	
Providencia Norte (PVN)	Providencia 2		Canal San Carlos	V - VI	800 - 1200	
NM-3	Quebrada El Manzano (QMA)	Pedro Lira		Río Mapocho	V	500 - 1000
	Quebrada El Guindo (QGU)	La Cañada		Quebrada El Manzano	IV	500 - 900
				Quebrada El Guindo	IV	800 - 900

Nota: Colector Apoquindo corresponde a un colector unitario. Fuente: Plan Maestro de Aguas Lluvias del Gran Santiago, Cade -Idepe 2001.

El costo asociado a estas acciones es de US\$ 23,4 millones. Este costo se estima a nivel de planificación general resultando el costo definitivo una vez se cuente con los proyectos específicos. De este valor, el correspondiente al área urbana analizada de la comuna de Lo Barnechea (4185,05 ha) es igual **US\$ 22,3 millones**.

Considerando la ubicación geográfica de la comuna de Lo Barnechea, los mayores riesgos están asociados a remoción en masa de las quebradas cordilleranas que a afectaciones como consecuencia de inundaciones por precipitaciones asociadas a eventos extremos.

El Plan Maestro señala que existen una serie de afectaciones asociadas a la presencia de aguas lluvias sin embargo no son problemas asociados específicamente a la falta de infraestructura si no asociados a gestión o aquellas que se pueden resolver mediante técnicas alternativas a la conducción, como son las técnicas de detención, almacenamiento e infiltración, en la medida que se urbanicen los distintos sectores ya sea en zonas de extensión o en zonas consolidadas.

12.4 DEFINICIÓN DE FAJAS DE PROTECCIÓN A SISTEMA DE CANALES Y OBRAS DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS

A continuación, se resumen criterios genéricos para definir las fajas de protección o resguardo a nivel de planificación territorial en lo relativo a fajas de canales existentes o en el caso de privilegiar soluciones mediante colectores, para la red de aguas lluvias, se deberán considerar las fajas de resguardo propuestas en este capítulo. En los proyectos específicos se definirán los requerimientos considerando las particularidades de cada caso.

Si bien la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, no tiene un reglamento al respecto, los criterios se basan fundamentalmente en la necesidad de mantención futura de la red y en la experiencia obtenida en los sistemas construidos.

a) Fajas de protección en canales a tajo abierto

En el caso de canales existentes, las fajas de protección lateral mínima, definida a nivel de planificación territorial, medida desde el borde superior serán de 5 m en un extremo para materializar un camino de mantención y 1 m en el otro extremo que permita construir los cercos necesarios.

En las zonas donde exista vialidad lateral al canal sólo se considera un cerco o barrera de seguridad ubicada a un metro por ambas riberas.

b) Fajas de protección en cauces naturales y quebradas

Al respecto, es sustentable para este instrumento de planificación considerar la línea que define la meseta de inundación, para 100 años de periodo de retomo, con uso regulado como áreas de recreación y esparcimiento o infraestructura de uso temporal como camarines, u otros. Dicha restricción, además de las atribuciones que posee la Dirección General de Aguas sobre el uso de cauces naturales, permitirá asegurar que el sistema de drenaje natural se mantenga en el tiempo y no sea "borrado".

De acuerdo con lo anterior, para definiciones específicas se deberán desarrollar los estudios pertinentes que deben considerar las características particulares tanto geomorfológicas como hidrológicas de cada cuenca y restricciones particulares de la zona a desarrollar y como resultado de lo anterior definir fajas de protección específicas. Estas fajas de protección deberán contar con la aprobación de los organismos pertinentes.

Considerando que muchas de las quebradas de la comuna se encuentran intervenidas, en el cuadro siguiente se definen las fajas de restricción para las quebradas de la comuna de Lo Barnechea. Estas franjas de restricción adyacentes a cada borde del cauce están referidas al plano, por lo tanto, en pendiente, el distanciamiento mínimo corresponderá a la faja resultante de la proyección de estos.

Cuadro 12-3: Franjas de restricción para las quebradas de la comuna de lo Barnechea (PRMS)

Nombre Quebrada	Código	Tramo Normado	Ancho Mín. Fa ja Restr. a c/ borde
Agua de Aranda	N-1	Desde Límite Extensión Urbana hasta Río Mapocho	40m
El Aji	N-2	Desde Límite Extensión Urbana hasta Río Mapocho	40m
Las Zorras	N-3	Desde su nacimiento hasta el Canal de La Dehesa	40m
El Gabino o Del Garín	N-4	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40m
Los Loros y brazo secundario	N-5	Desde cota 2.300 1.800 m.s.n.m., respectivamente, hasta confluencia quebrada El Manzano.	40m
El Manzano	N-5	Desde intersección quebrada Los Loros, hasta estero Las Hualtatas	40m
El Quisco	N-6	Desde cota 1.100 m.s.n.m., hasta estero Las Hualtatas	40m
El Maqui y brazos secundarios 1,2 y 3	N-7	Desde cota 1.900, 1.800 y 1.700 m.s.n.m., respectivamente, hasta confluencia estero Las Hualtatas	40m
Esteros Las Hualtatas	N-7	Desde intersección quebrada El Maqui, hasta el Río Mapocho	40m
El Carrizo	N-8	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40m
Los Chanchos	N-9	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40m
Los Carboneros	N-10	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40m
El Guindo	N-11	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40m

Fuente: Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS). MINVU, 1994, y sus actualizaciones. Estudio de Riesgos. Plan Regulador Comuna de Lo Barnechea.

c) Fajas de protección en colectores

Con respecto a la faja de protección en el emplazamiento de colector, básicamente corresponderá a la faja necesaria para la futura mantención y específicamente a la necesidad de tener fácil acceso a las cámaras de inspección. Por lo anterior, se requiere una faja de protección equivalente a $(D_{ext} + 4 \text{ m})$.

12.5 JUSTIFICACIÓN DE LOS ANCHOS REQUERIDOS PARA MANTENCIÓN

Respecto a los anchos mínimos necesarios utilizados en los caminos laterales a los canales para realizar su limpieza, será aquella que permita el tránsito de la maquinaria comúnmente utilizada.

En la limpieza de canales se utiliza una excavadora Caterpillar 110B, de 13 Toneladas, con una capacidad de $0,75 \text{ m}^3$, la cual garantiza una profundidad de 4,5 m.

El o los camiones que reciben el material de desecho tienen una capacidad de carga de 20 ton y su peso de 10 ton ($Tara + Carga = 30 \text{ ton}$), repartida en 3 ejes (doble puente trasero).

El ancho mínimo de trabajo que se requiere es de 3 m para avance y/o retroceso más maniobras, pero se especifica 3,5 m por razones de seguridad, además de dejar eventualmente cada 150 m un espacio de 5 m de ancho por 6 m de longitud para realizar los retornos.

En el entendido que este plan regulador es un instrumento de planificación territorial donde se indican las soluciones a nivel de perfil, se recomienda considerar un ancho típico de 6 m distribuido como 5 m por un costado y 1 m en el otro. Corresponderá a etapas futuras de diseño definir la necesidad real de faja requerida.

13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las principales recomendaciones que surgen del presente estudio son las siguientes:

Servicios sanitarios y territorio operacional

1. La comuna de Lo Barnechea se organiza desde el punto de vista de los servicios sanitarios, como un sistema urbano donde concurren cuatro empresas concesionarias. La provisión de los procesos de producción y distribución les corresponde a las empresas Aguas Cordillera, Sacyr Aguas Santiago S.A. y Aguas Manquehue. Para proveer los procesos de recolección concurren las empresas Aguas Cordillera y Sacyr Aguas Santiago S.A. que descargan las aguas servidas a la red de la empresa Aguas Andinas. La empresa Aguas Manquehue, recolecta, trata y dispone las aguas servidas del sector Los Trapenses y, por último, la empresa Aguas Andinas recolecta las aguas servidas del resto de la comuna para tratarlas finalmente en la PTAS de La Farfana.
2. El territorio operacional actual y futuro de los servicios sanitarios es el mismo para los sistemas de agua potable y alcantarillado de aguas servidas. Los planos "TO AP-AS (1 de 2 y 2 de 2) - Aguas Cordillera", que forma parte de este estudio, muestra el territorio operacional del servicio de agua potable y alcantarillado de aguas servidas de la empresa Aguas Cordillera. Los planos "TO Valle Escondido_Sacyr" y "TO Lo Barnechea - Sacyr" muestra el territorio operacional del servicio de agua potable y alcantarillado de aguas servidas de la empresa Sacyr Aguas Santiago S.A. El plano "TO Los Trapenses - Aguas Manquehue" muestra el territorio operacional del servicio de agua potable y alcantarillado de aguas servidas de la empresa Aguas Manquehue.

Población y escenario de crecimiento proyectado

3. La población se distribuye para cada empresa sanitaria, considerando la población definida en la Actualización Plan de Desarrollo de Sacyr Aguas Santiago S.A. y Aguas Manquehue y por diferencia con la población propuesta en el estudio Actualización Plan Regulador en desarrollo se obtiene la población de la empresa Aguas Cordillera que abastece en forma conjunta a las comunas de Lo Barnechea, Las Condes y Vitacura.

Cuadro 13-1 Distribución de población por empresa sanitaria, año 2019. Comuna de Lo Barnechea

Fuente	Distribución de población por empresa sanitaria (hab)			Población total (hab)
	Aguas Cordillera (Comuna de Lo Barnechea)	Sacyr Aguas Santiago (Comuna de lo Barnechea)	Aguas Manquehue	
Planes de Desarrollo (2019)	82.711	11.349	17.906	111.966

Fuente: Elaboración propia a partir de Actualización Planes de Desarrollo y de la estimación de población total del estudio Actualización Plan Regulador Comunal en desarrollo.

4. El escenario de crecimiento proyectado de población, propuesto por el estudio Actualización Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea en desarrollo, considera un escenario de crecimiento proyectado con incentivos, con lo que se tiene una población adicional equivalente a 86.606 habitantes, lo que implica una población total de 198.572 habitantes distribuidos en 51.600 viviendas.

Cuadro 13-2 Población proyectada escenario de crecimiento proyectado con incentivo, comuna de Lo Barnechea

Escenario	Población por empresa sanitaria (hab.)			Población total (hab.)
	Aguas Cordillera (solo Lo Barnechea)	Aguas Santiago	Aguas Manquehue	
Planes de Desarrollo (2034)	94.219	17.890	22.462	134.571
Proyectado (con incentivos)	139.855	25.547	33.170	198.572

Fuente: Elaboración propia a partir de Actualización Planes de Desarrollo y del estudio Actualización Plan Regulador en desarrollo.

- Respecto del crecimiento de población en la comuna en estudio es recomendable proponer acciones tendientes a un uso más eficiente del agua disponible, considerando el escenario de escasez hídrica que presentan tanto los acuíferos como los cauces superficiales de los cuales se abastece la población. Se recomienda que la empresa sanitaria evalúe las mayores extracciones y el impacto que ello podría tener en la tarifa.
- Las primeras acciones que se deben evaluar es la reducción de los niveles de pérdidas y modular las dotaciones de consumo.

Cuadro 13-3 Cobertura, niveles de pérdida y dotaciones de consumo por empresa sanitaria

Empresa sanitaria	Cobertura %				Niveles de pérdida %		Dotación de consumo (l/hab/día)	
	2019		2034		2019	2034	2019	2034
	AP	AS	AP	AS				
Aguas Cordillera	100,0	98,2	100,0	99,3	16,9	16,9	440,5	409,5
Sacyr Aguas Santiago S.A.	100,0	99,6	100,0	100,0	19,5	19,5	526,1	501,2
Aguas Manquehue	100,0	96,3	100,0	97,0	13,3	13,3	883,4	821,4

Fuente: Elaboración propia a partir de Actualización Planes de Desarrollo

Calidad del agua

- Desde el punto de vista de la calidad de las aguas, las empresas cumplen con los parámetros establecidos en la normativa vigente.

Calidad de la infraestructura existente

- En el año 1977, la Organización Mundial de la Salud declaró que el asbesto es cancerígeno en todas sus variedades. El Decreto Supremo 656/2000, prohibió el uso del asbesto en los productos que en él se indican y en su art. 2, señala: prohibase en el país la "producción, importación, distribución y venta de materiales de construcción que contengan cualquier tipo de asbesto". En la práctica no indica que se prohíba o se deban retirar las tuberías existentes de asbesto cemento, por lo que las empresas sanitarias han optado por reemplazar la materialidad de las tuberías de asbesto, una vez que el sistema así lo requiera. Por lo anterior la totalidad de las redes nuevas ya sea por ampliación del territorio operacional o por recambio serán de materiales inocuos como por ejemplo HDPE, PVC y otro y adicionalmente se recomienda que las empresas sanitarias propongan un programa de recambio de las tuberías existentes ya que no es sustentable ambientalmente que se mantengan redes de asbesto más aún si existen materiales inocuos que cumplen la misma función.

Inversión estimada

- La inversión estimada por las empresas sanitarias para alcanzar el desarrollo propuestos en ellas y para dotar de servicios de agua potable y alcantarillado de aguas servidas en el horizonte de previsión de los

Planes de Desarrollo y adicionalmente se indica la inversión para otorgar factibilidad de servicios al incremental de población propuestas por el estudio Ampliación Plan Regulador en desarrollo, se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro 13-4: Inversión total estimada. Comuna de Lo Barnechea
Escenario de crecimiento de población con incentivos

Escenario	Producción (UF) sin IVA	Distribución (UF) sin IVA	Recolección (UF) sin IVA	Disposición (UF) sin IVA	Total Agua Potable (UF) sin IVA	Total Aguas Servidas (UF) sin IVA
Plan de Desarrollo (2034)	163.385	298.979	260.238	0	462.364	260.238
Proyectado (con incentivos) Población incremental	214.794	116.330	107.169	58.994	331.124	166.163

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos

Finalmente se señala la inversión incremental sin IVA, requerida para el escenario de proyección de crecimiento de población con incentivos, por etapa:

- ✓ Etapa de producción de agua potable: **214.794 UF**
- ✓ Etapa de distribución de agua potable: **116.330 UF**
- ✓ Etapa de recolección de aguas servidas: **107.169 UF**
- ✓ Etapa de disposición de aguas servidas: **59.994 UF**

Se incluye en las inversiones de recolección las necesarias en las redes de Aguas Andinas para recibir el aporte de las empresas Aguas Cordilleras y Sacyr Aguas Santiago. Se incluye en las inversiones requeridas en el proceso de producción y distribución de agua potable de la empresa Aguas Cordilleras las necesarias para abastecer el incremento de población del sector Los Trapenses de Aguas Manquehue.

La inversión total requerida para abastecer de infraestructura y prestar los servicios por parte de las empresas sanitarias, a la población incremental estimada de 80.199 hab., en el escenario de crecimiento proyectado con incentivo, es de 497.287 UF. Las inversiones indicadas no incluyen IVA.

La inversión unitaria en el escenario proyectado (con incentivos) es de 4,13 UF/hab para el sistema de agua potable y de 2,07 UF/hab para el sistema de aguas servidas. El Plan de Desarrollo de las empresas sanitarias estima que al año 2034 se requerirá una inversión unitaria para abastecer a la población incremental entre los años 2019 y 2034, equivalente a 22.605 habitantes, siendo de 20,45 UF/hab para el sistema de agua potable y de 11,51 UF/hab para el sistema de aguas servidas.

Eventos extremos de precipitación

10. Los fenómenos asociados a eventos extremos de precipitación pueden corresponder a inundaciones, remoción en masa o deslizamiento de laderas. Por la configuración geomorfológica de la comuna los riesgos asociados a eventos extremos de precipitaciones se asocian en mayor medida a fenómenos de remoción en masa y no se deben a eventos de inundación por lluvias asociadas a periodos de retorno de diseño de las redes de colectores urbanos como lo es la red primaria y secundaria de aguas lluvias.
11. Existen en la comuna de Lo Barnechea múltiples cauces (río, esteros y quebradas), propensos a causar inundaciones por desborde de cauces, de los cuales un grupo se encuentra actualmente regulado por el PRC vigente (como resultado de lo establecido en el PRMS) y un segundo grupo de quebradas menores, las cuales fueron analizadas, según su prioridad, en el Estudio de Riesgo y Protección Ambiental Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea Municipalidad de Lo Barnechea, elaborado por Infracon Consultores en 2014.
12. Los cauces mayores como el río Mapocho y el Estero El Arrayán son aquellos que han sufrido y continuarán siendo afectados por inundaciones, y desbordan sus cauces hacia las terrazas fluviales

laterales. Otros cauces, como Las Hualtatas y Huallalolén, también presentan condiciones para que se generen desbordes que afecten a zonas de diferentes extensiones, como resultado de eventos meteorológicos extremos.

13. Casi la totalidad de los cauces del área urbanizada se encuentran intervenidos, con obras de contención, mejoramiento de las condiciones para el escurrimiento o recubrimiento de tramos de diferente extensión. Además, en muchos de los casos, los lugares por donde escurren los cauces han sido modificados, en ocasiones con pequeños ajustes del trazado y en otros, con modificaciones completas respecto de la condición natural, como son los casos de las quebradas Oscura y Los Guindos.

Infraestructura de aguas lluvias

14. Desde el ámbito de las aguas lluvias, la zona urbana de la comuna forma parte de las áreas estudiadas en "Plan Maestro de Evacuación de Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago" realizado para la Dirección de Obras Hidráulicas, el cual fue elaborado por la empresa CADE-IDEPE en Mayo del año 2001.
15. La comuna forma parte de la Zona Norte – Mapocho. Esta zona cuyo cauce receptor es el río Mapocho, se divide en siete sectores en los cuales se define el patrón de drenaje y los problemas asociados a inundaciones, La comuna de Lo Barnechea y Vitacura ubicadas al sur del río Mapocho y la comuna de Las Condes ubicada al norte del mismo río, componen el área NM.2 y NM-3.
16. Por otro lado, no existen datos concretos sobre inundaciones por anegamiento en el área de estudio. La morfología del área, caracterizada por altas pendientes, elevaciones, y desnivel no reúne las condiciones necesarias para que este peligro sea de relevancia en el área de estudio. Por ello, el peligro de inundaciones por anegamiento no se ha zonificado. El Plan Maestro de Aguas Lluvias señala al respecto que existe escorrentías provenientes de las zonas precordilleranas, perolas define de menor importancia.
17. Un aspecto relevante se refiere a que las pendientes relativamente altas que se encuentran en la mayor parte del territorio favorecen el escurrimiento a través de la superficie e impiden que se formen zonas de acumulación de agua.
18. Como resultado del análisis realizado en el Plan Maestro de Aguas Lluvias del Gran Santiago, en la comuna se proponen cuatro acciones estructurales, que son:
 - ✓ Construcción de nuevo colector
 - ✓ Refuerzo de colectores existentes
 - ✓ Reemplazo de red unitaria insuficiente
 - ✓ Obras en Quebradas
19. El costo asociado a estas acciones es de **US\$ 23,4 millones**. Este costo se estima a nivel de planificación general resultando el costo definitivo una vez se cuente con los proyectos específicos. De este valor, el correspondiente al área urbana analizada de la comuna de Lo Barnechea (4185,05 ha) es igual **US\$ 22,3 millones**.
20. Considerando la ubicación geográfica de la comuna de Lo Barnechea, los mayores riesgos están asociados a remoción en masa de las quebradas cordilleranas que a afectaciones como consecuencia de inundaciones.
21. Así también, el Plan Maestro señala que existen una serie de afectaciones asociadas a la presencia de aguas lluvias sin embargo no son problemas asociados específicamente a la falta de infraestructura si no asociados a gestión o aquellas que se pueden resolver mediante técnicas alternativas a la conducción, como son las técnicas de detención, almacenamiento e infiltración, en la medida que se urbanicen los distintos sectores ya sea en zonas de extensión o en zonas consolidadas.